



COLEGIO DE BACHILLERES

BIOLOGÍA II

FASCÍCULO 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE
ORGANISMOS PLURICELULARES

Autores: Ma. Isabel Quiroga Venegas
Ricardo Francisco Peniche Vera



Colaboradores:

Asesoría Pedagógica
Olivia Hernández Romero

Revisión de Contenido
Juan Luis Cifuentes Lemus

Diseño Editorial
Leonel Bello Cuevas
Javier Darío Cruz Ortiz

ÍNDICE

PROPÓSITO	5
INTRODUCCIÓN	7
CUESTIONAMIENTO GUÍA	9
1. REINO FUNGI	11
1.1 CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS GENERALES	11
1.2 RESPIRACIÓN Y NUTRICIÓN	13
1.2.1 Reproducción	13
1.3 CLASIFICACIÓN ACTUAL DEL REINO FUNGI	16
PRÁCTICA DE LABORATORIO NÚM 1: “OBSERVACIÓN DE HONGOS	23
ANEXO	27
1.4 IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y ECONÓMICO–SOCIAL DE LOS HONGOS	31
EXPLICACIÓN INTEGRADORA	32
2. REINO PLANTAE	33
2.1 CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS GENERALES	33
2.2 TEJIDOS VEGETALES	35
2.3 CLASIFICACIÓN DEL REINO PLANTAE	39
EXPLICACIÓN INTEGRADORA	49

3. REINO ANIMALIA	51
3.1 CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS GENERALES	51
3.2 TEJIDO EN ANIMALES	54
3.3 CLASIFICACIÓN DEL REINO ANIMALIA	60
EXPLICACIÓN INTEGRADORA	82
RECAPITULACIÓN	83
ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN	84
AUTOEVALUACIÓN	85
ACTIVIDADES DE GENERALIZACIÓN	86
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	87

PROPÓSITO

En este fascículo encontrarás estudios sobre las características distintivas que se toman en cuenta para la clasificación de los *hongos*, las *plantas* y los *animales*, esto con el objetivo de conocer la diagnosis de cada grupo para así poder señalar las diferencias y las semejanzas que entre ellos existen. Conocerás también las relaciones filogenéticas y los distintos grados de complejidad que presentan los organismos pluricelulares.

Para comprender lo anterior estudiaras las características generales de los organismos de los reinos *Fungi*, *Plantae* y *Animalia*, así como los criterios utilizados para la clasificación de los organismos pluricelulares, las divisiones más representativas de cada uno de los reinos señalados y su importancia económica, social y biológica. Además, este fascículo te permitirá explicar el aumento en la complejidad funcional y estructural de los organismos, tema que se estudiará con mayor detalle en fascículos posteriores, y entender los fundamentos que se proponen en las teorías evolutivas.

Asimismo, en este fascículo encontrarás una serie de actividades que deberás desarrollar, ya que ello reafirmará lo aprendido en este fascículo. También es necesario que leas con detenimiento cada tema y que aclares tus dudas con tu maestro o asesor en el momento en que éstas surjan.

INTRODUCCIÓN

Los hongos, plantas y animales, organismos todos estos pluricelulares, constituyen grupos de seres vivos que el hombre ha utilizado de diferentes maneras en su evolución cultural, ya sea porque suministra alimento, fibras para protegerse o materiales para fabricar herramientas o bien porque su comportamiento le proporciona información sobre los cambios de las condiciones ambientales.

En fascículos anteriores se vio que la clasificación de los seres vivos marcó en su inicio una división tajante entre plantas y animales, clasificación que fue siendo limitada a medida que se descubrían o se conocían nuevas especies, lo cual se logró con la publicación de las teorías evolucionistas que consideraban, además de los aspectos morfológicos y anatómicos, aspectos bioquímicos, citológicos y fisiológicos, con el propósito de establecer un sistema de clasificación natural de lo simple a lo complejo, lo que estableció las relaciones de parentesco entre los organismos.

La presencia o ausencia de algunos niveles de organización o complejidad marcaron la pauta para iniciar el ordenamiento en la clasificación de los seres vivos de manera de permitir, además de un conocimiento práctico, obtener información para responder a las grandes interrogantes que han surgido sobre el conocimiento de los seres vivos relacionados con su origen y evolución, para así comprender la gran diversidad de organismos que hay en la Tierra.

El sistema de clasificación propuesto por Whittaker considera conveniente agrupar en tres reinos a los organismos pluricelulares siendo éstos el *Fungi*, en donde se incluye a los organismos conocidos como hongos; el *Plantae*, que agrupa a las plantas terrestres y el *Animalia*, que comprende a organismos pluricelulares como los animales.

CUESTIONAMIENTO GUÍA

Una clara prueba de la gran diversidad del mundo vivo se puede apreciar en un zoológico, en un invernadero o en un jardín público, lugares en que se encuentran sólo algunas de las miles de especies existentes en la Naturaleza; pero, te has preguntado alguna vez ¿por qué esos organismos son tan distintos entre sí? ¿Por qué exhiben tantas semejanzas algunos? ¿Por qué son importantes esos organismos para la Naturaleza?

Estas preguntas, que se ha hecho el hombre desde la antigüedad, interesado en explicar la diversidad del mundo vivo, en comprender cuáles eran las características que presentaba y cuál su importancia en la Naturaleza, lo obligó a cultivar plantas, domesticar animales y valerse de otros para saber cuándo se aproximaban a condiciones ambientales favorables o desfavorables. ¿Cómo pudo el hombre lograr esto? Si el análisis y la observación de las características morfológicas y de su ciclo de desarrollo permitió al hombre cultivar vacas, cerdos, borregos o bien aprovechar los hongos para saber si existían condiciones de humedad, ¿cuáles son las características que el hombre observó en esos organismos? ¿Estas características son las mismas que emplean los biólogos para clasificar a las especies y poder así explicar sus semejanzas morfológicas y sus relaciones filogenéticas? ¿Estas características dan información para conocer cuál es su importancia biológica, social y económica?

La clasificación de los seres vivos es una tarea inacabable, pues día a día el hombre descubre nuevas especies que en su deseo de conocer sobre ellas busca darles un nombre y explicar su importancia dentro del equilibrio natural y su forma para aprovecharlas. ¿Cuáles son las principales características que se consideran en la clasificación de plantas, animales y hongos? ¿Cuál es la importancia de los organismos pluricelulares en la Naturaleza y en la vida social y económica del hombre?

Intenta responder a estos cuestionamientos y hazte otros, una vez que hayas concluido el estudio de este fascículo.

1. REINO FUNGI

Los hongos constituyen un variado grupo de organismos ampliamente distribuidos en la Naturaleza, cuyo número se estima en 100,000 especies. El estudio de su estructura celular, así como los análisis bioquímicos y la descripción de sus vías metabólicas y ciclos de reproducción, revelaron una serie de características distintivas particulares que llevó a proponer que en su clasificación se le considerara como un reino aparte, el *Fungi*¹, grupos de seres vivos, que incluyen entre otros organismos a los mohos del pan, las setas comestibles y venenosas y las levaduras; pero, ¿qué caracteriza a estos organismos para que se clasifiquen como pertenecientes al Reino *Fungi*?

1.1 CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS GENERALES

Los hongos son organismos pluricelulares, rara vez unicelulares, formados por células eucariontes carentes de cilios, flagelos y clorofila, de forma filamentosa o levaduriforme, siendo su característica, como organismos pluricelulares, el que su célula sea alargada (*hifa*), rodeada ésta por una pared celular constituida por quitina, un polisacárido complejo aminado presente también en el esqueleto externo de los insectos y crustáceos, que le da rigidez. Por su parte, la forma levaduriforme, características de los hongos unicelulares, se distingue porque su pared celular contiene menor proporción de quitina combinada con otros compuestos, como los glucanos (formados por glucosa condensada como la celulosa, el almidón y el glucógeno) y las glucoproteínas, que favorecen la forma esférica o redondeada.

La célula filamentosa, originada a partir de una espora, en su inicio presenta crecimiento por un extremo, detrás del cual suele ramificarse llegando a formar una intrincada red de hifas que reciben el nombre de *Micelio*.

Figura 1. Espora germinando.

¹ Florecimiento oxcrecencia de la tierra.

Las hifas presentan paredes transversales que reciben el nombre de *septos* o *septum*, los que pueden o no ser completos, observándose en ellos un poro (*poro septal*), que favorece la circulación de materiales. Este poro o septo, se cierra cuando porciones del micelio se separan para desempeñar funciones específicas como la esporulación o bien cuando la célula envejece o sufre algún daño. El núcleo presente en las hifas en la mayoría de las especies es haploide. En las hifas apicales, localizadas al extremo de cada ramificación, pueden presentar hasta dos núcleos, condición que recibe el nombre de *dicarionte*, misma que también presentan algunas especies de hifas al momento de reproducirse. En las hifas posteriores, el número de núcleos se puede reducir a uno, que se desplaza de una célula a otra a través de los septos, en especies con hifas septadas.

En los hongos que no presentan hifas septadas, los núcleos se distribuyen a lo largo del filamento, lo cual les da una apariencia multinucleada o cenocítica.

Figura 2. a) Hifas no septadas, b) Hifas septadas, c) Hifas multinucleadas septadas.

Se ha señalado que la intrincada red de hifas o micelio no representa un verdadero tejido; el micelio que penetra en el sustrato y que interviene en los mecanismos de nutrición y crecimiento del hongo, es el *micelio vegetativo*, mientras que la sección que participa en los procesos de reproducción corporal general y que carece de raíz, tallo y hojas, como estructuras diferenciadas es el *talo*.

La forma de la célula levaduriforme nunca produce micelios; sin embargo, algunas especies de hongos, de acuerdo con las condiciones ambientales pueden presentar tanto la forma levaduriforme como la filamentosa, caso en que se denomina *dimórficas*.

El micelio extendido por el sustrato constituye una colonia y se puede apreciar como una malla floja de hifas, en el caso de los mohos, o bien de forma muy compacta como un cuerpo fructífero como en los hongos superiores. Esta disposición del micelio, así como sus estructuras reproductoras, el tipo de esporas, las ornamentaciones y la coloración que presentan se emplean en las tareas de clasificación de las diversas especies de hongos que hay en la Naturaleza.

Figura 3. a) Hongos filamentosos; b) Hongos levaduriformes; c) Cuerpo fructifero de hongo superior.

1.2 RESPIRACIÓN Y NUTRICIÓN

Los hongos son aerobios, con nutrición heterótrofa, saprofita o parásita, adquiriendo sus nutrientes por mecanismos de absorción; no realizan fagocitosis debido a la rigidez de su pared celular; las hifas invaden los materiales que serán su sustrato y producen enzimas despolimerizadoras que degradan compuestos como la celulosa, la lignina, el almidón, entre otros, hasta moléculas sencillas que se pueden absorber. Esta actividad de los hongos es importante dentro de los procesos de degradación de la materia muerta o biodegradación y del biodeterioro de materiales como pintura, yeso, aceites e incluso aluminio.

1.2.1 Reproducción

La reproducción en los hongos se realiza tanto en forma sexual como asexual; en cualesquiera de los dos casos se forman esporas como producto final. Las esporas se producen tanto en hifas llamadas esporangiósforos como en los conidióporos.

Los esporangióforos son hifas especializadas multinucleadas del micelio que darán origen a las esporangiósforas, en tanto los conidióforos son un tipo de hifas que forman conidios o esporas de los hongos, los cuales son blásticos o tálicos; pero son conidios blásticos si la parte externa de la hifa se hincha y posteriormente se separan por medio de un septum completo y conidios tálicos si primero se separan y después se hincha la hifa. Los conidios así formados son las conidiósforas.

Figura 4. a) Esporangióforos; b) Conidióforos.

En los hongos superiores, el cuerpo fructífero² (*seta*) conserva las estructuras dispersoras de las esporas (que se diferencian de las semillas por no presentar un embrión preformado, siendo éstas de un tamaño menor de 25 μm de diámetro, que se puede transportar por el aire o flotar en el agua), resiste las más extremas condiciones de temperatura, humedad y pH, hecho significativo que explica por qué es difícil preservar los materiales contra el ataque de los hongos y combatir los efectos que causan algunas de sus especies por los complejos compuestos orgánicos que producen, como los metabolitos secundarios, causantes de graves enfermedades e incluso la muerte.

² Conocido comúnmente como hongo.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Los hongos descritos por los primeros taxónomos como plantas sin clorofila, se agrupan en la actualidad en el Reino _____. En los hongos unicelulares la forma de la célula es _____ y recibe el nombre de _____.

En los pluricelulares la forma de la célula es _____ y recibe el nombre de _____ que puede presentar _____ o _____ núcleos con un número cromosómico _____.

En ambas formas celulares, la membrana celular contiene un compuesto llamado _____ que le da rigidez.

La pared transversal que se observa en algunas células recibe el nombre de _____, el que en ocasiones no es completo, puesto que presenta un _____ llamado _____.

1.3 CLASIFICACIÓN ACTUAL DEL REINO FUNGI

En clasificaciones anteriores, los hongos se incluyeron dentro de las plantas como un subreino, e incluso, tomando en cuenta el sistema propuesto por Carlos Linneo, se consideraban como divisiones los principales grupos, los cuales se caracterizaban como hongos parecidos a mohos y algas, hongos con bolsa (*asca*) o con basidio y hongos imperfectos; sin embargo, por las características antes descritas, en 1967 Whittaker propone la reordenación en cinco reinos y deja en el Reino *Fungi* a cinco grupos. En el presente fascículo se abordarán los grupos nombrados por Margulis y K.V. Schawts, utilizando la denominación de división en vez de la de phylum, empleada por la mayoría de los botánicos taxónomos.

Otros organismos clasificados tradicionalmente como hongos se tratarán como protistas, cuyas características se señalan en el fascículo V de Biología I. Estos son Myxomycetes, Oomycetes y Acrasiomycetes, que corresponden a los llamados hongos gelatinosos.

Reino Fungi		
<i>División</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Ejemplo</i>
Zigomycetes	Zigomicetos	Mohos del pan
Aascomycetes	Ascomicetos	Hongos verdaderos
Basidiomycetes	Basidiomicetos	Hongos imperfectos
Deuteromycetes	Deuteromicetos	Hongos imperfectos
Micomicofitos		Líquenes

División Zygomycetes (mohos del pan)

Los organismos pertenecientes a este grupo son en su mayoría terrestres, viven sobre materia muerta vegetal o animal; sus células carecen de septos, por lo que se aprecian multinucleadas; se reproducen asexualmente por medio de esporangiósporas desarrolladas en esporangios de colores peculiares, que son las estructuras observadas, por ejemplo, sobre la masa del pan; la reproducción sexual se lleva a cabo mediante la conjugación de hifas positivas (+) e hifas negativas (-) para formar los gametangios, de los que se deriva la zigospora, la cual constituye la estructura de resistencia y determina el nombre de la división

Figura 5. Formación de la zigospora.

El moho negro del pan (*Phizopus stolonifer*) y *el Pilobolus*, organismo que se desarrolla sobre estiércol, con esporangio muy sensible a la luz que puede ser lanzado al aire hasta una altura de dos metros, son ejemplos de zigomicetos.

Figura 6. a) Rhizopus; b) Pilobolus.

División Ascomycetes (hongos verdaderos)

Los ascomicetos agrupan a hongos con hifas septadas; se desarrollan favorablemente sobre madera podrida, en el suelo con materia orgánica muerta, sobre estiércol, en aguas dulces o marinas, entre otros sustratos; algunos de los hongos de este grupo viven en asociación íntima con algas formando líquenes.

El nombre de este grupo se debe a que durante la reproducción sexual, en el extremo de una hifa se desarrolla un saco (*Asca*), dentro de la cual se forman ocho *ascosporas*. En algunas especies de esta división, las ascas están en el interior del cuerpo fructífero o seta, y se distinguen en el ambiente por su singular forma de copa o de botella de colores muy vistosos. Ahora bien, cuando su reproducción es asexual, se lleva a cabo mediante la formación de conidios solitarios o en cadena en el extremo de un conidióforo.

Figura 7. a) Conidio y conidióforo; b) Cuerpo fructífero en forma de copa; c) Cuerpo fructífero en forma de botella; d) Ascosporas.

Los ascomicetos unicelulares, las levaduras, se desarrollan favorablemente en medios ricos en azúcares, como el néctar de flores o sobre la superficie de las frutas; su reproducción asexual generalmente es por gemación, mientras que la reproducción sexual ocurre cuando dos levaduras se fusionan para formar núcleos diploides en una asca, la cual, mediante meiosis, origina cuatro ascosporas características.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

1. ¿Cuáles son las principales características de los ascomicetos?

2. ¿Cuántas clases de ascomicetos se establecerían en términos generales de acuerdo con el número de células y a la forma de sus cuerpos fructíferos?

Entre las especies representativas de ascomicetos están el “moho rojo del pan” (*Neurospora*), la “colmenilla común” (*Morchella*), “oreja de asno” (*Peziza onótica*), las levaduras del jugo de uva (*Sacharomyces*) y las especies parásitas como las que producen el cornezuelo del centeno (*Claviceps purpura*).

División Basidiomycetes (setas y chahuixtles)

Los basidiomicetos son hongos formados por hifas septadas que presentan un poro doble o dolíporo, o bien otras estructuras a manera de grapas; su pared contiene quitina y glucosa.

Figura 9 Hifa con poro doble y grapas.

Las setas comestibles, como el champiñón, son quizá el mejor ejemplo de organismos pertenecientes a esta división. Existen, sin embargo, grupos como al que pertenece el huitlacoche, que no presentan cuerpo fructífero y el micelio unicelulado se transforma en una masa de esporas negras con paredes gruesas.

Fig. 10 Champiñón.

El nombre de basidiomiceto se debe a que, como resultado de la reproducción sexual, se forman basidios, sobre los cuales se desarrollan, por mitosis, las basidiosporas. El cuerpo fructífero en los hongos más complejos de esta división se distingue por su forma de sombrilla o sombrerillo, el que se eleva del suelo por un pie o estípite; bajo este sombrerillo se observan laminillas o poros inferiores, que tienen como objetivo conservar los basidios, en los cuales ocurre la formación de esporas haploides o basidiosporas.

Figura 11. Seis estadios sucesivos del desarrollo de un basidio: a) Extremo de hifa binucleada; b) Cariogamia; c) Primera división meiótica (estadio binucleado); d) segunda división (estadio tetranucleado); e) Basidiosporas jóvenes desarrollándose sobre los esterigmas y los núcleos preparándose a migrar a las esporas; f) Basidios maduros con cuatro basidiosporas uninucleadas.

En la mayoría de los hongos superiores casi no se ha observado la reproducción sexual, pero cuando ésta se presenta se forman conidios. Ejemplos de organismos de este grupo son: los hongos repisa (*Fistulina hepática*), que crecen sobre los troncos de los árboles en zonas boscosas templado-húmedas; especies comestibles como el huitlacoche (*Ustilago maydis*), que ataca el maíz; el champiñón (*Agaricus campestris*), y los venenosos como el rojo con manchas blancas (*Ananita muscaria*).

División Deuteromycetes (hongos imperfectos)

Esta división de los hongos imperfectos agrupa a gran cantidad de organismos a los cuales no se les ha observado mecanismo sexual de reproducción. Con hifas que tienen septos simples, algunas especies de este grupo presentan tanto fase levaduriforme como micelar. La reproducción asexual se da mediante conidios que se forman de diversas maneras: los conidióforos son simples o ramificados o bien se encuentran agrupados formando un penáculo.

Los deuteromicetos agrupan organismos parásitos tanto de plantas como de animales, aunque hay algunos patógenos. En el hombre, las enfermedades conocidas como pie de atleta o la tiña, que afectan la piel, son causados por hongos pertenecientes a este phylum; otras especies como las del género *Penicilium* son importantes para la industria farmacéutica y láctea.

Figura 12 a) Conidióforo simple de *humicola*; b) Conidióforo ramificado *penicilium*; c) Conidióforo formando pendúculo *aspergillus*.

División Micomicofitos (líquenes)

En este grupo se incluye un tipo especial de organismos, cuya característica esencial es la de estar constituidos por la íntima asociación entre un alga verde o una cianobacteria y un hongo, formando lo que se conoce comúnmente como líquen. Estos organismos se observan como costras azulosas, amarillas o verdosas sobre la corteza de árboles, en las rocas e incluso en el suelo. Los micomicofitos están considerados como plantas, debido a su forma y color, en una división particular, porque cuando el hongo y la alga entran en asociación presentan características especiales que no son observadas cuando hongo y alga crecen por separado.

El líquen a diferencia de los hongos y de las algas (cuyo crecimiento es relativamente rápido), se extiende lentamente. Si bien se desarrolla en ambientes no muy húmedos como la roca desnuda, requiere durante su ciclo de vida de alternar periodos de sequía con los de humedad para poder resistir, característica que favorece que en zonas donde han ocurrido desastres como incendios, erupciones volcánicas o erosiones violentas, sean los líquenes las especies que primero se establecen, por lo que se les llama especies pioneras. Asimismo, las hifas del hongo, al realizar su actividad, secretan ácidos que modifican las condiciones físicas del sustrato, lo que favorece a su vez el establecimiento de otro tipo de vegetación.

Por otra parte, los líquenes se reproducen por fragmentación del cuerpo que contiene hifas y células fotosintéticas; también se pueden formar cuando un hongo, generalmente un ascomiceto, atrapa a una alga o a una cianobacteria apropiada y la penetra; si la alga no se destruye por esta actividad, se forma de nueva cuenta un líquen.

PRÁCTICA DE LABORATORIO

PRÁCTICA DE LABORATORIO NÚM 1: “OBSERVACIÓN DE HONGOS”

Objetivo

Describirás algunas características morfológicas de los hongos a partir de la observación directa y microscópica de especies, para explicar las semejanzas y diferencias que puedan presentarse entre ellos y se comprenda su importancia en la naturaleza.

Problema

Bajo las condiciones de humedad y escasa luz en los frutos almacenados y en algunos productos elaborados se desarrollan los hongos; éstos presentan diferencias morfológicas que se utilizan para su clasificación. ¿Los hongos que se desarrollan sobre frutos almacenados o en productos elaborados presentan las mismas características?

¿Qué similitudes pueden apreciarse en los diferentes tipos de hongos que se presentan sobre los frutos y productos almacenados?

¿Presentan las mismas características los hongos que se desarrollan sobre la materia orgánica muerta?

Las respuestas que puedas dar a estas interrogantes, constituyen una tentativa de hipótesis de trabajo que podrás verificar al realizar lo siguiente:

Procedimiento previo, realizado en casa por los alumnos para preparar u obtener los organismos a observar.

Una semana antes de realizar la actividad se deberán cultivar hongos, mismos que serán observados en el laboratorio.

En una caja forrada previamente en su interior con plástico, coloca un pedazo de pan de marca o de panadería, un pedazo de tortilla humedecida, en caso de ser tortilla dura o fresca; un pedazo de jitomate, una naranja pequeña a la cual se le hará una rajadura en la cáscara; un pedazo de cáscara de papaya u otros alimentos en descomposición. Dejar la caja a la intemperie un día en un lugar sombreado y después tapparla. Colocar la caja, de preferencia en un lugar fresco por cinco días y llevarla posteriormente al laboratorio.

Material

1 microscopio compuesto
1 microscopio estereoscópico
2 agujas de disección
1 pinza de punta roma
5 cajas de Petri
6 portaobjetos
6 cubreobjetos
1 navaja*

Material biológico

Hongos*
Huitlacoche*
Champiñón*

Sustancias

De las siguientes sustancias sólo se ocupa una gota por preparación:
Solución salina al 1% en frasco gotero
Lugol en frasco gotero
azul de metileno en frasco gotero

Procedimiento en el laboratorio

- Abre la caja y separa los diferentes productos colocándolos en una caja de Petri.
- Empleando el microscopio estereoscópico, observa cada uno de los productos y describe la apariencia que tienen los mohos o pelusas que se observan sobre ellos, así como las manchas que aprecies sobre los mismos.
- En el cuadro que se presenta en la sección de resultados deberás indicar que olor despiden los diferentes productos: si es azucarado, picante como vinagre, rancio, fétido, etc. Estas observaciones son subjetivas. Igualmente deberás indicar el color de los mohos, manchas o pelusas, si se ve como polvo o como gelatina.
- Una vez descritos los productos observados con el microscopio estereoscópico, realiza una serie de preparaciones temporales y observa con el microscopio compuesto la estructura microscópica que presentan, añade una gota de colorante y describe que estructura logras identificar. Elabora en una hoja en blanco, esquemas representativos de tus observaciones y anéxala a este reporte. En caso de no observar hifas, conidióforos o esporangióforos señala las características de forma y color que presentan conidiósporas y esporangiósporas.
- Respecto al champiñón y al huitlacoche, haz con un bisturí un corte lo más fino posible tanto en la cabeza del hongo como de su talo o estípite, elabora una preparación temporal, añade una gota de azul de metileno y describe a través de un esquema las estructuras que observa. Elabora el esquema en una hoja en blanco y anéxala al reporte.
- Una vez concluidas las observaciones trata de agrupar a los hongos observados de acuerdo a las características comunes.

* Material que el estudiante deberá aportar el día de su actividad en el laboratorio

Resultados

Apoyándote en el siguiente cuadro y guía para la identificación que se anexa al final de esta actividad, concentra tus resultados para que discutas y elabores tu conclusión:

<i>Sustrato o alimento</i>	<i>Olor que despide</i>	<i>Apariencia de las colonias</i>	<i>Estructuras observadas</i>

Discusión.

1. ¿En qué consisten las diferencias que presentan los hongos encontrados o desarrollados en los distintos materiales?

2. ¿Qué el origen tienen olores que despiden los diferentes alimentos? Señala si éstos nos pueden indicar cuál sustancia o compuesto degradan los hongos

3. Tras realizar las observaciones con el microscopio compuesto, qué estructuras pudiste identificar en los organismos observados.

4. Con base en las características observadas en los diferentes organismos, ¿Cómo clasificarías a los organismos observados?

5. Apoyándote en los contenidos revisados en este fascículo, ¿a qué división pertenecerían los hongos identificados?

Conclusión

Elabora tu conclusión de la actividad realizada tomando en cuenta: tipo de organismo que observaste (moho, pelusa, gelatina, etc.), ¿presentan todos la misma forma celular y las mismas estructuras subcelulares? ¿Tras utilizar el microscopio compuesto en todos los alimentos encontraste los mismos organismos? ¿Los resultados anteriores comprueban tu hipótesis propuesta?

ANEXO

Guía para la identificación aproximada por morfología externa de algunos mohos y hongos presentes en algunos sustratos.

Colonias circulares de color verde o verde azul en el centro y blanco en las orillas a semejanza de polvo o ceniza.

Fig. 13. *Penicillium* sp.

Colonias blancas como pelusas
Con extremos con puntos negros.

Fig. 14. *Rhizopus* sp.

Células libres, o unidas formando
Filamentos de forma generalmente
esféricas.

fig.15. *Saccharomyces* sp.

colonias de color negro como vello.

fig. 16 *Aspergillus* sp.

Colonia de color negro con
Mancha o costra ligeramente blanda.

FIG.17 *Nigrospora* sp.

Colonia de color rojo anaranjado
Como mancha pegajosa.

fig. 18 *Neurospora* sp.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

1. En el siguiente cuadro, señala las características para cada una de las divisiones propuestas para los hongos pluricelulares.

<i>División</i>	<i>Hifas</i>	<i>Reproducción</i>	
		<i>Sexual</i>	<i>Asexual</i>
Zigomycetes			
Ascomycetes			
Basidiomycetes			
Deuteromycetes			
Micromicofitos			

2. En las figuras 19, 20 y 21, identifica la división a la que pertenece cada hongo y las partes que lo componen.

Figura 19.

Figura 20.

Figura 21.

3. Investiga los tipos de nutrición que presentan las algas. Explica también la función que desempeñan los hongos y las algas en la nutrición del líquen.

1.4 IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y ECONÓMICO-SOCIAL DE LOS HONGOS

Desde el punto de vista biológico, los hongos son importantes dentro de los mecanismos de circulación de nutrientes en la naturaleza, dado que la formación de detritus y humus se ve afectada considerablemente si los hongos escasean, ya que éstos son capaces de degradar sustancias muy complejas como: madera, queratina, celulosa, entre otros. Asimismo, los organismos simbiotes, aquellos que viven en asociación benéfica con otros son necesarios para la movilización de nutrientes en algunos suelos. Se considera, también, que cerca de un 80% de plantas vasculares establece algún tipo de micorriza, hecho detectado en especies fósiles con el objetivo de establecer los posibles mecanismos de colonización de la tierra por los organismos fotosintéticos.

En estudios sobre genética, especies como la *Neurospora*, son un magnífico material de investigación por su naturaleza haploide, pues su mecanismo de nutrición ha permitido comprender algunas vías metabólicas en la síntesis de enzimas y de proteínas, igualmente, el movimiento del citoplasma en las hifas a través de los poros presentes en los septos ha contribuido a explicar los mecanismos de ciclosis y transporte de nutrientes.

Los hongos, al producir gran cantidad de compuestos orgánicos, denominados metabolitos secundarios se emplean en diversas industrias, como la farmacéutica, en donde se obtienen de los hongos algunos antibióticos; en la industria vitivinícola para fermentar vinos y mostos³ de granos; en la láctea para la manufactura de algunas clases de queso. De la misma manera, existen numerosas especies comestibles de hongos como el champiñón, el hongo negro, las trufas, entre otros.

La importancia de los hongos parásitos no es menor, debido a que algunos de ellos suelen emplearse en el control biológico de plagas, pues al ser parásitos específicos no dañan al delicado equilibrio de la Naturaleza. En el caso del parasitismo al hombre, representan grave riesgo a la salud ya que son organismos resistentes a los antibióticos más usuales. El “pie de atleta”, la “tiña”, las “candidiasis” entre otras enfermedades se deben a los hongos.

Por otra parte, los parásitos patógenos son causantes de graves daños no sólo biológicos, sino también económicos, dado que éstos destruyen totalmente cosechas agrícolas. En otros casos, los productos quedan inutilizados al conservar las toxinas producidas por los hongos, situación que afecta la salud e incluso puede provocar la muerte en el hombre. El biodeterioro que causan los hongos sobre materias inertes como las telas, la madera, el yeso, los jabones, entre otros, ha despertado gran interés entre los investigadores para buscar alternativas de desintegración de materiales altamente resistentes como los plásticos.

³ Zumo de las frutas jugosas. Líquido con granos.

EXPLICACIÓN INTEGRADORA

REINO FUNGI

Tipo celular	Levaduriforme filamentosa (hifa)
Envolturas celulares	Quitina
Pigmentos fotosintéticos	Ausentes
Modo de nutrición	Parásita Holozoica Saprofita
Sustancias de reserva	No tiene
Movilidad	Ausente
Nivel de complejidad	Talo
Tipo de reproducción	Sexual } Asexual } esporas

2. REINO PLANTAE

El reino *plantae* comprende a los seres vivos que se identifican como plantas, en su mayoría terrestres, cuya organización pluricelular comprende células eucariontes, con pared celular compuesta de celulosa, que tienen capacidad para almacenar almidón como sustancia de reserva. Estas células carecen de organoides de locomoción, como cilios o flagelos, presentan plástidos y pigmentos fotosintéticos verdes (clorofilas *a* y *b*) amarillos, anaranjados y rojos (carotenos y xantofilas); son sésiles, es decir, viven fijos al sustrato y las respuestas que presentan a los estímulos del medio son muy simples.

En su mayoría, los organismos del Reino Plantae, aproximadamente 300,000 especies, presentan reproducción sexual oogámica, en la cual las células reproductoras, gametas, se forman en órganos sexuales morfológicamente distintos, pues los órganos masculinos (anterozoides o polen) son pequeños y móviles, mientras que el femenino (osfera u óvulo) es más grande e inmóvil. Dentro de su ciclo de vida, las plantas observan, además, la *alternancia de fases citológicas*⁴, es decir, a partir de un cigoto diploide se desarrolla una estructura especial, el esporofito, donde por meiosis se forman esporas haploides, que al germinar dan origen al gametofito, estructura con la mitad de cromosomas, en donde se forman los órganos sexuales (anteridios y arquegonios). Algunas especies de plantas se reproducen asexualmente por mecanismos vegetativos de gemación o fragmentación.

En las plantas más sencillas, como los musgos y los helechos, la alternancia de fases se manifiesta en apariencia en dos estructuras distintas, mientras que las plantas superiores, las que forman flores, el gametofito es muy reducido y poco notable, pero aún ellas, dentro de su ciclo de vida, existe un estado en donde hay formación de gametas, células con la mitad del número de cromosomas que al fusionarse restablecen la condición diploide.

2.1 CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS GENERALES

En la antigüedad, los investigadores clasificaron a los vegetales de acuerdo con la similitud-diferencia de caracteres morfológicos externos (presencia o ausencia de flores, consistencia del tallo, disposición de las hojas en el mismo, disposición de las nervaduras, tipo de semilla, etc.), lo que hizo necesario analizar con más detalle las características internas de los vegetales, su fisiología, sus ciclos de vida y mecanismos de reproducción, además de considerar la producción de ciertas sustancias químicas (terpenos, alcaloides, taninos, etc.) y el número de cromosomas que presenten, ya que se descubrió que éstos podían cambiar desde la haploidía hasta la poliploidía, lo cual permitió establecer las posibles relaciones filogenéticas entre las diferentes especies del Reino Plantae.

⁴ En el fascículo III de Biología II, se estudiará con más detalle este hecho biológico.

En el fascículo VI de Biología I, se expone una explicación tentativa del origen monofilogenético de las plantas modernas, la cual señala que dentro de la diversidad pluricelular los organismos pueden alcanzar diversos niveles de complejidad estructural, siendo estos: talo, órganos y sistemas de órganos. Se explicó que los vegetales presentan la organización de talo, cuando las células que los conforman tienen poca diferenciación, siendo muy semejantes entre sí, tanto funcional como estructuralmente; o bien el nivel órgano, cuando las células asociadas al desempeñar una función específica se diferencian morfológicamente, dando lugar a los tejidos, que a su vez conforman los órganos que por tradición se identifican en un vegetal (raíz, tallo, hojas, flores y fruto).

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

1. Señala las funciones que realizan las siguientes estructuras, presentes en la mayoría de los vegetales

Raíz _____

Tallo _____

Hojas _____

Flor _____

Fruto _____

2. Señala en el siguiente cuadro las características taxonómicas que diferencian a los vegetales de otros organismos.

<i>Características</i>	<i>Plantas verdes</i>
Pared celular (compuesto almacenado)	
Condición del núcleo (haploide o diploide)	
Tipo de organización (nivel de complejidad de los organismos)	
Nutrición	

2.2 TEJIDOS VEGETALES

Como se observa, las plantas poseen una organización más compleja que los hongos y las algas, debido a que las plantas poseen órganos bien diferenciados constituidos por *tejidos*, los cuales se toman en cuenta de manera especial, ya que su disposición y arreglo en los diferentes órganos que componen el cuerpo del vegetal se considera con valor taxonómico o de clasificación.

En las plantas se identifican diferentes tipos de tejidos al observar al microscopio un corte de tallo, raíz o de una hoja, apreciándose células de diferente forma, la cual está relacionada con su función y da el nombre a los tejidos vegetales. Así, se identifican cuatro tipos de tejidos:

Tejido vascular. Este tejido es una de las características más relevantes en las plantas terrestres, pues el cuerpo tridimensional requiere de una estructura que le proporcione transporte de sustancias nutritivas; primero desde el suelo al interior de la planta, después hasta el lugar aéreo donde se realiza la fotosíntesis. El sistema vascular que presentan las plantas se encuentra constituido por dos tejidos: el *xilema*, que transporta agua y minerales disueltos de la raíz a la parte aérea, y el *floema* que transporta el alimento fabricado en las partes verdes del vegetal a otras regiones del mismo, incluida la raíz.

Figura 22. a) Xilema; b) Floema.

Las células características del *xilema* son las *traqueidas*, el desarrollo de los cuales implica el alargamiento y la pérdida paulatina del núcleo y citoplasma y el depósito de lignina en ciertas regiones de la pared celular (este fenómeno se conoce como *lignificación*), lo cual produce el engrosamiento de la misma y finalmente la muerte de la célula, hecho que favorece que el agua con sales minerales pueda fluir contra la gravedad. El xilema en especies arbustivas y leñosas presenta también las *traqueas*, estructuras que se forman por la fusión de varias filas de traqueidas, que constituyen los haces vasculares.

Figura 23. Proceso de diferenciación de las traqueidas.

El floema es un tejido formado por células que tienen paredes laterales delgadas y transversales. Las laterales, que entran en contacto con las células vecinas, presentan perforaciones a manera de tamiz o criba, células cribosas o vasos cribosos, a lo largo de los cuales se identifican conexiones con las células vecinas o células acompañantes, lo que favorece que el flujo de las sustancias ya elaboradas sea lento y se pueda distribuir horizontalmente por el cuerpo del vegetal.

Por último, siendo su función la de conducir sustancias por el interior del cuerpo del vegetal, el tejido vascular lo podemos distinguir en las tres estructuras vegetativas: raíz, tallo y hoja.

Tejido epidérmico. Este tejido cumple con la función de proteger el cuerpo del vegetal y se compone de células cuyas membranas externas presentan una cutícula que impide la pérdida de agua, cutícula formada por una sustancia cerosa (*la cutina*). En algunos órganos como la raíz, las células epidérmicas forman “pelos”, estructuras que se observan como prolongaciones de la pared externa de las células, con funciones de absorción de agua y sales minerales. También en regiones del tallo hay “pelos”, que desempeñan funciones de tipo glandular o de protección para reducir las pérdidas de agua por evaporación, lo cual se observa en la parte externa de algunas plantas del desierto como los “viejitos” o las “orejas del burro”, así como en las ortigas.

Figura 24. Pelos.

En las hojas, el tejido epidérmico de la región inferior presenta numerosos poros microscópicos (estomas) rodeados por células de forma arriñonada, que al regular su cierre o abertura permiten el intercambio de gases y agua entre el interior de la hoja y el ambiente exterior casi seco.

Tejidos primarios. Estos tejidos constituyen la masa principal de las partes suaves del vegetal; está formado en su mayor parte por células de paredes delgadas, con vacuolas grandes, reteniendo el contenido viviente por un tiempo considerable. Cuando las células contienen clorofila el tejido se llama *parenquima clorofílico* o de *nutrición*; en otras zonas las células presentan *leucoplastos*, por lo que el tejido es de reserva o almacenamiento de sustancias orgánicas. Hay también células que presentan un ligero alargamiento y se engruesan sólo en su vértice (tejido de *colenquima*), cuya función principal es de sostén.

Otro tejido de sostén lo constituye el *esclerenquima*, en el que se distinguen dos tipos de células: unas esféricas (células pétreas) y otras alargadas (fibras). Característico de estas células es que en el primer caso, éstas se lignifican pero no se alargan, por lo que adquieren forma esférica, mientras que las fibras son células elásticas, que conforme alcanzan su talla máxima se lignifican y llegan a perder su citoplasma. Estas células se identifican en que ambas tienen pequeños canales a través de las paredes engrosadas que comunican con las células vecinas, situación que favorece el flujo de materiales.

Las células pétreas son comunes en las cubiertas de las semillas y en la pulpa de algunos frutos como la pera, lo que le da una textura arenosa. Las fibras por su parte, son células que se localizan en los órganos rígidos de los vegetales. Entre los vegetales más utilizados para la extracción de fibras para uso industrial se pueden citar al cáñamo, el lino, el henequén, entre otros.

Figura 25. Esclerenquimia: a) pétreas; b) fibras.

Tejidos meristemáticos. En las plantas pluricelulares, el crecimiento longitudinal y en circunferencia es posible debido a la presencia de un tejido formado por células no especializadas con capacidad de continuar multiplicándose por mitosis, los *meristemas*, que literalmente significa “me divido”, que se encuentran en un arreglo muy compacto, ya que no existen espacios intercelulares; el núcleo constituye gran parte del volumen intracelular y presenta paredes celulares muy delgadas con vacuolas pequeñas o escasas. Los meristemas que se localizan en el extremo del tallo y de la raíz del vegetal, los cuales determinan el crecimiento longitudinal, son los *meristemas secundarios*, responsables del crecimiento en grosor de la planta.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

¿Recuerdas cómo se denominan los tejidos presentes en los distintos órganos de las plantas, y sus principales características? Completa el siguiente cuadro.

<i>Tejido vegetal</i>	<i>Subclasificación</i>	<i>Función</i>	<i>Tipo de célula diferenciada (forma, nombre)</i>
Vascular	Xilema		
	Floema		
Epidérmico			
Primario	Nutrición		
	Reserva		
	Colenquimia		
	Esclerenquimia - Pétreos - Fibras		
Meristemas	Primarios		
	Secundarios		

2.3 CLASIFICACIÓN DEL REINO PLANTAE

La identificación de los tejidos descritos en el cuerpo de los vegetales y de los órganos que se reconocen en ellos tradicionalmente, llevó a las primeras clasificaciones del Reino *Plantae*. Así, los organismos que presentaban una organización corporal simple fueron clasificados como *talofitas*, mientras que aquellos que tenían un sistema vascular en sus órganos se consideraron como *cormofitos*, *traqueofitos* y *spermatofitos*.

En los talofitos se incluía gran variedad de organismos desde unicelulares hasta pluricelulares, razón por la cual, el término se dejó de emplear. En la actualidad, los vegetales más sencillos que no poseen una diferenciación de tejidos ni de órganos se incluyen en la División Briofita. El término traqueofito se conserva para señalar a los vegetales superiores o vasculares y comprende para algunos taxónomos y botánicos dos divisiones.

En la clasificación propuesta por Whittaker y considerada por Margulis, los vegetales son agrupados en dos phyla; sin embargo, la mayoría de los taxónomos y en especial los botánicos, continúan empleando los términos propuestos por Linneo (fascículo V de Biología I).

Con base en lo anterior, en este fascículo se tomará como referencia la terminología de división para explicar las características distintivas de los grupos de vegetales que se indican en el siguiente cuadro.

División	Nombre común
Briofitas	Musgos Pterophyta
Helechos	
Coniferofita	Coníferas
Antophyta	Angiospermas
Clase monocotiledónea	
Clase dicotiledónea	

División Briofita

Los vegetales briofitas se consideraron dentro de las talófitas, porque su organización corporal no presenta órganos diferenciados; las estructuras aparentes de raíces, tallos y hojas no tienen diferenciación interna de tejidos (xilema y floema) y adquieren una estructura laminar en donde se identifican unas prolongaciones verdes a manera de hojas llamadas *filodios*. Estas plantas comprenden a una serie de organismos pluricelulares que habitan sitios húmedos y sombreados, que aunque son capaces de resistir periodos de desecación, requieren de agua para poder reproducirse.

Las briofitas agrupan principalmente tres clases de plantas, siendo la más común los musgos, en tanto las hepáticas y antecerotales, son organismos poco perceptibles y su localización bastante difícil, a diferencia de los musgos que se encuentran ampliamente distribuidos en la Naturaleza y que resisten las más variadas condiciones ambientales encontrándose en el piso de bosques, sobre madera de árboles o sobre las rocas de los desiertos, donde forman un mullido tapete de vegetación verde con apariencia aterciopelada. En este sentido, los musgos son vegetales representativos de las briofitas.

Dentro de las briofitas, los musgos son los organismos más complejos, dado que en éstos la organización corporal del gametofito (fase haploide) se observa como un eje multicelular más o menos erecto, en donde las "hojas" se acomodan en espiral en torno al eje; los filodios se encuentran formados por una capa de células con capacidad de realizar la fotosíntesis por contener clorofilas *a* y *b*, además de almacenar almidón como sustancia de reserva. La fijación del eje al sustrato se realiza mediante los *rizoides*, estructuras que desempeñan actividades de fijación, ya que la absorción del agua y las sales minerales se realiza mediante mecanismos de sifusión a partir de la célula vecina o directamente del aire. En este mencionado eje multicelular se desarrollan los anteridios y los arquegonios en estructuras formadas por un conjunto de células estériles conocidas como gametangios; los anteridios se observan en forma de masa, lugar en que se originan los anterozoides. A su vez, los arquegonios presentan forma de botella y en su interior se desarrolla la oosfera que, fecundada, dará origen al esporofito (fase diploide), el cual se aprecia como un filamento en cuyo extremo se localiza una cápsula, sitio en que se formarán las esporas, las cuales tienen una forma característica para cada especie de musgo.

Figura 26. Ciclo biológico de un musgo: a) Urnas; b) Seda; c) Cofia; d) Esporas; e) Anteridios; f) Arquegonios; g) Rizoides.

La reproducción de los musgos también puede ser asexual, por fragmentación del cuerpo vegetativo, que son pequeñas estructuras de diseminación (*propágulos*)

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Dibuja un musgo y señala en el sus principales estructuras.



Importancia de las briofitas

Los musgos tienen un papel importante en la Naturaleza, dado que su función es de proteger el suelo ante los procesos de erosión. El mantillo verde que se aprecia sobre el suelo (musgo) en zonas forestales favorece los procesos de filtración del agua, a la vez que modifica los valores de acidez del suelo que influyen en los procesos de nutrición vegetal.

En zonas templadas y frías, los musgos siempre han desempeñado un papel importante en la formación del suelo. El musgo de los pantanos, que pertenece al género *Sphagnum* es un ejemplo característico que se da ampliamente en lugares húmedos o planicies inundables de montañas e inclusive cerca de lagos y estanques, a los cuales transforman lentamente en pantanos, y bajo determinadas condiciones ambientales, en turberas. Este proceso que llega a durar cientos de años, dio lugar en el pasado a la formación del carbón vegetal, material que es empleado en algunos países como combustible. La turba también se utiliza como mejorador de suelos debido a su capacidad para absorber agua, además de que su pH ácido favorece los mecanismos de nutrición vegetal.

Las briofitas hepáticas y antocerotales, son importantes en los estudios sobre diversificación vegetal.

División Pteridophyta

Esta división corresponde a la señalada por Margullis como Phylum Filocofitos y comprende a un grupo de vegetales que carecen de flores, los cuales presentan en su organización corporal una diferenciación sencilla de órganos. Los pteridofitos más conocidos son los helechos, que al igual que los musgos crecen en sitios húmedos y sombreados, principalmente en ambientes tropicales, aunque en zonas templadas, como los bosques, se encuentran en sitios con luz difusa; también existen especies acuáticas y xerófitas que se desarrollan en lugares secos como las hendiduras de las rocas. Las xerófitas aprovechan las breves temporadas de lluvia para realizar su reproducción sexual, ya que las células masculinas requieren de agua para su desplazamiento.

En los pteridofitos, el esporofito presenta en su organización corporal diferenciación de raíces, tallos, hojas (con altura hasta de 60 centímetros en organismos como el *Pteridium* y *Pteris*, helechos comunes). En zonas tropicales se han descubierto especies gigantes de helechos que llegan a medir hasta dos metros, como el helecho arbóreo del género *Alsophila*. Por otra parte, los tallos, subterráneos en la mayoría de las pteridofitas, constituyen el *rizoma*, estructura que almacena gran cantidad de almidón, el cual es delgado y frágil y en el que se observa diferenciación entre las células del xilema y del floema. El rizoma, además de favorecer la fijación contribuye activamente en los procesos de absorción del agua y sales minerales, así como en su transporte por la planta.

Las hojas o frondas crecen enrolladas en los helechos, en los que a medida que avanzan en su desarrollo se despliegan. Éstas se encuentran constituidas por un eje principal a los lados del cual se presentan las pinnas, pequeñas estructuras que aparentan hojas. En algunas especies, la superficie interior de las hojas (*esporofilas*) contiene esporangios, estructuras que crecen en grupos llamados soros, siendo éstos los que dan origen a las esporas (en determinadas especies, los esporangios crecen sobre pedúnculos independientes).

La forma y ornamentaciones que presentan las esporas, así como algunas características de los ciclos de vida, se toman como criterios para clasificar a las casi 17000 especies vivas que se conocen de los helechos en la actualidad.

En la fase haploide, el gametofito se observa como pequeñas estructuras verdes en forma de corazón (*prótalo*), que en su parte interior desarrollan los gametogios, antéridos y arquegonios que formarán a las gametas, anterozoides flagelados y los óvulos. En los helechos, el gametofito es un organismo independiente en lo que se refiere a la nutrición, pues presenta pigmentos fotosintéticos.

Figura 27. Helecho

Importancia de los pteridofitos

El estudio de los helechos es importante porque brinda la posibilidad de comprender algunos de los mecanismos de la diversificación vegetal, en especial en lo que se refiere a las complejidades que presentan el sistema vascular, el gametofito y el aparato fotosintético. Algunas especies de helechos se proponen como antecesores de las plantas con semilla.

Desde el punto de vista económico, los helechos se cultivan en grandes invernaderos para comercializarlos como plantas de ornato debido a lo vistoso de sus frondas.

División Coniferophyta o coníferas

Esta división incluye a gran cantidad de especies de árboles forestales conocidas comúnmente como coníferas, las cuales pertenecen a uno de los grandes grupos de plantas con semilla, las *gimnospermas*. Los organismos de las coníferas son *moicos*, es decir, en la misma planta se encuentran las flores masculinas y femeninas. Su nombre se debe a que sus semillas, protegidas sólo por las brácteas que se aprecian como pequeñas láminas o escamas que crecen alrededor de un eje en disposición espiral, se desarrollan en estructuras secas conocidas como *conos*. Aspecto importante en las plantas con semillas es el hecho de que no dependen del agua para transportar o acercar el polen de las flores masculinas a las femeninas. Este proceso, polinización, se realiza por el aire, es decir, en anemófila. El polen y los óvulos son producidos por gametófitos que en este caso se encuentran muy reducidos y dependen del esporofito, identificado por todos como el árbol. Las esporas que dan origen al gametofito son distintas, lo que determina la condición heterosporada: las microsporas darán origen al gametofito masculino, en tanto que las megasporas al gametofito femenino. Ejemplos de organismos de coníferas son: pino de navidad (*Abies religiosa*), pinabete (*Tsuga canadiensis*), pino común (*Pinus Sylvestris*), falso ciprés (*Chamaecyparis lawsoniana*) entre otros.

Figura 28. Estructuras características de las coníferas.

En las coníferas, el esporofito, presenta un tallo leñoso (tronco) resultado de la agregación anual de células de tejido parenquimatoso –que al crecer mueren sus espacios celulares y se llenan de taninos, sustancias que endurecen los tejidos–, así como resinas que dan el color característico a la madera además de proporcionarle resistencia contra el ataque de insectos. Este tronco crece recto y sus ramas se extienden lateralmente dándole a la copa la forma característica. En tanto, las hojas, en forma de escamas o aciculares (como aguja), pueden llegar a medir hasta 10 cm de longitud o más.

El sistema vascular de las coníferas está formado por traqueidas y vasos cribosos, al lado de los cuales se encuentran células parenquimatosas fotosintéticas, que suelen concentrar, también, sustancias resinosas que tienen efecto cicatrizante si la hoja es lesionada. La epidermis es dura pero porosa, característica que permite a las coníferas soportar largos periodos de poca humedad (típico en las zonas templadas), así como el peso de la nieve en zonas frías.

Figura 29. Hojas aciculares.

Por otra parte, la semilla que se origina de la fecundación (el embrión del esporofito) y está provista de una membrana que facilita la dispersión por el aire, presenta varios cotiledones (hojas embrionarias que aparecen cuando la semilla germina) y la *testa*. Otra estructura de la semilla que se origina del esporofito, es leñosa y contiene igualmente sustancias resinosas que le confieren protección del ataque de los insectos. Esta semilla, a diferencia de las esporas de las criptógamas y hongos, representan una ventaja evolutiva, pues aseguran la supervivencia del esporofito en el medio terrestre.

Importancia de las coníferas

Los pinos son del grupo de las gimnospermas, los organismos más estudiados y aprovechados por el hombre. Los bosques, grandes asociaciones de pináceas, representan en algunos países una fuente importante de ingresos, ya que los productos forestales (madera, resinas, brea, trementina, celulosa, etc.) son industrializados para la construcción de muebles, artesanías o en la elaboración de papel, carbón, algunas bebidas y solventes como el alcohol de madera. Existen, además, otras especies de las que se comercializan sus frutos, como el pino piñonero. Asimismo, los pinos como comunidad son importantes ya que representan el hábitat de gran variedad de organismos, aves, mamíferos e insectos, además de que el estudio de sus ciclos vitales ha permitido explicar el auge que organismos de este tipo tuvieron en el periodo Pérmico.

División Antophyta o angiospermas

Otro gran grupo de plantas que producen semillas protegidas en estructuras cerradas, los frutos, son las angiospermas, división que ubica la mayoría de las plantas arbóreas, arbustivas y las hierbas conocidas, que a su vez se dividen en plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas, subdivisiones que toman en cuenta diversas características como: nervaduras de la hoja, disposición del sistema vascular en el tallo, tipo general de raíz, tipo de semilla y fruto.

Monocotiledóneas

Estas plantas se caracterizan por presentar un sistema vascular distribuido irregularmente en el tallo, sin cambio secundario; las nervaduras de las hojas son paralelas entre sí; los verticilos o partes florales se encuentran en múltiplos de tres, y las semillas poseen un solo cotiledón, siendo éste la primera hoja del nuevo esporofito.

Entre las monocotiledóneas hay plantas conocidas como pastos, dentro de los cuales se incluyen: el maíz (*Zea mays*), el trigo (*Triticum vulgare*), la avena (*Avena sativa*), la cebada (*Hordeum vulgare*) bambú y gran variedad de palmas entre otras.

Figura 30. Monocotiledóneas.

Este grupo de plantas presentan sistema vascular dispuesto en un cilindro tubular, las nervaduras de las hojas tienen disposición reticulada; los verticilos o partes florales en múltiplos de cuatro o cinco, y la semilla se puede dividir en dos masas compactas o cotiledones, para lo cual, que el esporofito al nacer presenta dos hojas con una raíz dominante. Como ejemplo de estas plantas están el tamarindo (*Tamarindus indica*), garbanza (*Cicer arietinum*), cacao (*Theobroma cacao*), encinos, álamos, etc.

Figura 31. Dicotiledónea.

La subdivisión en familias de las angiospermas se basa principalmente en la estructura de la flor, que es un órgano constituido por un conjunto de hojas modificadas y especializadas en el cumplimiento de la función de reproducción, en la cual se forman las estructuras masculinas (las enteras) y las femeninas (los pistilos), donde se desarrollan el polen y los óvulos, respectivamente. Las flores, además, presentan estructuras accesorias, como los pétalos de colores llamativos, lo que favorece la atracción de los polinizadores, que protegen a las partes reproductoras y las brácteas, que suelen rodear las estructuras reproductoras o las flores y presentan igualmente colores llamativos. Ejemplo de lo anterior lo encontramos en la margarita, la bugambilia y en las nochebuenas.

Importancia de las angiospermas

La importancia social y económica de las angiospermas se debe a que constituyen los productores primarios del alimento para el hombre y el resto de los seres vivos, ya sea porque se consume todo el vegetal o sólo algunas de sus partes como tallos, hojas, raíces, flores, frutos, o semillas. Igualmente, las angiospermas proporcionan materia prima para la elaboración de productos como el azúcar, o bebidas. De angiospermas se obtienen algunas de las principales fibras naturales como el algodón, el cáñamo, el henequén, el lino y resinas como el látex.

En la industria farmacéutica y en la medicina natural, el empleo de las angiospermas, ya sea para extraer sustancias base como la cocaína (*Erythoxylon coca*), la marihuana (*Cannabis indica*), o para utilizarlas como recurso para conservar la salud, ha sido relevante desde tiempos remotos. Asimismo, la esencia de algunas especies se utiliza como aditivo culinario o bien para la elaboración de perfumes. Las flores de ornato son también un recurso económico en muchos países por las divisas que proporcionan.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Analiza los esquemas de los vegetales que se presentan a continuación y describe si éstos son mono o dicotiledóneos. Argumenta tu respuesta.

fig. 32.

fig. 33.

EXPLICACIÓN INTEGRADORA

REINO PLANTAE

Tipo celular	Eucarionte diploide (con pared celular)
Envolturas celulares	Celulosa
Pigmentos fotosintéticos	Carotenos Clorofila <i>a</i> y <i>b</i> <i>Xantofila</i>
Modo de nutrición	Autótrofa
Sustancias de reserva	Almidón
Movilidad	Ausente
Nivel de complejidad	Talo Tejidos Órganos
Tipo de reproducción	Alternancia de generaciones oogámica Asexual (algunas especies)

3. REINO ANIMALIA

Este reino agrupa a los animales pluricelulares cuyas células eucariontes no tienen pared celular, carecen de plastidos y almacenan carbohidratos en forma de glucógeno; algunas células presentan cilios o flagelos u otras especializaciones; los órganos presentes se integran en: aparatos y sistemas de aparatos generalmente internos con un crecimiento diferencial y limitado. De nutrición heterótrofa ya sea por absorción, como los parásitos, o por ingestión, como los organismos de nutrición holozoica, la obtención inicial de los alimentos en los organismos del Reino Animalia es posible por la presencia de diversos órganos que conforman el aparato digestivo. Asimismo, en los animales pluricelulares la respiración es aerobia, en la que el intercambio de gases se realiza con la participación de estructuras especializadas que a su vez constituyen el aparato respiratorio y todas tienen capacidad de locomoción; la irritabilidad es más compleja que en los vegetales.

En el Reino Animalia el desarrollo embrionario se da a partir del cigoto, durante el cual se presentan patrones de segmentación característicos que dan origen a diversas capas celulares: ectodermo (capa externa), mesodermo (capa media) y endodermo (capa interna), mismas que se toman en cuenta en la clasificación de estercino. Durante la segmentación se puede originar una cavidad que alojará a los órganos (celoma), aunque en algunos animales ésta no está bien diferenciada (pseudoceloma).

3.1 CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS GENERALES

En la tarea de clasificación de los animales, los zoólogos buscan tomar en cuenta el mayor número de características que permitan establecer en lo posible las relaciones de descendencia-ascendencia, razón por la cual se considera más antiguos a los animales que presentan escasa diferenciación y como más modernos a los que presentan mayor especialización de funciones cuya complejidad corporal presenta órganos y sistemas de órganos formados por diversos tejidos.

Los criterios que se toman en cuenta para clasificar el Reino Animalia son:

Tipo de simetría

En general los organismos de este reino se incluyen dentro de dos tipos de simetría que corresponden a los planos de igualdad, o partes con diseños geométricos equivalentes, siendo estos: bilateral, en la que se observan dos planos aparentemente iguales en toda su longitud y la radial, en donde los organismos a partir de un eje central se pueden dividir imaginariamente en radios o rayos.

Figura 34. Simetría bilateral.

Figura 35. Simetría radial

Tipos de segmentación

es una característica que se refiere al tipo de partes que se pueden reconocer en el cuerpo del animal, en que pueden estar encubiertas. En el caso de vertebrados, por ejemplo, está representada por la columna vertebral que forma el eje del cuerpo. La segmentación se puede dar a nivel superficial o bien afectar a los órganos internos.

Figura 36. a) Planaria: no segmentada; b) Anélido: segmentado; c) Humano: segmentado.

Presencia o ausencia de cavidad corporal o celoma

Se señaló en la diagnosis que el celoma es una cavidad localizada entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo, encontrándose en ella otros aparatos y sistemas de órganos como el reproductor, el excretor y el respiratorio.

Figura 37. Cortes de organismos sin celoma y con celoma.

Número de capas germinales

Durante su formación y desarrollo embriológico, la mayoría de los animales presentan la formación de dos o tres capas germinales que darán origen a los diferentes tejidos y órganos. Así, los animales que presentan sólo dos capas, ectodermo y endodermo, son los *diblásticos* o *diploblásticos*, mientras aquellos en los que se forma la tercera, el mesodermo, reciben el nombre de *triblásticos* o *tripoblásticos*.

Curso y grado de desarrollo de ciertos órganos y sistemas

Al aumentar el número de capas germinales, la especialización celular y la división del trabajo también aumentan, lo que se traduce en una mayor complejidad de ciertos órganos, como los que constituyen el aparato digestivo, en el cual se aprecia la evolución desde una cavidad sin órganos especializados, hasta un aparato digestivo completo, con boca y ano, pasando por grupos que presentan aparato digestivo con boca, pero sin ano.

3.2 TEJIDOS EN ANIMALES

Como se observa, los criterios empleados en la clasificación animal difiere ligeramente de los usados para clasificar a los vegetales, sin embargo, también los tejidos constituyen un nivel de organización determinante en el aumento de la complejidad orgánica.

¿Cuáles son los principales tejidos que se identifican en los animales? En el Reino *Animalia*, los tejidos que se identifican en los diversos organismos se forman a partir de las capas embrionarias, éstos son: tejidos epiteliales, tejidos conectivos, tejidos musculares y tejido nervioso.

Tejido epitelial

En términos generales, el tejido epitelial está formado por células poco diferenciadas, con funciones de protección, lubricación, absorción, secreción y excreción. Esta variedad de funciones es posible porque las células presentan distinta morfología y se encuentran además arregladas en un número determinado de capas. Los epitelios, nombre que reciben estas capas celulares, generalmente están en contacto con el tejido conectivo por un lado, mientras que por el otro se encuentran libres, lo cual permite comprender por qué los epitelios recubren conductos o cavidades. La clasificación de los epitelios toma en cuenta el número y forma de las células, si éstas presentan o no estructuras especializadas como los cilios. Por otra parte, en los animales hay epitelios simples formados por células de apariencia escamosa o plana, epitelios cúbicos, columnares o estratificados, estos últimos con mayor diversidad celular.

Figura 38. Tejido epitelial: a) Escamoso; b) Cúbico; c) Columnar d) y e) Estratificados.

Tejidos conectivos

Este tipo de tejidos se encuentran formados por células poco diferenciadas, las cuales están en una matriz, entendida ésta como una sustancia que sostiene a las células o que las define, pudiendo ser sólida, semisólida o líquida. A su vez, los tejidos conectivos presentan diversas variedades, como son:

Tejido conjuntivo

Este tejido está formado por células dispersas que se encuentran en una matriz gelatinosa con presencia de diversos tipos de fibra elástica o de colágeno, en haces blanquecinos paralelos. Ejemplo de este tipo de tejido se observa en los tendones (unen a los músculos con los huesos en los animales vertebrados) y en los ligamentos (unen a los huesos entre sí).

Tejido sanguíneo

Formado por células libres incluidas en una matriz líquida (el plasma), el tejido sanguíneo es rico en sales minerales y sustancias nutritivas en suspensión, cuya función primordial es proteger al organismo, pues destruye agentes extraños y transporta los elementos nutritivos y el oxígeno a todas partes del cuerpo.

En el tejido sanguíneo el conjunto tisular se observa rojo en los animales vertebrados a causa de la hemoglobina, aunque también puede ser amarillo o verde como en insectos, o azulado como en los crustáceos. Las células que presenta este tejido son:

- a) *Eritrocitos o glóbulos rojos*. Son de forma lenticular bicóncava, porque maduras carecen de núcleo, aunque son circulares en mamíferos; en peces suelen ser elípticos y nucleados, y su tamaño varía en el hombre, en el que suelen medir entre cinco y seis micras.
- b) *Leucocitos o glóbulos blancos*. De mayor tamaño que los eritrocitos, de entre 9 y 12 micras, con núcleo, son menos numerosos que los eritrocitos, y presentan movimientos amiboides.
- c) *Plaquetas*. Son los corpúsculos más pequeños de la sangre, de entre tres a cinco micras, más abundantes que los leucocitos, pero menos que los eritrocitos, y que al igual que ellos carecen de núcleo, pero no presentan hemoglobina.

Tejido adiposo

Las células que constituyen este tejido son esféricas; la grasa se acumula en su interior desplazando al protoplasma y al núcleo hacia la periferia junto con la membrana celular; la matriz en la que se encuentran incluidas las células presenta pequeñas fibras de colágeno. La función principal de este tejido es de protección mecánica en algunos órganos del cuerpo; forma una barrera protectora contra la pérdida de color en los animales homotermos y contribuye al almacenamiento de sustancias alimenticias de reserva.

El tejido adiposo de los huesos largos, conocido como tuétano, y la médula roja de los huesos cortos, se distinguen por presentar células grandes llamadas mieloplastos, las cuales dan origen a leucocitos de la médula ósea.

Figura 39. Tejido conectivo adiposo.

Tejido cartilaginoso

Las células características de este tejido son las llamadas condriocitos, de forma redondeada o semilunar revestidos de una gruesa membrana celular, que se presentan en grupos de dos o tres, incluidos en la sustancia fundamental, la cual es sólida y transparente (condrinas). Se observan también fibras, mismas que se toman en cuenta para la identificación del cartílago, el cual tiene como función general servir de soporte y protección a diversas estructuras.

En los vertebrados, el esqueleto antes de osificarse es de naturaleza cartilaginosa, aunque en algunos peces el esqueleto es cartilaginoso durante toda la vida del organismo. Ciertas piezas cefálicas de algunos invertebrados, como los moluscos, son cartilagosos, en los que también el pabellón auditivo y los discos de la faringe están formados por este tejido. Igualmente, los cóndilos de los huesos en vertebrados están protegidos por un capuchón de cartílago.

Figura 40.

Tejido óseo

Dentro de los tejidos conectivos, el óseo es el de mayor consistencia por ser más compacto. Las células de este tejido son los *osteocitos*, que tienen forma estrellada y que se encuentran inmersos en las "lagunas" que forman la sustancia fundamental al depositarse en capas concéntricas alrededor de un conducto longitudinal central que encierra un vaso sanguíneo y una fibra nerviosa (*conducto de Havers*). La matriz de este tejido está formada por una parte orgánica, *la osteina*, y una mineral formada por sales de fósforo, carbonatos y fluoruro cálcico, existiendo además fibras de colágeno que le confieren mayor resistencia.

Los osteocitos son células vivas que se comunican entre sí mediante los canalículos (*conductos calcóforos*), recibiendo así todas las sustancias nutritivas necesarias para su metabolismo. Este tipo de tejido es exclusivo de los organismos vertebrados.

Figura 41.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Describe en el siguiente cuadro las características correspondientes al tejido señalado.

<i>Tejidos conectivos</i>	<i>Características de la sustancia fundamental. Matriz</i>	<i>Forma de las células</i>	<i>Función</i>
Conjuntivo			
Adiposo			
Sanguíneo			
Cartilaginoso			
Óseo			

Tejido muscular

Este tejido está formado por células diferenciadas y especializadas (los miocitos) unidas directamente entre sí, que alcanza una longitud de varios milímetros; tiene la propiedad de contraerse o de acortarse bajo la influencia de un estímulo nervioso. Su forma característica es alargada, con protoplasma que presenta varias mitocondrias (*sarcoplasma*), en el cual se observan las llamadas *miofibrillas*, que son filamentos formados por dos proteínas, la *actina* y la miosina, que subdividen a las células en *lisas* o *estriadas*. La función principal de este tejido es la contractilidad y la elasticidad. Por otra parte, la membrana de estas células es el *sarcolema*.

Tejido muscular liso

Se caracteriza por estar constituido de fibras musculares que no se observan en su superficie, ni rayas ni estrías. Estas fibras, anchas en su parte media y delgada en sus extremos, forman los músculos de distintos órganos en los mamíferos, aunque en los invertebrados como los moluscos sus cuerpos presentan casi exclusivamente músculos lisos.

Tejido muscular estriado

Este tejido se observa como una trama de color rojizo que forma las masas comúnmente llamadas músculos; son de contracción rápida y se componen de fibras estriadas con numerosos núcleos en el mismo sentido que las fibras, las cuales están agrupadas formando un haz secundario, conjunto del cual resulta un músculo protegido por una membrana llamada *perimisio externo de tejido conectivo*.

Como se ha señalado , este músculo se encuentra principalmente en organismos superiores, aunque en los artrópodos también se observa, mientras que en los “polipos” se presentan unas células que llamadas mioblastos, que cumplen con la función de contractibilidad que un extremo protegen, mientras que por el otro se largan en un filamento contráctil semejante a una fibra muscular.

Figura 42. a) Fibras musculares lisas; b) Fibras musculares estriadas.

Tejido nervioso

Este es de los tejidos animales más especializados y complejos por la función que desempeñan, con células muy diferenciadas, en que se distinguen tres clases de elementos estructurales: las neuronas, las células neurológicas y la fibra nerviosa.

Las neuronas, células estrelladas de gran tamaño, son generalmente nucleadas y con prolongaciones citoplásmicas cuyo número varía, por lo cual se les clasifica en monopolares, bipolares o multipolares. De estas prolongaciones se destaca una, que se caracteriza por ser larga, fina y sin ramificaciones (el cilindro eje o axón), en tanto las otras ramificaciones son más cortas, ásperas y ramificadas (dendritas). Tanto el cilindro eje como las dendritas terminan en ramificaciones que entran en contacto con las células o con otras prolongaciones que se articulan entre sí; el conjunto de neuronas forman la sustancia gris de los centros nerviosos.

Figura 43. Clasificación de las neuronas.

Las células neurológicas son pequeñas y estrelladas, con muchas prolongaciones poco o nada ramificadas, con granulaciones o sin ellas, pero siempre sin cilindro eje.

La fibra nerviosa, que no es otra cosa que la continuación del cilindro eje, adquiere características especiales al alejarse del cuerpo de la célula. Estas fibras están cubiertas por una materia oleaginosa, la mielina, que aísla la corriente nerviosa, o bien, carece de ella. Asimismo, los cordones formados por la asociación de fibras nerviosas son los conocidos nervios.

Figura 44. Célula neurológica.

Figura 45. Fibra nerviosa.

En los animales inferiores, los elementos nervioso están menos diferenciados y son más sencillos que en los animales superiores, en tanto en los celenterados o enidarios se encuentran reducidos a células epiteliales (neuroepiteliales) en grupos más avanzados como los artrópodos se presentan como ganglios nerviosos.

3.3 CLASIFICACIÓN DEL REINO ANIMALIA

Una vez estudiados los tejidos que se pueden encontrar en los organismos del Reino Animalia será más fácil comprender la clasificación que se propone para este reino. En este fascículo se estudiarán los phyla más fáciles de identificar en un bosque, una selva, una pradera, un riachuelo, el mar, etc., o aquello cuando al practicar una disección de animales como ranas, conejos, pollos, etc., descubras otro tipo de organismos que han pasado inadvertidos en muchas ocasiones.

Los phyla que estudiarás en este fascículo son los que en el siguiente cuadro se representan.

<i>Phylum</i>	<i>Nombre común</i>
Porífera	Esponjas
Cnidaria	Celenterados (medusas, corales, anémonas)
Platyhelminthes	Gusanos planos (tenias, planarias, duelas)
Nemátoda	Gusanos redondos (triquinas, ascaris)
Annelida	Gusanos anillados (lombriz de tierra)
Mollusca	Moluscos (organismos de cuerpo blando)
Arthropoda	Artrópodos (organismos con cuerpo articulado)
Echinodermata	Erizos, estrellas y galletas de mar
Chordata	Cordados (vertebrados y protocordados)

Figura 46. Filogenia del Reino Animalia (tomado de Fried, G. H.: *Biología*, McGraw-Hill, México, 1990, p. 393).

Phylum Porifera (esponjas)

Los poríferos, comúnmente llamados esponjas, son animales acuáticos sésiles, principalmente marinos, con pocas especies de agua dulce. Su organización corporal se aprecia como un saco (*Espongoce*) limitado por dos capas de células unidas entre sí por una sustancia gelatinosa (*Mesoglea* o *mesohilio*), cuyo conjunto presenta una simetría radial, aunque también existen especies asimétricas. La capa celular externa o epidermis de las esponjas está formada por células planas con numerosos poros (lo que da nombre al phylum), mientras que la capa interna está compuesta por *coanocitos* o *células de collar*. Por otra parte, en el mesohilio hay células especializadas amiboides libres, los *amibocitos* y otras fibras como elementos esqueléticos (*espículas*), formadas por carbonato de calcio, sílice o espongina.

Figura 47. Esponja.

Figura 48. Organización corporal de las esponjas (tomado de Storer *et al.*, adaptado de Hyman, *La estructura de las esponjas sencillas*).

En este grupo, cuyos organismos presentan reproducción sexual o asexual, las células reproductoras, óvulos y espermatozoides se forman a partir de los amibocitos o de los coanocitos según la especie de que se trate. Asimismo, la nutrición en las esponjas es heterótrofa por ingestión. Estos mecanismos específicos de reproducción, nutrición, e intercambio de materiales de los organismos con el medio, se estudiará en fascículos posteriores.

Importancia de las esponjas

Consideradas por algún tiempo como vegetales, las esponjas son importantes para la Biología, dado que el estudio evolutivo de sus estructuras ha permitido explicar algunas de las posibles vías de aumento en la complejidad funcional y estructural de las demás especies animales. En el aspecto económico, algunos tipos de esponjas son explotados comercialmente. Ejemplo de ello tenemos en el uso de los exoesqueletos de determinadas especies que se emplean como esponjas para baño.

Phylum Cnidaria ⁵ (medusas, corales, *anémonas*)

Estos organismos son en su mayoría acuáticos, marinos con pocas especies de agua dulce. Sésiles o de vida libre, con simetría radial, se le conoce comúnmente como medusas, hidras y corales. A semejanza de las esponjas, el cuerpo de los celenterados está constituido por dos capas celulares que presentan una cavidad gastrovascular llamada *celenterón*, que se comunica al exterior por un orificio o boca rodeada de tentáculos. La capa celular exterior constituye la *epidermis*, mientras que la interna constituye la *gastrodermis*. En estas dos capas celulares se distinguen elementos musculares y nerviosos, aunque no existen sistemas de órganos especializados. Como células diferenciadas presentan, principalmente en los tentáculos, a los *cnidocistos* de forma ligeramente ovoide, que tienen en su interior un tubo o filamento espiral comprimido (*nematocito*) dentro de una cápsula con una sustancia urticante, el cual es expelido cuando el animal es estimulado al participar en las funciones de alimentación, defensa o fijación; las células reproductoras se forman en estructuras localizadas en la pared formando las gónadas. Existe en estos organismos la posibilidad de reproducción asexual.

Características de los organismos de este Phylum es la alternancia de formas corporales dentro de su ciclo de vida: la forma de polipo, que representan los organismos sésiles como la *hydra* (*hydra*) y los corales, y la forma de *medusa*, que se dan en los organismos que no viven fijos, como la medusa púrpura o agua mala (*pelagia noctiluca*).

Figura 49. Organismos representativos del phylum Cnidaria.

⁵ algunos autores emplean el término de celenterados

Importancia de los cnidaria

La acumulación progresiva de los exoesqueletos de corales, con el paso del tiempo, forman arrecifes, atolones e islas, lugares que constituyen el habitat de comunidades marinas altamente diversificadas. Asimismo, la sustancia urticante que producen los celenterados tiene importancia médica debido a que ésta es dañina para aquellos que entran en contacto con ella. En algunos países, los corales por sus vistosos colores y resistencia, constituyen la materia prima para la joyería y trabajos artesanales.

Phylum Platyheminthes (gusanos planos)

Los platelmintos, clasificados por Aristóteles como gusanos planos, incluyen a organismos que habitan en medios tan diferentes como el mar, las aguas dulces y sobre tierra húmeda, siendo estos de vida libre o parásita. Su forma corporal como lo indica, es plana, sin segmentación; presentan simetría bilateral; se reconoce una región ventral y una dorsal; se identifican ya órganos específicos arreglados en sistemas, favorecido esto por la formación de la capa media de células, el mesodermo; la cavidad corporal se encuentra ocupada por tejido conjuntivo; *pseudoceloma*.

El aparato digestivo en especies de vida libre está desprovisto de ano, observándose además el desarrollo de otros órganos encargados de las funciones de excreción y de reproducción. En las especies parásitas, el aparato digestivo puede faltar o reducirse, no así el reproductor, y los movimientos que presentan estos organismos se debe, fundamentalmente, a la disposición de las fibras musculares bajo el epitelio; en especies parásitas se desarrollan estructuras de fijación, ganchos o ventosas.

El intercambio gaseoso en los plantelmintos se realiza a través de la superficie del tegumento, no existe aparato circulatorio y el excretor se observa como un conjunto de canales que se ramifican en el mesodermo.

Este Phylum se divide en tres clases: a) *Turbellaria*. Agrupa a organismos de vida libre como las planarias (*Dugesia tigrina*), que llegan a medir hasta 2.5 centímetros; b) *Trematoda* y c) *Cestoda*, organismos de vida parásita, como las llamadas duelas de hígado (*Fasciola hepática*) y la tenia o solitaria (*Taenia solium*), que llegan a medir hasta dos metros.

Figura 51.

Importancia de los platelmintos

Los platelmintos parásitos, como la tenia o solitaria, o como la duela del hígado del carnero, representan organismos de importancia médica debido a la debilidad que provocan en los huéspedes al enquistarse en diversos órganos del aparato digestivo. Las sustancias que segregan estos organismos pueden causar efectos patógenos o desencadenar otros síntomas.

Phylum Nematoda (gusanos no segmentados)

Este Phylum considera a todos aquellos organismos que tienen apariencia de gusanos redondos, en los cuales no existe segmentación, ni presentan apéndices locomotores, vasos sanguíneos y cilios vibrátiles, cuya delgada pared corporal está recubierta por una cutícula quitinoide secretada por las células subyacentes con

aparición cenocítica; presentan, además, una serie de músculos longitudinales que les permiten movimiento de flexión. La mayoría de los gusanos no segmentados son parásitos en el interior de otros animales, aunque también pueden parasitar a los vegetales superiores, requiriendo algunas especies hasta de dos huéspedes para completar su ciclo de vida, mientras que las formas no parásitas viven en medios marinos, de agua dulce, en tierra húmeda y sobre materia putrefacta.

Como la cavidad corporal de estos organismos no está totalmente definida, constituye el pseudoceloma, lugar en que se encuentran libres los diversos órganos y sistemas de órganos. Asimismo, el aparato digestivo presenta una diferenciación de órganos lo mismo que el reproductor. Se aprecia en este Phylum el *dimorfismo sexual*, ya que los sexos se diferencian por características morfológicas, fisiológicas y conductuales; el macho es generalmente más pequeño que la hembra, además de presentar otras estructuras. Esta cavidad está limitada por el mesodermo, en donde se extienden una serie de túbulos que constituyen el aparato excretor, no presentando aparato circulatorio.

Importancia de los nematodos

Los nematodos, parásitos de plantas y animales, han sido objeto de profundos estudios por el terrible daño que causan; por ejemplo, la lombriz intestinal (*Ascaris lumbricoides*), las triquinias (*Trichuris trichura*) y los oxiuros (*Enterobius vermicularis*), comunes entre la población humana, causan graves daños a la salud de los individuos e incluso ocasionan la muerte. De la misma manera, en las plantas pueden provocar el deterioro de la producción o pérdida total de las cosechas, como el caso del nemátodo dorado (*Heterodera rostochiensis*). Pero no todo es malo en estos organismos, pues los nemátodos de vida libre en el suelo favorecen la creación y la circulación de nutrientes en la tierra, más si no se les controla se pueden convertir en plagas.

Figura 52. Ancylostoma: a) Macho; b) Hembra.

Phylum Anélida (gusanos anillados)

Los llamados gusanos anillados viven en ambientes húmedos y acuáticos (marinos y de agua dulce); se caracterizan por presentar simetría bilateral; son alargados cilíndricos, apariencia de anillos que se debe a que están formados por una serie de segmentos (metámeras corporales); en su interior, cada anillo presenta las mismas estructuras; se distingue ya la cavidad corporal, limitada por el mesodermo, constituyendo un verdadero celoma en donde se acomodan los distintos aparatos que ya se encuentran bien diferenciados (aparato digestivo, aparato circulatorio, aparato nervioso en posición ventral en relación con el aparato digestivo y aparato reproductor); son hermafroditas, pero requieren de otro individuo para reproducirse; existe en ellos la regeneración, lo cual actúa como un mecanismo de reproducción asexual.

El intercambio de gases en los gusanos anillados se realiza a través de la piel, como en el caso de la lombriz de tierra, o por estructuras como las branquias y parápodos, en el caso de los organismos acuáticos. En este phylum se incluyen tres especies: *Oligiuetas*, *Pliqueta* e *Hirudinea*, a las cuales pertenece la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*), los gusanos marinos (*Nephtys incisa*) y las sanguijuelas (*Hirudinea medicinalis*), respectivamente.

Importancia de los anélidos

La organización estructural de mayor complejidad presente en estos organismos que en los grupos anteriores, ha permitido proponer algunas posibles vías sobre el origen y evolución de los diversos sistemas de órganos. En el ambiente terrestre, la actividad benéfica de las lombrices de tierra en la aereación y desintegración de materia orgánica es bien conocida. En tanto en el caso de otros organismos, como las sanguijuelas, es importante su estudio por el daño que causan a la ganadería, ya que al adherirse al cuerpo del animal producen una sustancia anticoagulante, misma que se emplea en medicina con tal propósito.

Figura 53. Organismos representativos de Phylum Annelida. a) Lombriz de tierra; b) Gusanos marinos nereis; c) Sanguijuela.

Phylum Mollusca (organismos de cuerpo blanco)

Los moluscos, caracterizados por presentar un cuerpo blando, liso y húmedo, no segmentado, de simetría bilateral, se localizan en medios terrestres húmedos y en medios acuáticos (marinos y de agua dulce). Entre sus características distintivas se reconoce la presencia de una concha de carbonato de calcio externa bien formada, o una reminiscencia de ésta que se desarrolla en el interior, aunque existen algunas especies que carecen de ella. Se identifica, además, una estructura formada por un pliegue de la pared corporal, *el manto*, que es el que secreta la concha; una *rádula*, la cual se forma por la concentración de quitina en una franja que es empleada para raspar y capturar el alimento, y un *pie muscular ventral* que se utiliza para su locomoción; la cavidad corporal o celoma se encuentra alrededor del corazón y de las gónadas; presentan aparatos digestivo, excretor, circulatorio y reproductor, bien desarrollados, la mayoría son unisexuales, aunque existen hermafroditas que requieren fecundación cruzada.

Las particulares características que definen este phylum ha determinado su subdivisión en siete clases, a las que pertenecen el caracol de jardín (*Helix pomitina*), el caracol de mar gigante (*Strombus gigas*), los ostiones (*Crassostrea gigas*), la madre perla (*Meleagrina margaritifera*), el pulpo (*Octopus vulgaris*), el calamar (*Loligo vulgaris*), entre otros.

Figura 54. a) Caracol con concha externa; b) Caracol con concha interna; c) Sanguijuela.

Importancia de los moluscos

Los organismos de este phylum se utilizan por el hombre de diversas formas: desde fuente de alimento como el calamar, el pulpo, los caracoles, etc., hasta la industrialización de sus productos: conchas, nácar o de sus sustancias orgánicas como la tinta del caracol púrpura (*Púrpura panza*). La obtención de perlas cultivadas es una industria de mucho auge en Japón, dado que se aprovecha el metabolismo de la madreperla.

Un aspecto nocivo de los moluscos es que pueden causar daño en los invernaderos, los jardines y las cosechas, así como convertirse en hospederos intermediarios de tremátodos y nemátodos, que como ya se señaló, provocan serias enfermedades al hombre y a otros animales. En el caso de los moluscos marinos, estos causan lesiones en quienes los tocan por las sustancias tóxicas que producen algunas especies como el caracol cónico (*Conus textile*).

Phylum Arthropoda (artrópodos)

Los artrópodos comprenden cerca del 78% de las especies animales hasta ahora conocidas, significándose porque su cuerpo y sus apéndices se encuentran segmentados. Asimismo, las regiones corporales que llegan a diferenciarse (cabeza, torax y abdomen) se encuentran formadas por la combinación de los segmentos; el número de los apéndices, típicamente dos por segmento, se llega a reducir y presentan modificaciones para desempeñar funciones particulares.

Estos organismos, presentan simetría bilateral; son celomados; en su cavidad se identifican los aparatos digestivo, excretor con metanefridos o túbulos de Malpigio, el reproductor y respiratorio, el cual puede estar formado por tráqueas o por sacos pulmonares en los terrestres y branquias en los acuáticos.

El cuerpo de los artrópodos está revestido por una cubierta rígida llamada exoesqueleto, formada por quitina, que en algunas especies se impregna de carbonato de calcio. En las articulaciones este exoesqueleto es suave y flexible, lo cual favorece la inserción muscular y la locomoción, además protege al organismo contra la pérdida de agua y de las lesiones mecánicas y de las lesiones mecánicas y químicas. Característica especial de este exoesqueleto es que limita el crecimiento del molusco, por lo que es reemplazado durante el crecimiento del organismo. Asimismo, algunas especies durante su ciclo de vida presentan una serie de cambios más o menos profundos de la forma del estado larvario a la forma adulta (*metamorfosis*). Respecto de la reproducción, los sexos en los artrópodos se encuentran separados, existiendo diferencias morfológicas entre macho y hembra, dado que el macho es de menor tamaño que la hembra.

Los artrópodos se subdividen en dos superclases de acuerdo con el autor de que se trate y tomando en cuenta las regiones distintivas del cuerpo y el tipo de apéndices presentes en ellos. Estas dos subdivisiones son: *mandibulata* y *quelicerata*, que a su vez se dividen en crustáceos, insectos, quilópodos, entre otras clases.

Clase crustácea

A este grupo pertenecen los camarones de mar (*Penaeus*) y los de río, como el *Grammarus lacustris*, el cangrejo (*Carcinus maenas*), la jaiba (*Callynectes*), la cochinilla (*Oniscus murarium*) entre otros, organismos que se caracterizan porque sus cuerpos presentan dos regiones definidas: la anterior rígida o *cefalotórax*, formada por la fusión de 12 segmentos, en la que se aprecian la región dorsal (parte superior del cuerpo), donde se observa un caparazón; la región ventral (parte inferior del cuerpo), donde se articulan los apéndices, entre los que se encuentran las antenas cuya función es sensorial y las mandíbulas, las maxilas y los quelípedos, que tienen tenazas prensiles y cuatro pares de patas locomotoras de otra región; el abdomen, está formado por seis segmentos móviles y articulados unos con otros en un plano vertical, lo cual permite que el abdomen puede alargarse en línea recta como en el camarón, o encorvarse hacia abajo del cefalotórax como en el cangrejo y la jaiba. Asimismo, en la región ventral se localizan cinco apéndices que sirven para nadar, además de tener función respiratoria y la cola o telson, que son planos.

Los apéndices abdominales no presentan todos la misma morfología, observándose que en el camarón macho los dos primeros pares de apéndices están adaptados para verter los espermatóforos en el cuerpo de la hembra, en la cual pueden faltar o ser rudimentarios.

Figura 55. Región dorsal del cangrejo de río.

Clase insecta

Los insectos son los organismos con mayor diversificación dentro de los artrópodos, dado que su tamaño varía desde el microscópico hasta el macroscópico y sus hábitos y ciclos de vida, por su diversidad, constituyen un gran reto para clasificarlos. Entre las características más representativas de los insectos que se han tomado en cuenta para la descripción de la clase, aunque existan excepciones, está el que su organización corporal presenta tres regiones: cabeza, en la cual se localizan los principales órganos de los sentidos (ojos, antenas táctiles), así como los apéndices bucales que están adaptados, según la especie, para prensa, lamer, chupar, succionar, o masticar los alimentos; el tórax, que está formado por tres segmentos, articula en la región ventral los tres pares de apéndices locomotores y dorsalmente, cuando existen los órganos de vuelo, las alas, que están articuladas sobre los segmentos segundo y tercero del tórax, y el abdomen, formado por 11 segmentos, en los que no existen apéndices, aunque cuando los tienen éstas actúan como estructuras reproductoras.

Figura 56. Insectos representativos.

Todos los insectos mandibulados respiran por tráqueas, sus músculos son estriados, blandos y delicados, insertados en el exoesqueleto, el cual es rígido en la parte dorsal y ventral, blando y flexible en la lateral. En este grupo están representados todos los aparatos característicos de los animales. Ejemplos de insectos son: piojo común (*Pediculus humanus*), termita (*Reticulotermis flavipens*), libélula (*Aeschna juncea*), mosca común (*Musca domestica*), mariposa monarca (*Danaus Plexxipus*), escarabajo (*Geotrupes stercolarius*), abeja (*Apis mellifera*), cucaracha (*Stylopyga orientalis*). Otras clases de insectos son los Chilopoda, a la que pertenece el ciempiés (*Lithobius fonicatus*); los diplopoda, que comprende a los organismos con mil pies que se enrollan (*Jullus terrestris*), y los pauropoda, que agrupa a un solo género de organismos como gusano articulado de pocos apéndices (*Peripatus*).

Subclase quelicerata

Los queliceratos, a diferencia de los mandibulados, presentan como característica distintiva la presencia de un cefalotórax no segmentado, un abdomen y en ocasiones un postabdomen. En la región del cefalotórax se encuentran seis pares de apéndices, uno de ellos situado por delante de la boca, en forma de pinzas, con tenazas o ganchos (*quelíceros*), tienen una glándula con veneno, el cual sale por un orificio situado en la punta del artejo⁶ ganchudo; otro par de apéndices son los *pedipalpos*, en el que en algunas especies, uno de los artejos del pedipalpo del macho funciona como órgano copulador. Los últimos apéndices del cefalotórax son las verdaderas patas locomotoras en número de cuatro pares. En el abdomen, las especies acuáticas actuales presentan patas branquiales, en tanto en las terrestres no. Los quelicerados dos presentan dimorfismo sexual.

⁶ cada una de las partes articuladas presentes en los apéndices de los artrópodos.

Figura 57.

Otras características de los quelicerados es que éstos presentan dimorfismo sexual y que su respiración por tráqueas o por sacos pulmonares, también llamados pulmones en libro por su forma de saco con muchas hojitas apretadas , que se desarrollan internamente. Ejemplo de estos organismos los tenemos en el alacrán o escorpión del caballo (*Vejovis, SP*), la tarántula de Egipto (*Galesdes, SP*), los ácaros de la sarna (*Margaropus annaulalus*); las garrapatas, las arañas de jardín y un género conocido como cazuelas de mar, considerada como fósil viviente, el xifosuro (*Xphosura poliphemus*).

Importancia de los artrópodos

Los artrópodos representa uno de los grupos de animales con mayor capacidad adaptativa. Han colonizado los más variados ambientes, desde los muy secos de los desiertos hasta los acuáticos (marinos y de agua dulce), desarrollándose en zonas pantanosas, templado-húmedas y tropicales.

Diversas especies de crustáceos constituyen el zooplacton, clave en las cadenas alimenticias acuáticas, aunque algunas especies son utilizadas directamente por el hombre para su consumo y comercialización, como el camarón, la langosta, el langostino, el acocil, la jaiba entre otros. Asimismo, en la Naturaleza, especies diversas como las hormigas, las termitas, los escarabajos participan activamente en los procesos de descomposición de los desechos orgánicos, lo cual favorece la formación de detritus. En tanto, en la agricultura los insectos son esenciales ya que algunos de ellos contribuyen a la polinización, mientras que otros causan graves daños ya sea porque parasitan a los vegetales o bien porque utilizan las hojas, tallos, flores y frutos como principal alimento, tal es el caso del grillo langosta, cuya población puede alcanzar cientos de miles de organismos en una temporada.

Otro aspecto importante de los artrópodos está en relación con la salud del hombre y de los animales, puesto que gran variedad de insectos como el piojo, los moscos, las pulgas y las garrapatas se convierten en transmisores de graves enfermedades (peste, malaria, paludismo, fiebre amarilla, sarna y fiebre de Texas). De la misma manera, otros arácnidos como los escorpiones, las arañas capulinas, los alacranes y las tarántulas, que si bien no causan enfermedades, su veneno en los humanos causan alergias, intoxicaciones y en ocasiones la muerte.

Entre los artrópodos existen igualmente especies que por ser grandes devoradores de otros insectos se emplean para combatirlos, ejemplo que se observa en el empleo del escarabajo que devora al pulgón de los cítricos o el del gusano algodonero que es devorado por una avispa. Al ser éste un control biológico se evita el empleo de insecticidas que causan graves alteraciones ambientales.

Caso especial merecen las feromonas⁷ que producen algunos insectos, pues estas sustancias químicas son investigadas para explicar los posibles mecanismos de comunicación entre los insectos, así como para encontrar repelentes naturales.

Los insectos, utilizados desde la antigüedad, son también objeto de minuciosos estudios para el cultivo masivo, ya que representa una fuente alternativa de proteína animal o para obtener productos como la miel, la cera, y la seda, que constituyen fuentes de ingreso económico. Entre los organismos más estudiados con fines alimenticios están los escamoles, larvas de hormiga, jumiles, grillos, gusanos de maguey entre otros.

Phylum Equinodermata

Los erizos, las estrellas y los pepinos de mar, son algunos equinodermos más abundantes en las zonas marinas profundas. Estos organismos, todos marinos se caracterizan por presentar un cuerpo ligeramente globoso, la mayoría de los cuales presentan simetría radiada, no obstante que la larva observa una simetría bilateral que cambia al sufrir metamorfosis. Son organismos celomados, cavidad en que se encuentra el aparato digestivo; carecen de aparatos circulatorio, excretor y respiratorio; el intercambio de gases se realiza mediante estructuras denominadas *branquias dérmicas*, formadas por el revestimiento interno que se prolonga por las pequeñas aberturas de las placas dérmicas o placa ambulacral; son unisexuales, con órganos reproductores (gónadas) ubicadas en la base de cada segmento radial.

Externamente, el cuerpo de los equinodermos se aprecia cubierto de material calcáreo en forma de placas sólidas articuladas entre sí como la estrella de mar, o soldadas por suturas inmóviles como en los erizos, estructura que conforma lo que se llama un *dermoesqueleto*, sobre el cual se aprecian espinas.

Éste Phylum se divide en cinco clases que comprenden a organismos como los llamados lirios de mar (*Metacrinus interruptus*), la estrella de mar común (*Astropecten*), el erizo diadema (*Diadema antillarum*), el pepino de mar (*Holoturia tubulosa*), entre otras especies afines.

⁷ sustancias químicas atrayentes que producen los insectos.

Figura 58. Animales representativos del phylum equinodermata.

Singular característica de los equinodermos es la presencia del sistema vascular acuífero que divide al celoma, el cual se compone de un poro de entrada, un canal anular que circunda la boca y del cual parten cinco canales radiales que pasan por encima de los pies ambulacrales, estructuras que utiliza el organismo para su locomoción, fijarse en las rocas, capturar el alimento y como auxiliar en la respiración. Así, el agua que entra por el poro es dirigida hacia los canales radiales y de esta forma presiona a los pies como un sistema hidráulico, lo que facilita la adherencia al sustrato.

Figura 59. 1. Poro de entrada, 2. placas interambulacrales, 3. Placas ambulacrales, 4. Boca, 5. Branquia, 6. Gónodas, 7. Pies ambulacrales.

Importancia en los equinodermos

Para el hombre, las estrellas de mar constituyen uno de los más grandes problemas en el cultivo de otros organismos, como los moluscos a la vez que son una gran amenaza para la estabilidad de los arrecifes, a los cuales se fija devorando a los organismos presentes, lo cual provoca la muerte del coral.

En los estudios embriológicos, los huevos de erizo constituyen un magnifico material para el estudio de la segmentación y organización del desarrollo, ya que presentan muchas semejanzas con el desarrollo del huevo de los cordados. Por otra parte, las gónodas de erizo constituyen un alimento exótico en algunos países.

Phylum Cordata

Los organismos de este phylum se caracterizan por presentar el mayor grado de complejidad estructural y funcional hasta ahora conocidos, y comprende a todos los animales vertebrados y otros grupos afines considerados como organismos invertebrados en clasificaciones anteriores.

El nombre de cordados se debe a la presencia en los organismos de este phylum de un tubo neural y una notocorda formada por un pliegue del endodermo, que se extiende a lo largo de la línea media del cuerpo por encima del tubo digestivo y por debajo del sistema nervioso, al que le sirve de sostén. En los vertebrados, este eje en el estado adulto está remplazado por un eje esquelético segmentado de naturaleza ósea o cartilaginosa, el cual se conoce como columna vertebral. Otra característica distintiva, es que la región anterior del tubo digestivo, la faringe, participa también en el proceso de intercambio gaseoso, aunque en los vertebrados de respiración acuática la faringe está perforada por aberturas branquiales que establecen una comunicación con el exterior. Estas características llevaron a subdividir a los vertebrados en dos grandes grupos: los *protocordados* y los *vertebrados*.

Subphylum protocordados

Los protocordados incluye a organismos cuya notocorda puede ser permanente o temporal; no forman vértebras ni cráneo; su cuerpo tiende a ser blando, de forma variable, con una marcada tendencia a la metamerización; el tubo digestivo presenta una región faríngea, notable por sus grandes dimensiones y sus paredes perforadas para dar paso al agua que entra por la boca y baña los vasos, con lo que el oxígeno pasa a la sangre; son generalmente unisexuales, aunque pueden ser hermafroditas, y, en todos, los órganos genitales están reducidos a simples masas mesodérmicas, las cuales en algunos tienden a la disposición segmentaria. Existen dos clases de protocordados: *cefalocordados* y *urocordados*.

Subphylum vertebrados

Los vertebrados son organismos celomados, en los cuales la notocorda, permanente o temporal, está rodeada de un pericardio que constituye el esqueleto axial que se extiende a lo largo del cuerpo, y consta de cráneo, columna vertebral y caja torácica; el plano horizontal que pasa por el notocordio separa la parte dorsal que contiene al sistema nervioso de la parte ventral, que a su vez contiene al aparato digestivo y al corazón; el cuerpo de los vertebrados presenta simetría bilateral y se puede dividir externamente en tres regiones, aunque en algunos grupos esta diferenciación no es muy marcada.

Cabeza. Formada por la reunión de partes muy diversas que provienen del sistema nervioso y sistema sensorial (cerebro y órganos de los sentidos), de las paredes de las cavidades nasales y bucales y de los arcos viscerales.

Tronco. Estructura que aloja a la mayor parte de los órganos vitales en el celoma.

Cola o región postnatal. Parte del vertebrado que no contiene ningún órgano esencial.

Otro rasgo importante de los vertebrados es la presencia de apéndices locomotores pares en forma de aletas, alas o patas, así como órganos de los sentidos muy desarrollados, lo cual aumenta la posibilidad de interacción del organismo con el medio. Estas particularidades presentes en los diferentes vertebrados llevan a proponer su división en: peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Peces

En los sistemas actuales de clasificación, los peces constituyen una superclase que se puede dividir a su vez en peces sin mandíbula (*Agnatha*), peces cartilagosos (*Chondrichthyes*) y peces óseos (*Osteichthyes*).

Figura 60. a) Lamprea; a') Mandíbula de lamprea marina; b) Pez cartilaginoso; c) Pez óseo.

En términos generales, los peces presentan cuerpo fusiforme cubierto por escamas dérmicas; aparato braquial formado por arcos móviles, con o sin mandíbulas y esqueleto óseo o cartilaginoso; corazón de dos cavidades; presencia de saco pulmonar o vejiga natatoria que les permite cambios a nivel en el medio acuático;

fecundación externa aunque existan algunas especies que la presentan interna; son ovíparos como las carpas u ovovivíparos como algunos tiburones. Como apéndices locomotores presentan aletas; su respiración es por branquias que se aprecian lateralmente como arcos con una serie de laminillas protegidas por un opérculo. Ejemplo de peces los tenemos en la lamprea marina (*Petromyson marynus*); sin mandíbula, el tiburón narigudo (*Cetorhinus maximus*); como cartilaginoso, a las carpas (*Ciprynus carpio*), y salmón (*Salmón solar*), dentro de los óseos.

Anfibios

Los anfibios comprenden a los vertebrados terrestres más antiguos, cuyos cuerpos carentes de escamas se aprecian viscosos y húmedos por la presencia de glándulas epidérmicas, lo cual es indispensable debido a que en el estado adulto la respiración aérea se completa por la piel; tienen fecundación externa, su desarrollo presenta metamorfosis más o menos complicada según la especie de que se trate; del huevo emerge en forma de “renacuajo”,⁷ con una organización semejante a la de un pez; de forma alargada respira por branquias externas e internas; su corazón es de dos cavidades; sin extremidades pares, su cuerpo tiene una sola “aleta” que rodea a la extremidad caudal. En el estado adulto, el anfibio se distingue por la desaparición de las branquias y la formación de los pulmones; su corazón adquiere tres cavidades quedando dos aurículas y un ventrículo, y se desarrollan las extremidades con sólo cuatro dedos en las extremidades anteriores.

Ejemplos de anfibios los tenemos en los sapos y ranas que pertenecen al género *Anura* o *Salienta*, como el sapo americano (*Bufo Terrestrius*), cuya piel es verrugosa y gruesa, y en la rana verde (*Rana viridis*); las salamandras del género *Caudata* y la salamandra de vientre rojo (*Taricha Rivularis*) y otras especies conocidas como *cecilias* con apariencia de gusanos que habitan en regiones tropicales y subtropicales.

Reptiles

Comprende a organismos cuyo cuerpo está cubierto por escamas corneas. De origen epidérmico o de placas dérmicas óseas, la piel de los reptiles es dura, seca y sin glándulas, en tanto la disposición de las escamas es tomada en cuenta como criterio de clasificación porque es representativa para cada género de reptiles. Son ovíparos, de fecundación interna, no sufren metamorfosis, respiran por pulmones a lo largo de toda su vida y tienen corazón de tres cavidades.

Por la posición de sus extremidades su locomoción es reptante, arrastrando el vientre al momento de desplazarse, aunque en el caso de los que no tienen patas como víboras y serpientes su desplazamiento puede ser ondulatorio, rectilíneo, levantando un poco el cuerpo en posición dorsoventral y ondulándolo hacia delante, o bien con un movimiento en ese; en algunas tortugas acuáticas las extremidades tienen forma de aleta.

Los reptiles aparecieron durante el Triásico alcanzando su máximo dominio durante el Jurásico, en el cual se puede decir invadieron todos los ambientes. En la actualidad las especies existentes se agrupan en diferentes categorías taxonómicas según el autor, pero típicamente se reconocen: *Squamata*, que agrupa a los lagartos

⁷ en México existe la especie *Ambystoma mexicanum*, llamada comúnmente axolote, en la que el estado larvario persiste hasta el estado adulto del animal pudiéndose aun así reproducir, fenómeno que se conoce como neotenia.

y serpientes como el pitón (*Pitón molurus*) y boa (*Constrictor sp*); *Rynchocephalia*, que agrupa a lagartijas e iguanas como (*Iguana iguana*) y lagartija de collar (*Crotaphytus collaris*); *crocodilia*, que comprende a especies como el cocodrilo del Nilo (*Crocodylus niloticus*), y *Chelonia* que agrupa a tortuga marina comestible (*Chelonia mudas*) y la pintada (*Chrysemys picta*).

Aves

Las aves constituyen quizás el grupo más especializado dentro de los vertebrados, cuyo cuerpo está cubierto por plumas, con extremidades anteriores adaptadas para el vuelo, lo cual permite que estos organismos ocupen el espacio aéreo. Esta capacidad para volar se favorece por la presencia de un sistema respiratorio frecuente y regular, así como por la posibilidad de mantener constante la temperatura corporal que es necesaria para los movimientos rápidos y repetidos del vuelo. Su fecundación es interna y presentan corazón de cuatro cavidades y un sistema óseo ligero, excepto en las extremidades posteriores que deben soportar el peso del animal cuando éste se posa sobre el suelo.

La región torácica en las aves se halla modificada principalmente en el esternón, dónde se insertan los músculos; carece de dientes, del arco aórtico izquierdo, del ovario y del oviducto derecho; los lóbulos olfatorios son pequeños, pero se desarrollan considerablemente los centros ópticos. Por otra parte, aunque son pocas las aves que no tienen capacidad de vuelo como los avestruces y las gallinas, aún éstas son ovíparas, tienen su huevo cubierto por carbonato de calcio y el cuidado de la cría y el cortejo sexual es más elaborado.

En la actualidad las aves se agrupan en gran variedad de órdenes, mismas que por razones de espacio y fines de estudio no serán tratadas en el presente fascículo, tan sólo señalaremos algunos ejemplos: aves de rapiña como el águila pescadora (*Pandión haliaetus*); el halcón (*Falco peregrinus*); aves corredoras como el avestruz americano o ñandú (*Rhea americana*); aves de estanque como la garza imperial (*Ardea purpurea*) o el flamenco vulgar (*Phoenicopterus Ruber*); aves cantoras como el gorrión (*Passer domesticus*); aves de corral como el guajolote (*Melaris gallopavo*); aves nocturnas como el búho (*Bobo bubo*), entre otras.

Mamíferos

Comprende animales cuyo cuerpo está cubierto por pelo que actúa como una barrera aislante de la temperatura ambiental, lo que permite que se pueda mantener constante la temperatura corporal, misma que es regulada por un mecanismo cerebral. De respiración pulmonar, los mamíferos tienen corazón con cuatro cavidades; su fecundación y desarrollo embrionario es interno; excepto los monotremas (ornitorrinco y erizo hormiguero), que son ovíparos todos los demás son vivíparos.

Los mamíferos deben su nombre a que las crías son alimentadas con leche por la madre, entre otras características distintivas como que la mandíbula está formada por un solo hueso y las piezas dentales se han especializado, determinando junto con las modificaciones del aparato digestivo los hábitos alimenticios, por lo que existen herbívoros, carnívoros, omnívoros y carroñeros. Se observan, además, órganos del sentido y del oído conformados en una cadena de huesecillos;

separación del corazón y de pulmones del resto de la cavidad abdominal por un diafragma muscular; ausencia de escamas; mayor complejidad del cerebro y mayor tamaño que los demás animales, ejemplo que tenemos en la ballena y el elefante. Asimismo, los mamíferos, como grupo más evolucionado se divide en: *Prototheria*, *Metatheria* y *Eutheria*.

Prototheria. Comprende a los mamíferos más primitivos que se caracterizan por ser ovíparos; su cara se prolonga en un pico parecido al de los patos; tienen pelaje repelente al agua y espeso, y las crías se alimentan de leche, ejemplo que tenemos en el ornitorrinco (*Ornithorhynchus anatinus*); y el erizo hormiguero (*Tachyglossus*), éste de Australia.

Metatheria. Comprende a organismos cuyas crías se caracterizan por nacer inmaduras y terminar su desarrollo embrionario en una bolsa ventral o marsupio que cubre a las glándulas mamarias adheridas a largos pezones. Además, el aparato genitourinario se abre al exterior y el hueso coracoides de la cintura pectoral se solda al omóplato constituyendo la apófisis coracoides. Este grupo de animales son conocidos como marsupiales y están ampliamente representados en Australia, con pocas especies fuera de la isla como la zarigüeta (*Didelphys virginiana*). Otros marsupiales son el canguro gigante (*Macropus giganteus*), el canguro rojo (*Petrogale xanthopus*) y el koala (*Phascolarctos cinereus*).

Eutheria. Comprende a mamíferos cuyo desarrollo embrionario completo se da en el útero de la madre, favorecido por la placenta, razón por la que se llaman también placentarios. Además de pelo, estos mamíferos poseen glándulas de grasa (que contribuyen a mantener el pelo brillante), sudoríparas, odoríferas (en algunos grupos), siendo las lagrimales y las sudoríparas endócrinas más numerosas, que auxilian en el control de la temperatura del cuerpo. Las extremidades adaptadas a diversos modos de locomoción como el nado, la carrera y el salto; extremos distales de los dedos con modificaciones en la cubierta córnea; dientes tecodontos, es decir, que están arraigados en los alveolos de las mandíbulas entre otras características.

Los mamíferos primitivos que aparecieron durante el Mesozoico, aunque escasos en número y tamaño, al extinguirse los dinosaurios durante el Cretácico, crecieron en cantidad. Durante el Paleoceno y el Eoceno, hace aproximadamente 80 millones de años, aparecieron, según los registros fósiles, mamíferos semejantes a los actuales. Por otra parte, al igual que en las aves, los criterios para ubicar a los mamíferos dentro de un orden de familia varía de acuerdo con el autor. Ejemplos de mamíferos son: musaraña (*elephantulus rufescens*), topo común (*Talpa europea*), murciélago pescador (*Noctilio leporinus*), ballena azul (*Eschrichtius gibbosus*), delfín mular (*Tursiops truncatus*), elefante (*Loxodonta africana*), rinoceronte negro (*Diceros bicornis*), ardilla terrestre (*Tamias striatus*), el hombre (*Homo sapiens sapiens*), entre otros.

Importancia de los cordados

Desde el punto de vista socioeconómico, como se señaló al inicio de este fascículo, los organismos vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) son utilizados ampliamente por el hombre para satisfacer sus necesidades elementales tanto de alimento como de protección, siendo ésta su principal importancia.

Los peces marinos y de aguas dulces, aprovechados desde tiempos remotos como alimento por el hombre, dieron pauta para el desarrollo de la industria pesquera, ya sea el comercializar directamente a las diferentes especies, o a través del uso de sus subproductos que se emplean por lo regular en la industria farmacéutica y agropecuaria como materia prima, como alimento para el ganado o como fertilizantes en los cultivos. Por otra parte, en los medios acuáticos los peces constituyen el eslabón principal dentro de las cadenas alimenticias.

Dentro de los peces, los anfibios se utilizan por lo general como sujetos de investigaciones biológicas, tanto por su interesante metamorfosis como por su fisiología muscular. Anfibios como los sapos y las ranas constituyen magníficos controladores de las poblaciones de insectos, a la vez que son un eslabón en las cadenas alimenticias animales. Asimismo, especies anfibias como la rana y el axolote⁸ en algunos países el hombre los utiliza como recurso alimenticio, no así los sapos que provocan irritaciones en piel, además de alteraciones digestivas si se consumen debido a sus secreciones glandulares viscosas.

En relación con los reptiles, éstos basan su importancia en que, al igual que los peces en el agua, su comportamiento en los medios pantanosos y húmedos en los que suelen habitar algunos lagartos, cocodrilos, iguanas, y tortugas, es de reguladores de otras poblaciones animales, así como del mismo hábitat, lo cual contribuye a mantener el equilibrio ambiental. Otros reptiles como las serpientes y las tortugas, que en algunas culturas representan personajes míticos, son objeto de minuciosos estudios debido a las sustancias tóxicas que producen y a sus procesos metabólicos y comportamiento. Por otra parte, la excesiva comercialización de pieles, carne, concha y grasas de algunos reptiles por la industria farmacéutica, cosmetológica y peletera ha ocasionado una disminución notable en el número de organismos poniéndolos casi al borde de la extinción, por lo que se les protege contra la depredación humana.

Otro gran grupo de cordados son las aves, organismos bastante comercializados, que lo mismo se utilizan en la agricultura como controladores de malezas pues las aves se alimentan de semillas, como para disminuir plagas de insectos dado que éstas son un verdadero peligro para los cultivos. Existen, también aves que dañan a los frutales y otras que, al perforar el tronco de los árboles destruyen el *Cambium*, lo que favorece el ataque por hongos, que restan calidad a las maderas comercializables.

Mención especial merecen los mamíferos, dado que la relación de éstos con el hombre es tan antigua como él mismo, y su importancia rebasa el aspecto puramente económico; por ejemplo, el grupo de los primates, por su relación filogenética con el hombre, ha sido objeto de numerosas investigaciones para tratar de explicar el comportamiento y funcionamiento humanos. En el plano económico, los ganados vacuno, lanar, caballar y porcino representan grandes fuentes de dinero, puesto que de éstos se utilizan la carne, vísceras, piel, grasas, huesos, pelo y subproductos como la leche, la crema, el queso, etc. Por otra parte aunque algunas especies de mamíferos, desempeñan funciones de compañía para el hombre (gatos, perros) o bien son empleados como medio de esparcimiento o en las labores agrícolas, otros son verdaderas plagas como es el caso de roedores, que atacan los cultivos y productos almacenados, y a su vez son portadores de insectos y parásitos que los convierten en transmisores de graves enfermedades. En los laboratorios clínicos algunos mamíferos son empleados como cobayos para la obtención de vacunas y otros sueros necesarios para conservar la salud humana.

⁸ El axolote entre los mexicanos, representó un alimento muy abundante y de fácil adquisición para la población.

Dentro de los estudios evolutivos, los protocordados tienen importancia, puesto que del análisis de su desarrollo, estructura y funcionamiento se ha obtenido información para proponer algunas hipótesis sobre el origen de los vertebrados y su relación con algunos vertebrados.

ACTIVIDADES DE REGULACIÓN

Completa el siguiente cuadro de acuerdo a lo que estudiaste en este fascículo.

<i>Phylum</i>	<i>Tipo de simetría</i>	<i>Cavidad corporal</i>	<i>Capas germinales</i>	<i>Segmentación del cuerpo</i>	<i>Aparatos o sistemas de organismos presentes. desarrollo</i>
<i>Porifera</i>					
<i>Cnidaria</i>					
<i>Platyhelminthes</i>					
<i>Nematoda</i>					
<i>Annelida</i>					
<i>Mollusca</i>					
<i>Arthropoda</i>					
<i>Echinodermata</i>					
<i>Chordata</i>					

EXPLICACIÓN INTEGRADORA

REINO ANIMALIA

Tipo célula	Eucarionte diploide (sólo con membrana)
Envolturas celulares	No tiene
Pigmentos fotosintéticos	Ausentes
Modo de nutrición	Parásita Holozoica Saprofita
Sustancia de reserva	Glucógeno
Movilidad	Por cilios y flagelos o sistemas
Nivel de complejidad	Tejidos Órganos Sistemas de órganos
Tipo de reproducción	Sexual (gametas) Asexual

RECAPITULACIÓN

Con el estudio del presente fascículo se completa el conocimiento de las características generales para clasificar a los seres vivos iniciado en el fascículo V de Biología I. Los criterios podrán variar, sin embargo, tomando en cuenta el sistema propuesto por Whittaker, se aclaró cuáles son los que se han considerado para los organismos pluricelulares (hongos, plantas y animales), mismos que por su objetividad facilitan la clasificación de los organismos que día a día se descubren.

El Reino Fungi incluye a los organismos que presentan, como características morfológicas particulares, ser pluricelulares, con células eucariontes haploides de forma filamentosa, con pared celular con quitina y otros azúcares complejos, aunque hay también pocas formas unicelulares de forma redonda: las levaduras. En su organización corporal, la asociación celular de estos organismos es poco diferenciada morfológicamente, por lo cual reciben el nombre de *taló*. Los grupos aquí estudiados son importantes no sólo para la Naturaleza, sino también para el hombre, ya que algunos son empleados para la obtención y/o elaboración de alimentos y medicamentos o bien son empleados directamente como alimento; otros más son importantes por el daño que causan a la salud o a la economía.

Las plantas, consideradas en el Reino Plantae, presentan mayor complejidad corporal. Sus células, con pared celular de celulosa, plastidos que contienen pigmentos fotosintéticos y almacenan almidón como sustancias de reserva, se diferencian y especializan constituyendo los tejidos, los que se agrupan y conforman los principales órganos que se distinguen en el cuerpo de los vegetales, que son: raíz, tallo, hojas, flores y frutos. La organización tisular de estas estructuras, así como la producción de algunas esencias o sustancias por parte de éstas, establecen las principales divisiones de este reino (musgos, helechos, coníferas, angiospermas) con sus principales subdivisiones (monocotiledóneas y dicotiledóneas).

La máxima complejidad orgánica se encuentra entre los organismos que se clasifican dentro del Reino Animal. Si bien existen organismos con un gran nivel de complejidad de tejidos y órganos, éstos tienen una interrelación mayor en los animales conformando los sistemas de órganos. Las células de estos organismos son eucariontes, únicamente con membrana fundamental, aunque algunas presentan cilios y flagelos, lo que aumenta la diversidad de las células y la especialización de sus funciones. Así, en este reino existen organismos con nivel de complejidad de tejidos como las esponjas y los celenterados hasta los de sistemas de órganos, como los platelmintos, nemátodos anélidos, moluscos, artrópodos, equinodermos y cordados (en este Phylum se incluye el hombre como especie biológica con alto grado de complejidad).

ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

Para tener una mejor idea de las ventajas que tiene el estudio de las características de los diversos seres vivos pluricelulares, elabora un ensayo en donde señales las relaciones filogenéticas que se proponen en el árbol filogenético elaborado por G.H. Freld (figura 46), e indica cuáles serían los ancestros comunes y el grado de complejidad que alcanzan los organismos.

Elabora un árbol filogenético para los vegetales. Remítete a lo estudiado en el fascículo VI de Biología I, dado que esto te permitirá señalar el posible ancestro de los vegetales. Realiza la misma actividad para los organismos que incluye el Reino Fungi y compara estos árboles filogenéticos con el propuesto por Whittaker, del cual existen representaciones en los fascículos V y VI de Biología I.

- Observación de musgos. Visita un bosque, una selva, un matorral o un riachuelo y colecta del piso o de sobre las rocas los distintos musgos que observes. En el laboratorio, con una lupa o con el microscopio de disección, identifica las partes; observarás que no todos tienen el mismo tipo de filodia, ni la misma forma de cápsula, si es que tienen esporofito, ni el mismo color verde. Intenta dar una explicación de las características que presentan y el ambiente en que se desarrollan.
- Observación de animales invertebrados. Toma una muestra de suelo de un jardín a 20 centímetros de profundidad, o bien de una maceta. Con dos palitos o agujas de disección y con la ayuda de una lupa observa detenidamente. Podrás distinguir una serie de organismos como las llamadas “gallinas ciegas”, mil pies, ciempiés, cochinillas, lombrices, “tijerillas”, “tlaconetes” entre otros. Enlístalos, y de acuerdo con sus características, intenta explicar a qué Phylum pertenecen.

AUTOEVALUACIÓN

Al elaborar tu ensayo o explicación de los árboles filogenéticos debiste incluir el posible origen monofilético de las plantas verdes a partir de las cloroficeas, en contrapartida del propuesto origen monofilético polifilético de los animales, en relación con los hongos, cuyo origen se da a partir de un organismo heterótrofo. También debiste considerar la diversidad actual, lo que es posible debido a la variedad de condiciones ambientales que existen en el planeta, las cuales favorecen la permanencia de los individuos en determinados ambientes por las características morfofisiológicas.

En la observación los musgos existen diferencias sustanciales, ya que los musgos que crecen en áreas ligeramente secas son de color más pálido que aquellos que se desarrollan en lugares húmedos, con filodios más extendidos y de textura más suave. En los primeros, los esporofitos son pequeños, de cápsula casi redonda y de textura áspera, mientras que en los segundo el esporofito es más largo, y la cápsula es ligeramente alargada.

ACTIVIDADES DE GENERALIZACIÓN

Las plantas han sido de suma importancia en toda la historia del hombre, pues ellas representaron su primera fuente de alimento; más tarde con ellas aseguraba su salud, y aprendió a procesarlas para obtener fibras, sustancias, entre otros productos necesarios para su supervivencia. Para que tengas una idea más clara respecto a esto, diferente a la expuesta en este fascículo, consulta el libro de Lozaya, X., *Los señores de las plantas. Medicina y herbolaria en Mesoamérica*, de Ed. Pangea, México, 1990.

Del mismo autor y editorial puedes leer, también, *El preguntador del rey Francisco Hernández*, libro en que podrás darte cuenta la gran variedad de plantas que eran consumidas y utilizadas por los habitantes de Mesoamérica mucho antes de la llegada de los españoles a América, y cómo la flora y la fauna de México se incrementaron en diversidad al transportar de Europa a México nuevas especies vegetales.

Visita un parque natural o reserva natural recreativa para que aprecies la gran variedad de seres vivos que ahí existen y, considerando la importancia de cada uno de ellos en la comunidad, trata de explicar qué sucedería si disminuyera la diversidad en dicha zona.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ALEXOPOULOS**, C. J.: Introducción a la Micología. EUDEBA, Buenos Aires, 1977.
- ANAYA**, H.: El maravilloso mundo de los insectos. Rev. Georg. Univer., vol.1, n.4, México, pp.455-482.
- ALONSO-VEGA**, h.; Bañares, A. Y Guerrero, R. Et al. :Hacia la naturaleza Proyecto MT65, Alambra, España, 1978.
- Atlas del Mundo Animal. Selecciones de Reader's Digest.
- BARNES**, R. D.: Zoología de los invertebrados. Ed. Interamericana, México.
- BELL**, C. R.: Variación y clasificación de las plantas. Serie Fundamentos de Botánica. Herrero, Hnos. , México.
- BOOLOOTIAN**, R. A.: Fundamentos de Zoología. Limusa, México, 1985.
- BURNETT**, M. A.: Fundamentals of Mycology. Eduard Arnold Publishers Ltd., Londres., 1968.
- COCKRUM**, E. L. y McCauley, W. J.: Zoología. Ed. Interamericana, México, 1984.
- CURTIS**, H.: Biología. Ed. Médica Panamericana, Sao Paulo, Brasil, 1991.
- DEACON**, J. W.: Introducción a la micología moderna. Limusa-Noriega, México, 1990.
- DELEVORYAS**, t.: Diversificación vegetal Serie Biología Moderna, CECSA, México, 1979.
- FANCELLO**, O.: El camino de la ciencia II. De la molécula al hombre. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Grijalbo, México, 1985.
- FREÍD**, G. H.: Biología. McGraw-Hill Interamericana de México, 1990.
- FUNDER**, S.: Practical Mycology. Manual for identification of fungi. Hafner Publishing Co. Inc., Nueva York, 1970.
- HOLMAN**, R. N. y Robbins, W. W.: Botánica general. UTHEA, México, 1965.
- LIRA**, G. E. I.; Mudespacher, C. y Cifuentes, Z. J. L.: Guía ilustrada de animales marinos venenosos de México y el Caribe, Limusa-Noriega, México, 1989.

MARGULLIS, L. Schwarts, K. V.: Cinco reinos. Guía ilustrada de los pila de la vida en la Tierra. Edición Popular, Fac. de Ciencias, UNAM, México, 1981.

OTTO, J. H. y Towle, A.: Biología moderna. Ed. Interamericana y McGraw-Hill, México, 1988.

PICONES, M. A.: Estudio de la forma de los seres vivos. Serie fascículos modulares de Biología para la enseñanza media superior, CECSA, México, 1983.

SHERMAN, W.I. y Sherman., G. V.: Biología; perspectiva humana. McGraw-Hill, México, 1991.

SINNOT, E. W. y Wilson, K. S.: Botánica, principios y problemas. CECSA, México, 1963.

SMITH, G.: Cryptogamic Botany. Serie Bryophytes and Pteridophytes, vol. II. International Student Edition. Mc Graw-Hill, USA, 1955.

SOLOMON, E. P.; Ville, C. A. Y Davis, P. W.: Biología, Ed. Interamericana, México, 1987.

STARR, C.: Biology concepts and applications. Wadsworth Publishing. Co., Belmont, California, 1991.

VIEDMA, M. G.; Bargaño, J. R. Y Notario, A.: Introducción a la entomología. Alambra, España, 1985.

WEIER, T. E. y Stocking, G. R.: Botánica general. Limusa, 5a. ed., México, 1979.

jsdnvoiweisninvcsnoincosniovcio