

# **EL LABORATORIO: ESCENARIO CLAVE EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA**

## **Guía de Trabajos Prácticos**

Claudia Beatriz Sorol  
Alejandra Lorena Goncalves  
Ernesto Martín Giorgio  
Liliana Rosalba Ybarra  
Carlos Eduardo Kusmeluk  
Karina Beatriz Acosta  
Silvia Alicia Flores

Colección: Cuadernos de Cátedra



Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales

El laboratorio : escenario clave en la enseñanza de la Biología:  
Guía de trabajos prácticos / Claudia Beatriz Sorol ... [et al.]. -  
1a ed - Posadas: Universidad Nacional de Misiones, 2024.  
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-950-766-236-2

1. Biología. 2. Educación Científica. 3. Investigación  
Experimental. I. Sorol, Claudia Beatriz  
CDD 570.71

## TABLA DE CONTENIDOS

PREFACIO .....	5
LABORATORIO DE BIOLOGÍA .....	6
<b>TP N°1: CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS Y NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA VIVA.....</b>	<b>18</b>
<b>TP N°2: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DISCUSIÓN DE TEORÍAS SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA .....</b>	<b>26</b>
<b>TP N°3: ORGANIZACIÓN DE LA CÉLULA PROCARIOTA .....</b>	<b>34</b>
<b>TP N°4: ORGANIZACIÓN DE LA CÉLULA EUCARIOTA .....</b>	<b>42</b>
<b>TP N°5: DIVISIÓN CELULAR: MITOSIS.....</b>	<b>48</b>
<b>TP N°6: DIVISIÓN CELULAR: MEIOSIS.....</b>	<b>55</b>
<b>TP N°7: GENÉTICA MENDELIANA: MONOHIBRIDISMO .....</b>	<b>63</b>
<b>TP N°8: GENÉTICA MENDELIANA: DIHIBRIDISMO .....</b>	<b>72</b>
<b>TP N°9: CARACTERIZACIÓN DE PROTISTAS Y HONGOS.....</b>	<b>79</b>
<b>TP N°10: CARACTERIZACIÓN DEL REINO PLANTAE.....</b>	<b>93</b>
<b>TP N°11: CARACTERIZACIÓN DEL REINO ANIMALIA.....</b>	<b>106</b>



## PREFACIO

*«En cuestiones de cultura y de saber, sólo se pierde lo que se guarda;  
sólo se gana lo que se da»*

Antonio Machado (1875- 1939)

Elaboramos esta guía pensando en estudiantes que inician una carrera universitaria y llegan a nuestro laboratorio con curiosidad y expectativas; también la preparamos con la mirada hacia su continuo progreso en la carrera reconociendo la importancia de establecer fundamentos sólidos sobre los cuales puedan construir sus conocimientos. Además, tuvimos en cuenta nuestro rol en la formación de profesores, futuros colegas, quienes tendrán influencia en los entornos educativos en los que se desarrollen. Por todas estas razones buscamos que además de contenidos de Biología esta guía sea un instrumento que contribuya al análisis y la reflexión y que ambas actividades sean parte del ejercicio constante que les permita orientar en su propio medio los cambios que se producen.

Como equipo docente valoramos enormemente los procesos de aprendizaje que se desarrollan en el ámbito del laboratorio, sabiéndolos fundamentales para la comprensión de las bases conceptuales de la Biología y para promover el desarrollo de habilidades prácticas y el trabajo colaborativo.

Para cada trabajo práctico se presentan los objetivos; después, una introducción teórica seguida de una serie de procedimientos y de actividades variadas que integran temáticas sobre pensamiento científico, biología celular, microbiología, genética y biodiversidad. Hemos propuesto actividades que, utilizando metodologías experimentales, permitirán el desenvolvimiento en el laboratorio y la obtención de resultados relevantes para la comprensión de diferentes procesos. Además, los ejercicios de observación de organismos promoverán la identificación de las relaciones entre los componentes estructurales de los seres vivos y sus funciones, reconociendo la importancia y la complejidad de la diversidad biológica. Hemos incluido ejercicios de resolución de problemas, preguntas para reflexionar, discutir y comprender los conceptos de modo integrado. Al final de cada trabajo práctico se presenta un apartado denominado «En perspectiva docente», un espacio con propuestas de actividades que nutren el trayecto formativo en docencia mediante la construcción y revisión de prácticas de enseñanza.

Auguramos que el laboratorio se transforme en un espacio de construcción colectiva de conocimientos y les proponemos esta guía de trabajos prácticos para que disfruten de la experiencia de estudiar Biología.

Como docentes universitarios para nosotros es un placer compartir esta parte del camino que inician.

*Equipo docente  
Cátedra de Biología*

## LABORATORIO DE BIOLOGÍA

Para el desarrollo de los trabajos prácticos de Biología propuestos en la presente guía es requisito previo el reconocimiento de las normas de seguridad, la identificación, el manejo y los cuidados de los materiales e instrumentos de uso frecuente en el laboratorio, por ello esta sección inicial se presenta como un insumo fundamental a ser leído y analizado con atención.

### SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

El trabajo en el laboratorio debe llevarse a cabo de modo cuidadoso dado que se manipulan sustancias químicas, instrumentos y equipos; por ello, al desarrollar las prácticas de laboratorio, los estudiantes, auxiliares y docentes deben realizar un manejo correcto de los mismos atendiendo una serie de normas **preventivas** destinadas a proteger la salud de los individuos y del ambiente.

Las medidas de Seguridad en Laboratorios son un conjunto de medidas preventivas destinadas a proteger la salud de los que allí se desempeñan frente a los riesgos propios derivados de la actividad, para evitar accidentes y contaminaciones tanto dentro de su ámbito de trabajo, como hacia el exterior.

La Organización Mundial de la Salud define «seguridad biológica» (bioseguridad) como aquellos principios, técnicas y prácticas aplicadas con el fin de evitar la exposición no intencional a patógenos y toxinas, o su liberación accidental.

### NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL LABORATORIO

#### Generales

- Conocer la ubicación de los elementos de seguridad en el lugar de trabajo, tales como: matafuegos, salidas de emergencia y botiquín.
- Identificar las áreas del laboratorio y los carteles con información de números de teléfono a los que llamar en caso de emergencia.
- Dejar libre las rutas de escape o pasillos para permitir la libre circulación (no bloquear con mochilas, muebles o equipos).
- Ubicar en los espacios de guardado, los elementos personales tales como carteras, mochilas o abrigos. No dejarlos sobre las mesadas de trabajo o en el piso.
- No comer, beber ni fumar.
- No guardar alimentos en el laboratorio, ni en las heladeras que contengan sustancias químicas.
- El almacenamiento en estantería debe garantizar que todo esté colocado en una forma estable.
- Todo debe estar identificado correctamente.
- Las manos deben lavarse cuidadosamente después de cualquier manipulación de laboratorio y antes de retirarse del laboratorio.

#### Relacionadas con la presentación personal

- Utilizar chaquetilla o guardapolvo para evitar el contacto de sustancias químicas con la piel.
- Utilizar calzado cerrado para proteger los pies frente a posibles derrames.
- Llevar el cabello recogido.

#### Relacionadas con el orden y limpieza del laboratorio

- Las mesadas de trabajo deben estar despejadas y limpias para el desarrollo de las actividades.
- Los reactivos y sustancias químicas deben permanecer en el sector de trabajo común.
- Los residuos serán descartados en los contenedores destinados para tal fin.

- Al finalizar cada práctica se procede a la limpieza del material utilizado y de la zona de trabajo.

#### **Relacionadas al cuidado del material óptico**

- Utilizar correctamente los instrumentos ópticos: lupas y microscopios. Evitar acciones forzadas o golpes a los mismos.
- Transportar el microscopio sosteniendo firmemente la columna y la base del mismo.
- Utilizar el aceite de inmersión únicamente en el objetivo de mayor aumento (100x).
- Guardar el microscopio con la tecla de luz en posición de apagada, el objetivo de menor aumento en posición y la platina baja.

#### **Relacionadas con la utilización del material de vidrio**

- Corroborar que se encuentren en buen estado (sin roturas) y limpios antes y después de manipularlos.
- Rotular con cinta de papel o marcador al solvente. No emplear corrector.
- Para enrasar un líquido en un determinado volumen apoyar el recipiente graduado a la altura de los ojos, de modo tal que la curvatura del líquido coincida con la graduación.
- Con el fin de evitar roturas, el material de vidrio no debe enfriarse bruscamente después de haberlo calentado.

#### **Relacionadas con la utilización de productos químicos**









- Leer el rótulo y el pictograma de peligrosidad antes de utilizar un determinado compuesto.
- No tocar con las manos los productos químicos y evitar el contacto con la boca.
- No retornar nunca el exceso de producto químico al recipiente de origen.
- Tapar los frascos.
- Utilizar la perita o propipeta para medir volúmenes con las pipetas. Evitar aspirar con la boca.
- Cuando se vierta un producto líquido, el frasco que lo contiene debe ser inclinado de modo que la etiqueta quede en la parte superior para evitar el deterioro de la misma si se escurre líquido.
- Mantener los productos inflamables (gases, alcohol, éter, etc.) alejados de las llamas de los mecheros. Para calentar tubos de ensayo con estos productos, utilizar baño María, nunca directamente a la llama. Tener precaución con las llaves de paso de gas.
- Manipular con cuidado los productos corrosivos (ácidos, álcalis, etc.). Para evitar salpicaduras verter suavemente por la pared del recipiente.
- Para diluir un ácido, siempre vierta el ácido sobre el agua.
- Utilizar una pipeta diferente por cada reactivo utilizado.

#### **Relacionadas al descarte de materiales**

- Descartar por los desagües del laboratorio, únicamente líquidos no contaminantes. No descarte material sólido.
- Depositar los residuos sólidos en bolsas de polietileno ubicadas en contenedores con tapa.
- Verter los productos químicos biodegradables de desecho al sistema de drenaje, haciendo circular abundante agua.
- Depositar los productos químicos de desecho no biodegradables en contenedores rotulados para tal fin.
- Depositar el material de vidrio de descarte o con defectos en los contenedores destinados a tal fin.
- Depositar agujas, alfileres y hojas de bisturí en los contenedores destinados para tal fin.

## PICTOGRAMAS DE PELIGROSIDAD

Las sustancias químicas pueden ser clasificadas en:

	<b>Explosivos.</b> Sustancias y preparados que pueden explotar por efecto de la llama.		<b>Inflamables.</b> Sustancias y preparados cuyo punto de combustión sea igual o superior a 21°C e inferior a 55 °C.
	<b>Comburentes.</b> Sustancias y/o preparados que en contacto con otras provocan o favorecen la combustión. Por ejemplo: Oxígeno.		<b>Corrosivas.</b> Sustancias y preparados que en contacto con los tejidos vivos puedan ejercer sobre ellos una acción destructiva.
	<b>Tóxicas.</b> Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o absorción cutánea puedan ocasionar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.		<b>Peligrosas para el medio ambiente.</b> Sustancias y preparados cuya utilización presente o pueda presentar riesgos inmediatos o a largo plazo para el medio ambiente.
	<b>Irritantes.</b> Sustancias y preparados no corrosivos que por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o mucosas pueden provocar una reacción inflamatoria.		<b>Riesgo biológico.</b> Consiste en la presencia de un organismo o sustancia derivada que plantea una amenaza a la salud humana (contaminación biológica).

## Normas para la eliminación de residuos

### Residuos químicos

- Fijadores: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (ejemplo: farmer).
- Alcoholes: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (ejemplo: alcohol 70 % y 96 %).
- Formol: se almacena en recipientes cerrados y debidamente rotulados.
- Ácidos: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (ejemplo: ácido nítrico, clorhídrico, pícrico, acético).
- Hidróxidos: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (ejemplo hidróxido de sodio).
- Colorantes: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (azul de metileno, cristal violeta, orceína, safranina, rojo congo, sudán).
- Indicador de pH: se almacena en recipientes cerrados y debidamente rotulados (ejemplo: azul de bromotimol).



- Solventes orgánicos: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (ejemplo: tolueno).

### **Residuos biológicos**

- Frotis sanguíneo.
  - Característica: biopatológico.
  - Tratamiento previo a la eliminación: sumergir en solución de hipoclorito de sodio al 10%.
  - Forma de eliminación: sistema de drenaje/ red cloacal.
- Extendido de microorganismos (bacterias, levaduras y protistas)
  - Característica: material biológico.
  - Tratamiento previo a la eliminación: sumergir en solución de hipoclorito de sodio al 10%.  
Lavar con abundante agua y detergente.
  - Forma de eliminación: sistema de drenaje/ red cloacal.

### **Residuos comunes**

- Todos aquellos que por su semejanza a los residuos domésticos son considerados como tales (ejemplo: papeles, plantas, huevo, frutas, etc.).

### **Cada estudiante debe tener en cuenta los siguientes aspectos para el desarrollo del Trabajo Práctico:**

- Antes de realizar una práctica, debe leer detenidamente la guía de laboratorio para adquirir una idea clara de sus objetivos, fundamentos y técnicas.
- Durante el desarrollo de las actividades cada grupo se responsabilizará de su material y de la zona trabajo; registrando detalladamente los resultados.
- Cualquier inconveniente que se produzca durante el trabajo práctico deberá ser informado a la brevedad al docente.
- El material óptico debe ser devuelto en las mismas condiciones en las cuales se entrega en cuanto a limpieza e integridad.

---

*En el laboratorio su seguridad y la de sus compañeros/as depende del conocimiento de las buenas prácticas, el sentido común y la solidaridad en el ambiente de trabajo.*

---

## B. EL LABORATORIO DE BIOLOGÍA

El laboratorio de biología es el lugar donde se trabaja con material relativo a los seres vivos. En el laboratorio se realizan prácticas tanto a nivel microscópico (células) como a nivel macroscópico (órganos, tejidos o sistemas), con dichas actividades se trata de diferenciar la estructura de los organismos vivos e inclusive identificar algunos de los elementos que los componen. Así mismo, se pueden realizar observaciones y mediciones a partir de las cuales se pueden formular hipótesis y conclusiones de los experimentos.

### MATERIAL DE LABORATORIO

El material elemental en un laboratorio de biología se compone de:

- **Reactivos:** sustancia que interactúa con otra. Compuesto añadido a un sistema para provocar una reacción química, para revelar la presencia o medir la cantidad de otra sustancia (drogas, colorantes).
- **Instrumento:** objeto fabricado, simple o formado por una combinación de piezas, que sirve para realizar un trabajo o actividad (microscopio óptico y estereoscópico, balanza, pipeta).
- **Materiales:** conjunto de instrumentos utilizados en el laboratorio.
- Los instrumentos se pueden clasificar de acuerdo al tipo de material del cual están fabricados:
- **Metales:** los más empleados son hierro, aleaciones de éste con cobre, níquel, platino, plata, o plomo.
- **Vidrio:** la mayoría de los recipientes de laboratorio, son de borosilicato o Pirex, este vidrio es duro, libre de metales pesados altamente resistente al choque térmico y resistente a la corrosión química, además es transparente y permite observar lo que ocurre en el interior del recipiente.
- **Madera:** suelen utilizarse en diferentes tipos de soportes.
- **Porcelana:** son resistentes a los cambios de temperatura.
- **Caucho:** generalmente, resistentes a la acción de los agentes químicos.
- **Plástico:** en muchos casos pueden sustituir al vidrio, pero son menos resistentes y su utilización tiene limitaciones.


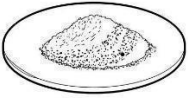



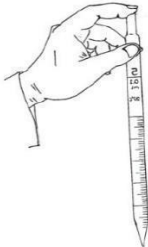


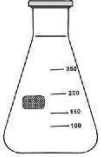
Asimismo, de acuerdo a su utilidad, los instrumentos pueden clasificarse en:



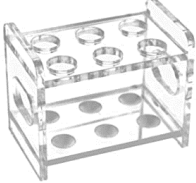




- **Volumétricos:** Erlenmeyer, vaso de precipitado, probeta, pipeta, matraz (de fondo plano o redondo). Como son materiales utilizados para medir volúmenes, frecuentemente suelen ser graduados o presentar una marca indicadora del volumen máximo (aforo).
- **Recipientes:** tubo de ensayo, caja de Petri, vidrio de reloj, frascos transparentes o color caramelo (para reactivos fotosensibles).
- **Accesorios:** bisturí (para cortar las muestras), porta y cubreobjetos (utilizados en microscopía), varilla de vidrio (para agitar alguna solución), mortero con pilón (para macerar o moler muestras), embudo (para trasvasar líquidos), mechero de Bunsen y de alcohol (para calentar soluciones).
- **Soporte o sujeción:** gradillas, trípode, pinzas.

### ACTIVIDAD DE BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

#### Materiales de uso frecuente en el laboratorio de Biología

- A continuación se presentan los instrumentos y materiales de uso frecuente en el laboratorio de Biología. Identifique cada uno de ellos, investigue y describa brevemente sus utilidades.
- Describa la función que desempeña cada material, agrupándolos en: recipientes, volumétricos, soportes y accesorios.

	<p><i>Ejemplo:</i>  <i>Caja de Petri: recipiente de base circular con tapa, de vidrio o plástico que se utiliza para contener diferentes muestras biológicas. Frecuentemente utilizado para realizar cultivos celulares.</i>  <i>Recipiente.</i></p>
	
	
	
	
	
	
	
	

*Durante el desarrollo del curso es posible que amplíe la información recopilada en esta actividad.*

## C. MICROSCOPIA

Los primeros grandes avances en la ciencia (en particular en las ciencias biológicas) se deben en gran parte a la invención del microscopio. Este instrumento surgió a mediados del siglo XVII de la mano de Antonio van Leuwenhoek (1632 - 1723) y permitió a Robert Hooke (1635 - 1701) observar en cortes de corcho poros en forma de celdas a los que denominó células. Posteriormente, con una versión mejorada, van Leuwenhoek logró la observación de organismos unicelulares en muestras de agua.

Con el transcurrir de los siglos, el instrumento ha sido mejorado de manera sustancial y en la actualidad existe una amplia variedad de microscopios ópticos (de fluorescencia, de campo oscuro, de contraste de fase, de luz polarizada, entre otros), cada uno con características particulares que permiten realizar diferentes estudios, desde distinguir tamaños y formas celulares hasta algunas estructuras internas de la célula. En muchos casos, estas estructuras deben ser coloreadas para ser observadas con mayor nitidez. Además, se han desarrollado microscopios electrónicos que permiten conocer la ultraestructura (de transmisión y de barrido).

### Microscopio óptico (MO)

El MO es el más difundido y utilizado. Funciona con lentes de cristal y la iluminación es proporcionada por una fuente de luz. El MO de luz blanca presenta un poder de resolución de **0,25  $\mu\text{m}$**  lo que representa mil veces la resolución del ojo humano (0,1 mm). Por lo tanto, el **poder de resolución (PR)** representa una de las características más importantes del microscopio y se define como la capacidad que tiene el instrumento de detectar por separados dos puntos cercanos. Asimismo, la distancia mínima que debe existir entre dos puntos para que sean distinguidos como diferentes se denomina *límite de resolución (LR)*. El PR es inversamente proporcional al LR, ( $\text{PR}=1/\text{LR}$ ), es decir, el PR de un MO es mayor cuando más pequeño sea el LR, es decir cuanto más pequeña es la distancia que existe entre los dos objetos. Además, el MO presenta una *capacidad de aumento o poder de magnificación*, es decir de aumentar hasta 1.000 veces lo observado por el ojo humano. Esta magnificación es lograda por los diferentes grados de aumento que presenta el sistema de lentes. Cabe destacar que PR y aumento representan dos atributos distintos, por lo cual con los objetivos se puede lograr el aumento del objeto observado pero ello no implicará una mejora en la resolución. El MO también presenta *poder de penetración o de profundidad de campo*, la capacidad de permitir la observación simultánea de dos o más planos en el objeto observado.

El MO puede ser analizado desde un enfoque sistémico, como un conjunto de componentes relacionados entre sí que funciona como un todo. Es decir, cada uno de sus elementos es parte fundamental para su correcto funcionamiento.

El MO consta de tres sistemas fundamentales: *mecánico, de iluminación y óptico*.

- **Sistema mecánico:** formado por elementos que le otorgan estabilidad y firmeza al instrumento; además de facilitar su manejo. Son partes de este sistema: base, pie o estativo, tubo, columna o brazo, revólver, platina, pinzas de sostén y tornillos de focalización (micrométrico y macrométrico).
- **Sistema de iluminación:** Los elementos que lo componen tienen la función de colectar la luz, dosificarla y dirigirla a través del preparado. Son partes de este sistema: fuente de iluminación, condensador (concentra la luz en el preparado) y diafragma (regula la cantidad de luz que sale del condensador).
- **Sistema óptico:** Formado por las lentes oculares y las lentes objetivos. Estas lentes presentan diferentes grados de aumento. En el caso de los oculares, es frecuente que presenten un aumento

de 10x; mientras que los objetivos presentan aumentos como: 4x, 10x, 40x y 100x. El primero se denomina objetivo panorámico, y el último (100x), objetivo de inmersión, dado que requiere el empleo de aceite de cedro en el que quedará sumergida la lente, este aceite posee índice de refracción de 1,5, similar al del vidrio, que permite eliminar casi completamente la desviación de los rayos de luz y al mismo tiempo aumentar considerablemente la eficacia de los objetivos.

En microscopía, para expresar la cantidad de veces que un objeto está aumentado se utiliza el símbolo «x». El aumento total es el producto entre el aumento del objetivo por el aumento del ocular. Por ejemplo, si el aumento del ocular es 10x y el del objetivo es de 10x, el aumento total (ampliación) será  $10 \times 10 = 100 \text{ x}$

La imagen al MO se forma porque la luz pasa a través del objeto a observar (transiluminación), por lo tanto, el objeto debe ser lo suficientemente delgado. La trayectoria de la luz a través de los sistemas de iluminación y óptico forma la imagen en la retina del observador. La imagen formada es **virtual, invertida y aumentada**.

### **Microscopio estereoscópico (Lupa)**

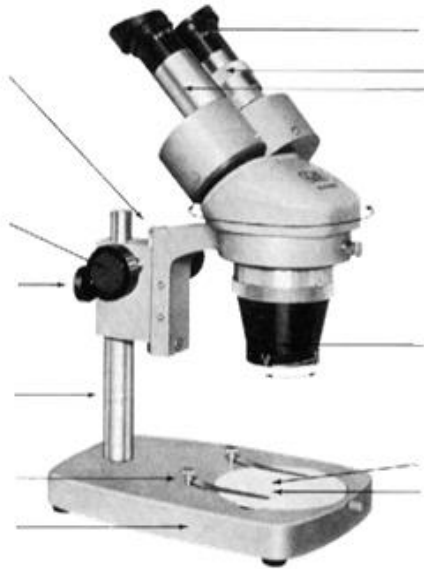
La lupa también cuenta con un sistema óptico y mecánico. El sistema óptico formado por los oculares y objetivos, logran un aumento total logrado que suele ser de 40x o 60x. El poder de resolución de la lupa es de **3  $\mu\text{m}$** . Por otra parte, el sistema mecánico se compone de una base, columna, platina, pinzas sujetadoras y tornillos de enfoque.

En este caso, la iluminación no forma parte del sistema, sino que es aportada por una fuente de iluminación externa (artificial o natural). Dado que la luz incide en el objeto en relieve la imagen formada es tridimensional (visión estereoscópica). Además es **virtual, derecha y aumentada**.

## ACTIVIDAD DE BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

### Identificación de las partes de los instrumentos ópticos

A. Complete los dibujos escribiendo el nombre de las partes del microscopio óptico compuesto común y la lupa o microscopio estereoscópico.



B. Clasifique las partes del microscopio y la lupa según el subsistema al que pertenecen y reúna la información en el siguiente cuadro:

SISTEMA	SUBSISTEMA		
	Óptico	Mecánico/soporte	De iluminación
MO			
Lupa			

C. Compare la lupa y el microscopio óptico teniendo en cuenta los siguientes aspectos: aumento, imagen y características que debe reunir el material que será observado.

	MO	LUPA
Poder de resolución		
Máximo aumento		
Iluminación		
Características de la imagen obtenida		
Características de la muestra		

### Preparación de muestras biológicas y observación al microscopio óptico

El material biológico a estudiar debe ser convenientemente tratado para que reúna las condiciones de transparencia, espesor y tamaño. El material puede simplemente ser colocado sobre un portaobjetos (montaje) añadiendo generalmente, un cubreobjetos o puede ser expuesto a diferentes métodos de montaje (Figura 1).

Se distinguen dos tipos principales de preparados según el tiempo de conservación:

- a) **Temporarios:** tienen un tiempo acotado de duración. Se puede observar material en fresco u organismos vivos; células o tejidos muertos que hayan sido fijados y en ocasiones coloreados pero sin montaje. La **fijación** permite detener los procesos de autólisis celular, conservar las estructuras y la composición química, impidiendo alteraciones post-mortem y la **coloración**\* genera contraste entre las estructuras observadas.
- b) **Permanentes:** son aquellos que se realizan utilizando reactivos y procesos más complejos, denominados técnicas o procesos citohistológicos, que permiten la conservación del material sin experimentar cambios en el tiempo. Para conservar las preparaciones de modo permanente, además de fijarlas y colorearlas, se deben montar incluyéndolas en líquidos determinados por ejemplo glicerina o bálsamo de Canadá\*\*. Si este *medio de montaje* es más o menos volátil o no se seca (glicerina), es necesario rodear o cementar el cubre con esmalte de uñas o parafina.

\* Existen dos tipos de coloración: *simple*, utiliza un solo colorante para teñir estructuras celulares que de otro modo no serían visibles al microscopio y; *diferencial*, utiliza al menos dos colorantes que se aplican en forma secuencial a un preparado fijado al calor (Ej. coloración diferencial de Gram, TP células procariotas).

\*\* Los extendidos bacterianos o frotis sanguíneos constituyen un tipo particular de preparado permanente; son expuestos a fijación y tinción pero *no* se colocan en un medio de montaje.





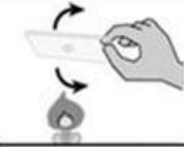



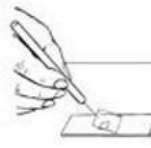


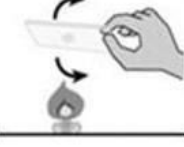





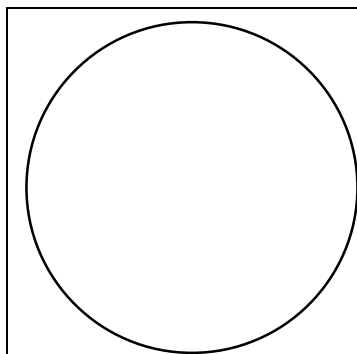
	TOMA DE MUESTRA	FIJACIÓN		COLORACIÓN	MONTAJE
TEMPORARIO	 Gota de muestra  Extendido	 Física  Química	→	 	 
PERMANENTE	 Muestra de tejido	 Física  Química	 -Inclusión en parafina - Corte con micrótopo - Desparafinado - Hidratación	 	-Deshidratación - Montaje (con Bálsamo de Canadá) 

Figura 1. Técnicas de obtención de preparados temporarios y permanentes.

**Protocolo de observación**

Todas las observaciones realizadas al microscopio óptico deben esquematizarse dentro de un campo de observación, detallando el protocolo correspondiente como se muestra a continuación:

**Modelo protocolo de observación:**



**Material biológico:** muestra a partir de la cual se realiza la observación (ej.: hoja de elodea).

**Observación:** estructura celular, organismo o proceso objeto de estudio (ej.: organela, célula, organismo unicelular).

**Preparado:** temporario o permanente

**Coloración:** nombre del colorante utilizado o sin coloración

**Aumento total:** calculado como el producto del aumento de la lente ocular por el aumento de la lente objetivo

TRABAJO PRÁCTICO Nº 1

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS Y NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA VIVA**

**OBJETIVOS**

- ✓ Reconocer y describir las características de los seres vivos.
- ✓ Identificar los niveles de organización de los sistemas vivientes y las propiedades emergentes en un organismo.
- ✓ Analizar la organización de la materia viva desde un enfoque sistémico.

**INTRODUCCIÓN**

La **Biología** es la ciencia cuyo objeto de estudio son los seres vivos. Los avances logrados en este campo, con contribuciones de disciplinas como la física y la química, han desempeñado un rol fundamental en la mejora de la comprensión de la naturaleza de la vida. Los biólogos abordan el estudio de los seres vivos desde el nivel molecular hasta el de biósfera.

Para iniciar las prácticas en biología resulta propicio preguntarse qué es la vida. Sin embargo, no se puede definir este concepto de modo simple y en una sola frase. Para delimitar los confines de la vida es esencial comprender las propiedades (características) que distinguen a los seres vivos de los cuerpos inertes.

La unidad básica de todos los organismos es la **célula**, este postulado constituye un principio unificador de la biología. No obstante, la célula es una unidad estructural, funcional y de origen, presenta variabilidad de forma y tamaño estrechamente vinculada con la función que desempeña. Algunas de las formas más simples de vida, como las bacterias, algunos protistas y algunos hongos, son organismos unicelulares, otros, como las plantas y los animales, están constituidos por millones de células. En este tipo de organismos multicelulares los procesos de la vida dependen de la coordinación de las funciones de sus células, las que se organizan en tejidos, órganos y sistemas de órganos.

*¿Cuáles son las características que comparten los seres vivos?* Las mismas se presentan en la Figura 1.



**Figura 1.** Características de los seres vivos.

A continuación, se describen brevemente cada una de las propiedades de los seres vivos.

● **Organización:** los procesos que ocurren en los seres vivos dependen de las funciones coordinadas en diferentes niveles jerárquicos estructurales, siendo fundamental una organización biológica. De este modo, el estudio de los seres vivos debe ser abordado considerando diferentes niveles de organización de la materia, cada uno de los cuales presenta propiedades particulares, por ejemplo el nivel molecular, celular, de poblaciones o de ecosistemas.

● **Crecimiento y desarrollo:** crecimiento es el aumento del tamaño celular y/o del número de células de un organismo, es un proceso medible y cuantificable. En general, el crecimiento se produce a través del tiempo en forma conjunta con el desarrollo. El desarrollo implica diferenciación celular e involucra cambios cualitativos que acontecen durante el ciclo de vida de un organismo, es un proceso caracterizado por una serie de etapas.

● **Metabolismo:** la suma de todas las reacciones químicas que se llevan a cabo en la célula recibe el nombre de metabolismo. Las vías metabólicas pueden ser de dos tipos: anabólicas o catabólicas. Las reacciones anabólicas permiten la síntesis de moléculas complejas a partir de moléculas simples, con consumo de energía. Las reacciones catabólicas permiten la degradación de moléculas complejas, con liberación de energía, dando lugar a moléculas simples. Son ejemplos de reacciones metabólicas la síntesis de proteínas, la respiración celular, la fotosíntesis, la degradación de lípidos.

● **Homeostasis:** la palabra homeostasis proviene del griego «permanecer sin cambio» y puede definirse como la tendencia a resistir cambios con el fin de mantener un ambiente interno estable y relativamente constante. Puede producirse como resultado de un conjunto de procesos que mantienen el equilibrio dinámico y permiten la regulación de la constancia en las condiciones del medio interno corporal. Entre las condiciones reguladas se encuentra: la temperatura corporal, el pH, el contenido de agua y la concentración de electrolitos.

● **Irritabilidad:** la respuesta o reacción de los seres vivos a estímulos físicos o químicos provenientes de su ambiente interno o externo se conoce como irritabilidad. Los estímulos que pueden provocar una respuesta en los organismos son: la intensidad, dirección o color de la luz, temperatura, presión, sonido y composición química del medio circundante. La respuesta a estímulos implica movimiento, aunque no siempre locomoción (desplazamiento de un lugar a otro). Son ejemplos de irritabilidad el aumento de la frecuencia cardíaca durante la actividad física o el cambio en la dirección de los tallos de una planta en respuesta a la disponibilidad de luz.

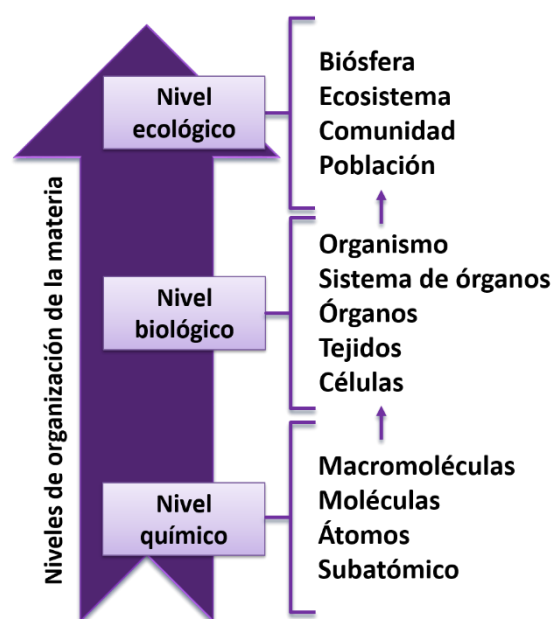
● **Reproducción:** el proceso por el cual se produce el aumento en número de células y de organismos se denomina reproducción. El mecanismo de reproducción de la célula depende del tipo al cual pertenezca, por ejemplo las células eucariotas se reproducen por división. En los organismos la reproducción puede ser de tipo asexual o sexual. Mediante reproducción asexual se originan organismos genéticamente iguales a sus progenitores, mientras que mediante reproducción sexual se originan organismos con una composición genética distinta a la de sus progenitores.

● **Evolución y adaptación:** el proceso por el cual la composición genética de una población cambia a través del tiempo a lo largo de las generaciones se denomina evolución. Las adaptaciones son características que se heredan y están vinculadas a la supervivencia de los organismos en un ambiente determinado. Pueden ser adaptaciones estructurales, fisiológicas, bioquímicas o de comportamiento. Por ello, los organismos son una compleja colección de adaptaciones coordinadas que se han producido a través de los procesos evolutivos.

### *Niveles de organización de la materia viva*

Considerando los niveles de organización de la materia, dentro de cada célula, los átomos forman moléculas, las cuales forman agregados macromoleculares como las organelas y estructuras celulares. La célula constituye el primer nivel de organización morfológica desde un punto de vista biológico. En organismos pluricelulares, las células que comparten funciones forman tejidos especializados. Diferentes tejidos pueden asociarse formando órganos. Los órganos en conjunto pueden conformar sistemas de órganos de un organismo.

Cada nivel de organización incluye a los niveles inferiores y constituye a su vez, la base de los niveles superiores. Además, cada nivel posee propiedades particulares y novedosas que no existen en el anterior, denominadas «propiedades emergentes». Así, una molécula de agua tiene propiedades diferentes a la de la suma de las propiedades de sus átomos constitutivos (hidrógeno y oxígeno). Del mismo modo, una célula cualquiera tiene propiedades diferentes de las de sus estructuras constitutivas, y un determinado organismo multicelular tiene propiedades nuevas y diferentes de las de sus células constitutivas. De todas las propiedades emergentes, sin duda, la más sorprendente es la que surge en el nivel de una **célula** individual y es nada menos que la **vida**. Las múltiples interacciones que ocurren entre los componentes de un nivel de organización determinan sus propiedades emergentes. Así, desde el nivel subatómico hasta el nivel de la biósfera, se producen interacciones permanentes. Estas interacciones permiten comprender la organización estructural y funcional de la materia viva (Figura 2).



**Figura 2.** Niveles de organización.

### *Sistemas biológicos: cuando el todo es más que la suma de las partes*

Tanto la materia viva como los artefactos construidos y hasta las mismas sociedades pueden ser analizadas desde un enfoque sistémico. Esta perspectiva centra el análisis en los sistemas dinámicos y como planteo general refiere que: «Un **sistema** es un conjunto de elementos en interacción dinámica, organizados en función de un objetivo». Por lo tanto, en todo sistema se pueden señalar: elementos, interacción, organización y finalidad (objetivo). En biología, los elementos que constituyen cada sistema cumplen funciones definidas y se organizan en niveles jerárquicos. A su vez, cada nivel de organización incluye componentes bióticos que interactúan con componentes abióticos a través de un intercambio de materia y energía, por ello se trata de sistemas abiertos.

La importancia de abordar el estudio de la biología desde un enfoque sistémico radica en que un componente aislado dentro del sistema no puede ser descripto completamente, ni comprendido, salvo que sea visto en el contexto del sistema del cual forma parte.

Cada elemento de un sistema biológico puede ser estudiado empleando diferentes técnicas de análisis. Por ejemplo, si se observa una planta a simple vista se pueden realizar estudios del organismo desde un punto de vista macroscópico y evaluar su morfología (raíz, tallo, hojas, flores,

frutos); mientras que, empleando un microscopio óptico (MO), se pueden observar los componentes individuales que lo conforman, su anatomía (tejidos, células, organelas). En ambos casos se distingue un conjunto de elementos cuyas interacciones hacen posible que funcionen como un todo y, por lo tanto, conformen un sistema biológico.

Las actividades del presente trabajo práctico proponen el ejercicio de analizar diferentes objetos de estudio desde un **enfoque sistémico**, teniendo en cuenta el **nivel de organización** y sus **propiedades emergentes**.

**ACTIVIDAD 1. RECONOCIMIENTO DE NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA VIVA EN UN ORGANISMO ACUÁTICO *Elodea sp.***

- Tomando como sistema al organismo acuático *Elodea sp.* ¿Qué características presenta este organismo para ser definido como sistema?

.....

.....

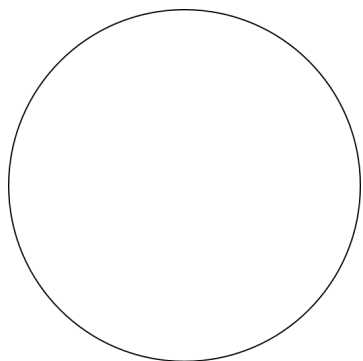
.....



**Sistema:** planta de *Elodea sp.*  
**Nivel de organización:** organismo  
**Subsistema:** órganos

- b) Realice un preparado temporario de hoja de *Elodea sp.*
- c) Dibuje en los campos de observación lo observado con el objetivo de 10X (A), el objetivo de 40X (B) y el objetivo de inmersión de 100X (C).
- d) Complete el protocolo de observación con cada uno de los objetivos.
- Reconozca e interprete los niveles de organización de la materia viva tomando la hoja como sistema.

**A**



**Protocolo de observación:**

*Material biológico:* Hoja de *Elodea* sp.

*Observación:*.....

*Preparado:*.....

*Coloración:*.....

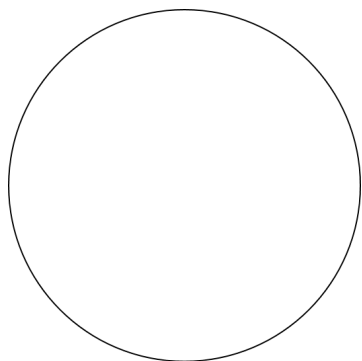
*Aumento total:*.....

Sistema: Hoja

Nivel de organización:.....

Subsistema:.....

**B**



*Material biológico:* Hoja de *Elodea* sp.

*Observación:*.....

*Preparado:*.....

*Coloración:*.....

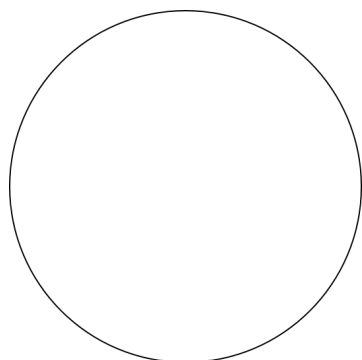
*Aumento total:*.....

Sistema: Tejido

Nivel de organización:.....

Subsistema:.....

**C**



*Material biológico:* Hoja de *Elodea* sp.

*Observación:*.....

*Preparado:*.....

*Coloración:*.....

*Aumento total:*.....

Sistema: Célula

Nivel de organización:.....

Subsistema:.....

## ACTIVIDAD 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS SERES VIVOS

- **La pecera: Un ecosistema artificial**
- Considerando la pecera del laboratorio y la siguiente figura, reconozca y señale los componentes bióticos y abióticos del sistema. Puede editar la imagen si lo considera.



**Figura 3.** Ecosistema artificial.

- ¿Qué niveles de organización de los seres vivos podría reconocer en el ecosistema analizado?

.....

.....

- **El tucán grande, la estrella de Misiones**
- Lea atentamente la siguiente descripción.



**Figura 4.** El tucán grande (*Ramphastos toco albogularis*).  
 (Nota de divulgación Infobae, 2023)

«En la generosa biodiversidad de la selva misionera, entre los animales más destacados se encuentra el tucán, con su pico gigante y colorido. Se pueden encontrar cinco especies (incluyendo al Tucán Grande) en las Cataratas del Iguazú y otros puntos de la provincia. En invierno se acercan a parques y jardines urbanos en busca de alimento, principalmente frutas, pero ocasionalmente también comen insectos, reptiles y huevos de otras aves. La mayor parte del plumaje es de color negro brillante y su característico pico naranja rojizo presenta una gran mancha ovalada de color negro. El pico voluminoso presenta varias funciones, como la alimentación, la defensa, el cortejo y también como reguladora de la temperatura, ya que mediante variaciones en el volumen del flujo sanguíneo, el pico puede absorber el calor mientras el cuerpo permanece a temperatura estable. La mayoría de los

tucanes mudan su plumaje, este proceso consiste en reemplazar las plumas gastadas o viejas con el fin de mantener su correcta funcionalidad. Los sexos son similares en apariencia, aunque las hembras son ligeramente de menor tamaño y pueden tener el pico ligeramente más largo que el macho. La época de cría del tucán varía según la región, aunque su ciclo de reproducción es anual. Para anidar buscan cavidades en los árboles que frecuentemente suelen usar año tras año. Suelen poner de 2 a 4 huevos que eclosionan a los 16-20 días y las crías nacen desnudas y ciegas, abren los ojos a las 3 semanas. Su crecimiento es bastante lento e inicialmente no se asemejan a un tucán adulto, dado que su pico tarda varios meses en desarrollarse completamente» (Guía de aves de Misiones, 2023).

**b)** Resalte en la descripción las características explícitas y/o implícitas que definen a los ejemplares como seres vivos. Escriba las propiedades de referencia como nota al margen.

**c)** Los seres vivos identificados en la imagen: ¿Reúnen y comparten *todas las características* para definirse como tal? Justifique su respuesta.

.....

.....

.....

.....

**d)** ¿Qué niveles de organización de los seres vivos podría reconocer en el sistema?

.....

.....

**C. Niveles de organización y sistemas**

**a)** Los diferentes niveles de organización mencionados en el apartado **A** y **B**: ¿Podrían definirse como sistemas? Justifique su respuesta.

.....

.....

.....

.....



### ACTIVIDAD 3. INTEGRACIÓN

- Con base en los temas desarrollados en el TP N°1, describa brevemente aspectos comunes y diferencias entre los sistemas: microscopio óptico y hoja de *Elodea* sp.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### → EN PERSPECTIVA DOCENTE

- En la provincia de Misiones continúan las campañas de prevención contra el dengue, el zika y el chikungunya, estas enfermedades virales son transmitidas por el mosquito *Aedes aegypti*. ¿Es posible tomar a este individuo como ejemplo para abordar con sus futuros estudiantes el tema: «Propiedades de los seres vivos»? ¿Qué propiedades podrían analizar?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### BIBLIOGRAFÍA

Campbell, N.A. y Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7° Edición. Capítulo 1: Exploración de la vida. pp: 2-29.

Nota de divulgación Infobae, 2023. Día del animal: estos son los diez animales típicos de la fauna argentina. Disponible en: <https://www.infobae.com/inhouse/2023/04/30/dia-del-animal-estos-son-los-diez-animales-tipicos-de-la-fauna-argentina/>

Guía de aves de Misiones, 2023. Descripción del tucán grande. Disponible en: <https://guiadeavesdemisiones.com/tucan-grandedescripcion>

## TRABAJO PRÁCTICO N° 2

**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN  
DISCUSIÓN DE TEORÍAS SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA****OBJETIVOS**

- ✓ Definir conceptos básicos de la investigación científica.
- ✓ Reconocer los componentes de la metodología científica experimental en el desarrollo de las teorías sobre el origen de la vida.
- ✓ Identificar las variables independientes y dependientes de un experimento.
- ✓ Aplicar una metodología científica para poner a prueba una hipótesis.
- ✓ Comparar las teorías sobre el origen de la vida considerando el contexto histórico.

**INTRODUCCIÓN**

En términos generales, un método es un modo ordenado y sistemático de proceder para alcanzar un objetivo propuesto. Dado que el campo de investigación de las ciencias biológicas es amplio, los métodos que se emplean también lo son. Uno de ellos consiste en un conjunto de pasos, técnicas y procedimientos basado en la formulación y resolución de problemas de investigación mediante la prueba de hipótesis.

En biología para poner a prueba una hipótesis planteada se lleva a cabo un experimento. En un experimento, el investigador manipula una o más variables independientes (variables de causa, es decir factores que influyen sobre el objeto de estudio) y después evalúa el efecto de esas variables a través de las respuestas o variables dependientes. El objetivo de un experimento es establecer una relación causal entre las variables independientes y dependientes, se hace referencia entonces al método científico experimental.

En un experimento controlado se mantienen constantes todas las variables excepto la variable independiente cuyos efectos se pretenden evaluar. Se analiza un probando, el cual consiste en el dispositivo que se pondrá a prueba y los resultados son contrastados con un grupo control (o testigo). Los controles pueden ser positivos o negativos, en ellos se espera obtener resultados positivos y negativos, respectivamente. Las diferencias detectadas en el probando con relación a los controles pueden ser explicadas por la variable independiente que se está estudiando. Además, la inclusión de controles es fundamental para determinar la fiabilidad de los experimentos.

Rastreando la historia de la ciencia, puede identificarse el surgimiento del método científico experimental en el período conocido como la Revolución Científica que tuvo lugar en los siglos XVI y XVII en Europa. En cuanto a la historia del pensamiento biológico, un tema que ha despertado profundo interés y ha sido fuente de numerosas controversias desde la época de Aristóteles (siglo IV a.C.) ha sido «el origen de la vida». Hace 2.000 años, este filósofo griego propuso una explicación que prevaleció durante mucho tiempo: la Generación Espontánea. No obstante, con el fortalecimiento de la metodología científica, la Biología empezó a abordar este enigma de manera más rigurosa y sistemática.

En el marco de la teoría de la *Generación Espontánea* se proponía que la materia inerte (como el barro, el aire, el sudor o la carne en descomposición) poseía un «principio activo» a partir del cual, y si las condiciones fueran favorables, se generaba la vida. Por ejemplo, se pensaba que los cocodrilos se originaban a partir de la madera en descomposición de troncos que caían al agua. En el siglo XVII el naturalista belga Jan Baptiste van Helmont realizó una experiencia para demostrar

la generación espontánea. Esta experiencia consistió en una receta para producir ratones en 21 días. La propuesta de van Helmont era que el principio activo se encontraba en el sudor humano; los ratones se generaban en 21 días si se disponían conjuntamente camisas con sudor humano y granos de trigo. Al observar los resultados (evidencia visual) van Helmont sostuvo la generación espontánea, una teoría que prevaleció durante mucho tiempo. En 1674, Francesco Redi se atrevió a poner en duda esta teoría y propuso la *Biogénesis* como nueva explicación. Esta teoría propone que la vida se origina a partir de materia preexistente con vida. En su experimento Redi empleó tres frascos, colocando en cada uno de ellos una porción de carne. El factor que varió fue la abertura del frasco. Así, un frasco permaneció abierto, otro herméticamente cerrado y un tercer frasco permaneció cerrado con una gasa, permitiendo el ingreso del supuesto «principio activo» presente en el aire. Al final del experimento se observó que en el frasco abierto había larvas de moscas mientras que en los otros dos frascos, no. Con estas observaciones Redi concluyó que las larvas provenían de las moscas que lograban ingresar al dispositivo, es decir, provenían de moscas preexistentes. Estas evidencias dieron un duro golpe a la teoría de la generación espontánea.

En 1676, Antoni van Leeuwenhoek observó al microscopio una muestra de agua estancada, en la cual encontró organismos vivos a los que denominó «animáculos». El advenimiento de la microscopía durante el siglo XVIII mostró un mundo microscópico de enorme diversidad, pero paradójicamente llevó a que se reavivara con fuerza la creencia en la generación espontánea.

En 1745, el biólogo inglés John Needham preparó caldo de carne y lo hirvió para destruir los organismos preexistentes. Este caldo fue colocado en un recipiente que no estaba sellado, debido a que según su teoría, se necesitaba aire para que la generación de organismos ocurriera. Al cabo de un tiempo observó colonias de microorganismos en el recipiente, estos resultados (evidencia visual) respaldaron la teoría de la generación espontánea.

En 1770, el sacerdote italiano Lazzaro Spallanzani se sumó al debate y criticó el experimento de Needham. Spallanzani sugirió que Needham no había calentado los recipientes lo suficiente como para eliminar a todos los microorganismos del caldo. Por ello, realizó un nuevo experimento en el cual hirvió durante una hora el caldo contenido en diversos recipientes que posteriormente selló y al cabo de cierto tiempo no evidenció presencia de microorganismos. Sin embargo, la crítica de Needham a Spallanzani fue que la elevada temperatura y el tiempo de calentamiento destruyeron el «principio activo» presente en el aire.

En 1860, la polémica entre espontaneístas y sus contradictores constituía un foco de atención por parte de la comunidad científica. Fue el microbiólogo y químico francés Luis Pasteur quien logró resolver la controversia planteada. Pasteur desarrolló experimentos en los que controlaba las variables que sustentaron la teoría de la Biogénesis. En ellos, Pasteur utilizó un caldo nutritivo contenido en matraces con cuello de cisne. Al hervir esta solución los microorganismos presentes fueron eliminados. En estos matraces, el aire podía ingresar pero los microorganismos quedaban retenidos en las curvaturas del cuello. De esta manera, Pasteur no destruyó el «principio activo» y aun así no observó la presencia de microorganismos hasta que el caldo nutritivo tomó contacto con los microorganismos retenidos en el cuello del matraz.

Considerando lo anteriormente expuesto, si los organismos se originan a partir de organismos preexistentes, entonces ¿cómo se originó la primera forma de vida? La mayoría de los biólogos están de acuerdo en que la vida se originó a través de procesos físicos y químicos en la Tierra primitiva considerando una secuencia de cuatro etapas principales: 1) la síntesis abiótica de pequeñas moléculas orgánicas, tales como los aminoácidos y los nucleótidos; 2) la unión de estas pequeñas moléculas en polímeros, incluidas las proteínas y los ácidos nucleicos; 3) la envoltura de

estas moléculas para dar lugar a «protobiontes», gotas con membranas con una composición química interna diferente a la de su medio externo y 4) el origen de moléculas autorreplicantes vinculadas a la herencia. En el presente trabajo práctico abordaremos las evidencias relacionadas a la síntesis abiótica de pequeñas moléculas orgánicas.

En el siglo XX surgieron las primeras hipótesis del origen de la vida que aportaron al desarrollo de la teoría de la *Evolución Química*. Los primeros referentes de esta teoría fueron Aleksander Oparin y John Haldane quienes en 1920 plantearon la hipótesis de una atmósfera primitiva reductora, en la cual las moléculas orgánicas podrían haberse formado a partir de moléculas simples. En 1953, Stanley Miller y Harold Urey diseñaron un experimento para poner a prueba esta hipótesis. Los resultados obtenidos apoyaron consistentemente la teoría de la Evolución Química.

---

Las actividades del presente trabajo práctico proponen el ejercicio de reconocer algunas bases conceptuales de la investigación científica en el campo de las ciencias biológicas, analizando ensayos vinculados a preguntas sobre el *origen de la vida* e identificando los componentes básicos de la *metodología científica* en diferentes experiencias. Considerando la relevancia del contexto histórico en el desarrollo de la ciencia se realizará una comparación entre las principales teorías sobre el origen de la vida.

### **ACTIVIDAD 1. Conceptos básicos en investigación científica**

- Después de la lectura comprensiva de los textos «Los métodos de la ciencia»<sup>1</sup> y «Ciencias ideales y fácticas»<sup>2</sup>, elabore un glosario que incluya los siguientes términos:

Hecho:

Observación:

Interpretación:

Hipótesis:

Experimento:

Variable dependiente:

Variable independiente:

Control:

- Agregue al glosario otros términos que le resulten relevantes.

---

<sup>1</sup> Oram, Hummer y Smoot, (1983). La Biología como ciencia. En: Biología, sistemas vivientes (pp. 43-51). México: Ed C.E.C.S.A.

<sup>2</sup> D' Aquino y Barrón (2007). Las ciencias y su clasificación. En: Proyectos y Metodología de la Investigación (pp. 31-35). Buenos Aires: Ed Maipue.

### ACTIVIDAD 2. Identificación de las variables de un experimento

- Identifique la variable dependiente e independiente en las siguientes situaciones propuestas:
- Un grupo de investigadores analiza una estrategia para disminuir el número de contagios del virus SARS-CoV-2 en las aulas de la facultad por medio de mascarillas construidas de diferentes materiales de microfibras sintetizadas en laboratorio.

---

Variable dependiente:

---

Variable independiente:

---

- Un profesor investiga el rendimiento académico de tres comisiones de estudiantes de primer año utilizando una estrategia de enseñanza distinta para cada una. En la «comisión A» propone la lectura y análisis de un libro, en la «comisión B» presenta un documental, y en la «comisión C» desarrolla clases expositivas. Al final de la unidad realiza en las tres comisiones la misma evaluación de los contenidos abordados.

---

Variable dependiente:

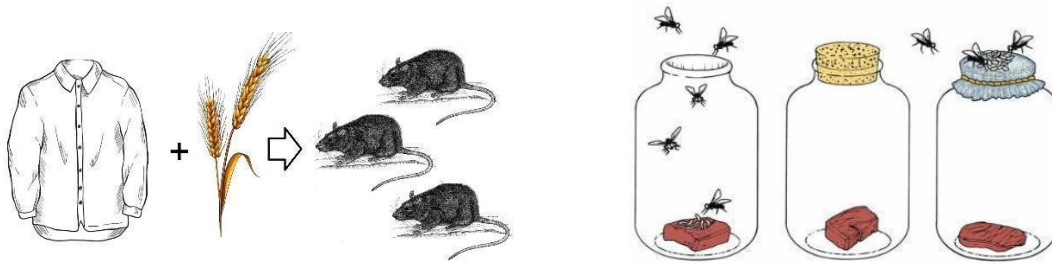
---

Variable independiente:

---

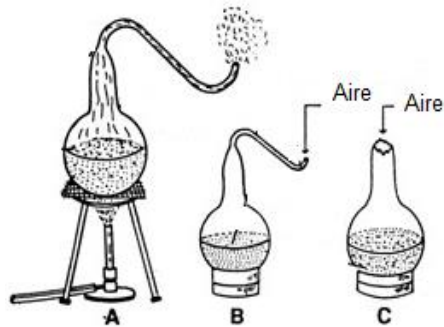
### ACTIVIDAD 3. Análisis de los ensayos sobre el origen de la vida

- Analice las experiencias llevadas a cabo para estudiar aspectos relacionados con el origen de la vida (Figura 1. Experiencia A, B, C y Figura 2. Experiencia D).
- ¿Las conclusiones de cuál de las experiencias permitieron respaldar la teoría de la Generación Espontánea? ¿Detecta alguna falla en el experimento?, si es así, ¿cuál es?
- Después de revisar los conceptos previos y de analizar las siguientes oraciones, responda las preguntas. «Jan Baptiste van Helmont realizó una experiencia para demostrar la generación espontánea. Esta experiencia consistió en una receta para producir ratones en 21 días».
- ¿Se realizó una puesta a prueba de las hipótesis subyacentes?
- ¿Qué función tiene un experimento?
- ¿Es correcto llamar experimento a las experiencias de van Helmont? Fundamente.
- Analice las experiencias y responda:
- ¿Qué teoría sustenta cada una de las experiencias?
- ¿Qué niveles de organización de la materia viva puede identificar en cada experiencia?



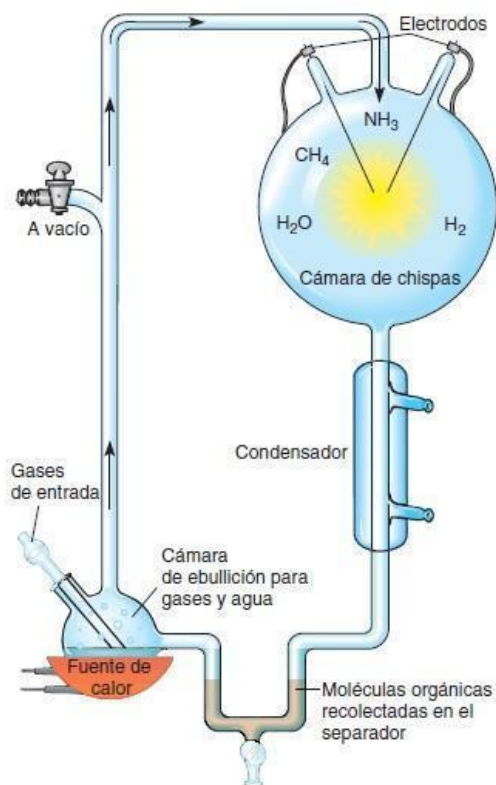
**Experiencia A.** Van Helmont, siglo XVII.

**Experiencia B.** Redi, siglo XVII.



**Experiencia C.** Pasteur, siglo XIX.

**Figura 1.** Ensayos para estudiar el origen de la vida

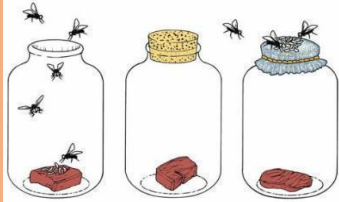
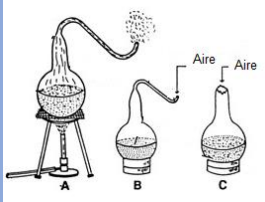
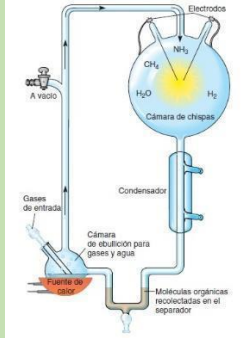


**Experiencia D.** Miller y Urey, siglo XX (Solomon *et al.*, 2013)

**Figura 2.** Ensayo para estudiar la síntesis de compuestos orgánicos en la Tierra primitiva.

- d. Analice las experiencias B, C y D e identifique la pregunta de investigación, la hipótesis puesta a prueba, las variables dependientes e independientes, los controles y las conclusiones.
- e. Basándose en el análisis realizado debata en grupo y complete la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Caracterización de las experiencias para el estudio del origen de macro y microorganismos y para el estudio de la síntesis de compuestos orgánicos en la Tierra primitiva.

	EXPERIENCIA B	EXPERIENCIA C	EXPERIENCIA D
			
<b>Pregunta de investigación</b>			
<b>Hipótesis</b>			
<b>Variable/s independiente/s</b>			
<b>Variable/s dependiente/s</b>			
<b>Control/es</b>			
<b>Conclusión/es</b>			

## ACTIVIDAD 4. Aplicación de metodologías de la investigación

### Introducción

Trabajando en grupo, considere la presencia de microorganismos en las manos y formule una pregunta de investigación y una hipótesis que pueda ser puesta a prueba con el desarrollo del siguiente experimento:

### Materiales y métodos

Los materiales necesarios son:

- Tres (3) frascos de vidrio, esterilizados.
- Medio de cultivo constituido por sacarosa y agar, esterilizado.
- Estufa de incubación.

Considerando la pregunta y la hipótesis planteada previamente, identifique el «probando» y el grupo Control en las siguientes unidades experimentales (UE):

- **UE 1:** Frasco + Medio de cultivo.
- **UE 2:** Frasco + Medio de cultivo + Siembra de microorganismos.
- **UE 3:** Frasco + Medio de cultivo + Contacto de los dedos de las manos.

Rotule los frascos indicando: **UE 1, 2 y 3.**

El experimento se desarrollará en estufa de incubación, bajo temperatura constante, durante siete días.

Analice el experimento y responda:

- c) ¿Cuál de las unidades experimentales podría considerarse control positivo y cuál control negativo? Justifique.
- ¿Cuáles son las variables dependientes e independientes?

### Resultados

- Observe macroscópicamente y registre los datos obtenidos (por ejemplo: ausencia/presencia de colonias de microorganismos, cantidad y tipos de colonias).
- Observe una muestra al microscopio óptico; realizando un preparado con tinción simple (tal como se indica en la guía del Trabajo Práctico N°3 y N°4).
- Presente los resultados en una tabla o en un gráfico.

### Conclusiones

- ¿Se rechaza o no se rechaza la hipótesis propuesta? Justifique.

.....

.....

.....

.....



→ **EN PERSPECTIVA DOCENTE**

- ¿Existe alguna relación entre la teoría de la biogénesis y la teoría celular? Fundamente su respuesta.

.....

.....

.....

- ¿Qué pregunta/s plantearía a un grupo de estudiantes para despertar el interés por la teoría de la Biogénesis?

.....

.....

.....

- En una clase de Biología: ¿Qué experiencia sencilla de laboratorio le permitiría reconocer la importancia de los componentes básicos de un experimento (probando y controles)? Escriba el procedimiento propuesto.

.....

.....

.....

.....

.....

**BIBLIOGRAFÍA**

Campbell, N.A. y Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7º Edición. Capítulo 1: Exploración de la vida. pp: 2-29.

Solomon EP, Berg LR, Martin DW (2013). Biología. Editorial Cengage Learning. 9º Edición. Capítulo 21. El origen e historia evolutiva de la vida. pp: 446-462.

## TRABAJO PRÁCTICO N° 3

## ORGANIZACIÓN DE LA CÉLULA PROCARIOTA

## OBJETIVOS

- ✓ Describir las características distintivas de las células procariotas.
- ✓ Reconocer a las cianobacterias y a las bacterias como organismos modelos para el estudio de células procariotas.
- ✓ Aplicar técnicas de coloración simple y de tinción diferencial para la observación de células procariotas al microscopio.
- ✓ Identificar diversas formas y agrupaciones celulares en procariotas autótrofos y heterótrofos.

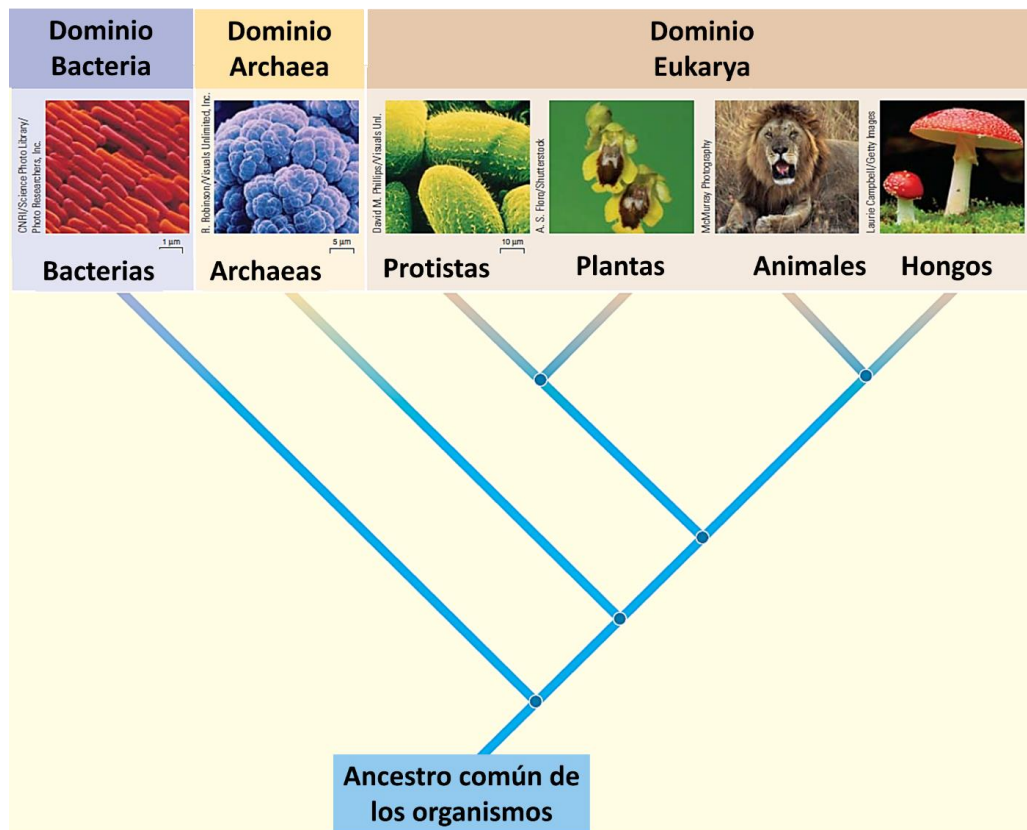
## INTRODUCCIÓN

La teoría celular es un concepto unificador en biología desarrollado por varios científicos a lo largo del tiempo, entre ellos Matthias Schleiden, Theodor Schwann, Rudolf Virchow y August Weismann. Esta teoría establece que las células son las unidades básicas de organización y funcionamiento de todos los organismos y que las células provienen de otras células. Todas las células presentan las propiedades de los seres vivos y están constituidas por: membrana plasmática, citoplasma, material genético (ADN) y ribosomas.

Existe un tipo de célula denominada **procariota** (del griego *pro*: «antes», y *carion*: «núcleo») en la cual el material genético es una molécula de ADN de forma circular y a la que están débilmente asociadas diversas proteínas. Este material genético se dispone en una región particular del citoplasma denominada nucleoide. Estos tipos celulares poseen ribosomas en el citoplasma pero carecen de organelas membranosas. El diámetro celular puede oscilar entre 1 y 5  $\mu\text{m}$ . Por fuera de la membrana plasmática, presentan una pared celular que les otorga forma y protección.

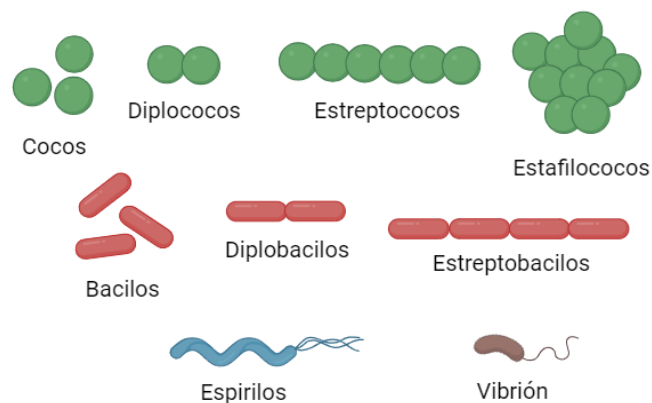
Los primeros organismos en habitar la Tierra fueron procariotas que vivieron hace 3.5 mil millones de años. A lo largo de su larga historia evolutiva, las poblaciones procariotas han estado (y continúan estando) sujetas a la selección natural en todo tipo de ambientes, lo que ha resultado en su enorme diversidad hoy en día. De los tres dominios en los que se agrupan los seres vivos, dos, Bacteria y Archaea, incluyen exclusivamente organismos constituidos por células procariotas. Las bacterias y las arqueas son organismos mayoritariamente unicelulares y aunque pueden presentar similitudes, presentan características estructurales y moleculares que las separa en dos linajes distintos (Figura 1).

El **Dominio Bacteria** es el grupo más numeroso y diverso de microorganismos. Incluye organismos autótrofos y heterótrofos, algunos de los cuales pueden ser benéficos y formar parte de la microbiota y/o resultar patógenos de otros organismos como los vertebrados. Las bacterias presentan pared celular constituida principalmente por peptidoglucanos, cuya proporción varía entre diferentes tipos de bacterias, siendo ésta una característica importante para clasificarlas. El **Dominio Archaea** incluye organismos unicelulares ubicados evolutivamente entre las bacterias y los organismos con células eucariotas, la mayoría son anaerobios, y hasta el momento no se han descrito organismos fotosintéticos. Se distribuyen ampliamente, aún en ambientes extremos. Ambos grupos difieren en la estructura de la pared celular, así como en los lípidos de membrana, ribosomas y secuencias de ARN. Algunos son simbioses de animales, pero no se conocen organismos patógenos de animales.



**Figura 1.** Un panorama de los tres dominios de la biodiversidad de organismos (Adaptado de Solomon *et al.*, 2013).

Las bacterias exhiben una amplia diversidad morfológica, que permite su identificación a través de observaciones microscópicas. Entre las formas se distinguen los *cocos*, esferas diminutas; los *cocobacilos*, con forma ovoide; los *bacilos*, cilindros rectos; los *espirilos*, de forma helicoidal o espiral; y los *vibriones*, células curvas en forma de coma (Figura 2). Además de su variabilidad en formas individuales, las células bacterianas también adoptan disposiciones (agrupaciones) precisas con relación a los patrones de crecimiento. Por ejemplo, los cocos, después de dividirse, pueden quedar dispuestos en pares (diplococos), en racimos (estafilococos) o pueden formar cadenas (estreptococos). En cambio, los bacilos habitualmente se separan luego de la división celular (Figura 2). Desde una perspectiva estructural, algunas bacterias presentan apéndices externos distintivos, como las fimbrias, los pili y los flagelos, éstos últimos compuestos por una proteína denominada flagelina.



**Figura 2.** Formas y agrupaciones bacterianas.

Los organismos del Dominio Bacteria exhiben una diversidad considerable y pueden ser clasificados en una gran variedad de grupos. En el presente trabajo práctico, se abordará el estudio de dos grupos particulares, diferenciados por sus modelos nutricionales:

- autótrofos las que sintetizan sus materiales orgánicos a partir de sustancias inorgánicas tales como el dióxido de carbono, las cianobacterias y
- heterótrofos: en los que la fuente de carbono es orgánica, una de las más utilizadas, es el monosacárido glucosa, estas son las eubacterias.

## 1. CIANOBACTERIAS

Las **cianobacterias** son autótrofos, fotótrofos (porque emplean la luz como fuente de energía); poseen laminillas fotosintéticas, que consisten en pliegues membranosos internos que presentan como función la fotosíntesis, dado que contienen pigmentos como la clorofila y las enzimas necesarias para este proceso. Estos organismos requieren nitrógeno, dióxido de carbono, minerales y agua. Aunque habitan principalmente en ambientes de agua dulce, también pueden encontrarse en el suelo. Las cianobacterias más comunes son *unicelulares* cocoides (esferoidales), a veces se agrupan en una cápsula mucilaginosa y forman *filamentos* simples o *colonias* con números de células fijos o variables. Otras poseen más de un tipo celular como *células vegetativas* que prosperan en condiciones ambientales favorables, manteniendo activa la fotosíntesis; los *acinetos*, endosporas producidas en condiciones ambientales desfavorables; y los *heterocistos*, células de pared gruesa, que intervienen en la fijación de nitrógeno atmosférico en entornos anaeróbicos. Las especies agrupadas en los géneros *Dolichospermum*, *Oscillatoria* y *Microcystis*, son ejemplos de cianobacterias.

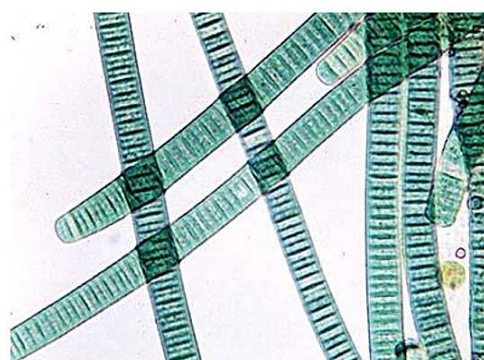
### ACTIVIDAD 1. RECONOCIMIENTO DE CIANOBACTERIAS

Las imágenes que se presentan a continuación (Figura 3), fueron tomadas mediante observación al microscopio óptico y corresponden a preparados temporarios realizados a partir de muestras de agua de charca. En ellas, se muestran organismos pertenecientes a los géneros *Dolichospermum*, *Oscillatoria*, *Microcystis* y *Eucapsis*.

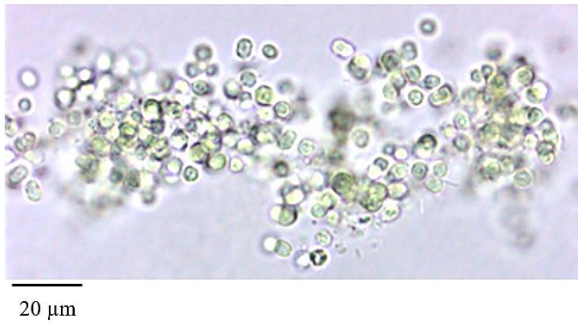
- Compare la forma de las células que componen cada filamento y/o colonia y señale en cada imagen la cubierta mucilaginosa. ¿Qué especie presenta un número fijo de células en la colonia?
- Observe detalladamente la figura A de *Dolichospermum* sp., identifique y señale en la figura las células especializadas: acinetos y heterocistos.



A. *Dolichospermum* sp. (ex *Anabaena* sp.) 400X



B. *Oscillatoria* sp. 400X



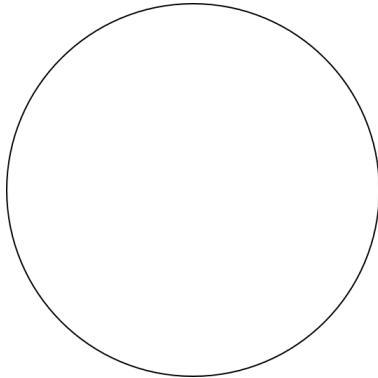
C. *Microcystis* sp. 800X



D. *Eucapsis* sp. 800X

**Figura 3.** Cianobacterias.

- Observe al microscopio un ejemplar de *Dolichospermum* sp. e identifique las células especializadas:



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento total:.....

- Escriba un párrafo mencionando las características por las cuales se puede afirmar que los ejemplares presentados en la Figura 3 son seres vivos.

.....  
.....  
.....  
.....

- Investigue sobre la importancia ecológica que presentan estos ejemplares.

## 2. BACTERIAS

Los procariontes heterótrofos pueden ser saprobios, es decir organismos que viven sobre o en materia orgánica muerta que descomponen, resultando en la obtención de compuestos que emplean en sus procesos metabólicos. De este modo, las bacterias y otros microorganismos contribuyen de modo significativo a la degradación y recirculación de la materia orgánica en los ecosistemas.

Algunas bacterias heterótrofas pueden ser causantes de enfermedades (bacterias patógenas), otras pueden presentar un efecto mínimo sobre sus hospedadores y hay una gran proporción de bacterias que pueden resultar beneficiosas para el hospedador como por ejemplo las que componen la microbiota del intestino del ser humano.

Las bacterias quimioheterótrofas obtienen energía y nutrientes por oxidación de compuestos orgánicos, uno de estos mecanismos es la fermentación, por el cual las bacterias metabolizan azúcares en ausencia de oxígeno (anaerobiosis) y liberan alcoholes o ácidos como productos finales.

Este amplio espectro de funciones destaca la versatilidad y la importancia de los procariontes heterótrofos en los procesos biológicos y en la dinámica de los ecosistemas.

### Tinción Diferencial de GRAM

El diminuto tamaño de las bacterias plantea un desafío para su observación con el microscopio óptico; a ello se suma la falta de contraste con el medio que las rodea. Para superar esta dificultad, se recurre al uso de colorantes, siendo la **tinción Gram** una técnica muy utilizada en Microbiología. Esta tinción permite distinguir dos categorías de microorganismos en función de las diferencias en la composición química de la pared celular: bacterias Gram (+) y bacterias Gram (-). Las bacterias *gram positivas* presentan una pared compuesta por una gruesa capa de peptidoglucanos y una menor proporción de ácidos teicoicos en su exterior, en tanto que las *gram negativas*, presentan una pared con una capa más delgada de peptidoglucanos y por fuera, presentan una segunda capa lipídica, compuesta principalmente por lipopolisacáridos.

La tinción Gram, al revelar estas diferencias estructurales, proporciona información valiosa para la clasificación y comprensión de la variabilidad bacteriana.

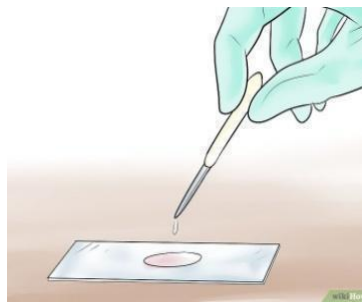
### ACTIVIDAD 2. RECONOCIMIENTO DE BACTERIAS POR TINCIÓN DIFERENCIAL

Lea atentamente el texto complementario sugerido «*Tinciones: incremento del contraste para microscopía de campo claro*» (Brock, 10ª Ed., páginas 58 y 59).

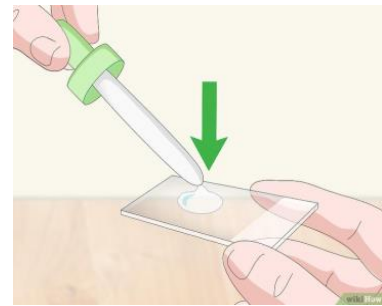
- Extraiga del texto los principales pasos de la coloración de Gram y complete la siguiente secuencia con la información correspondiente.



1



2



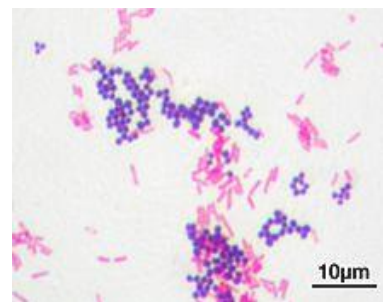
3



4



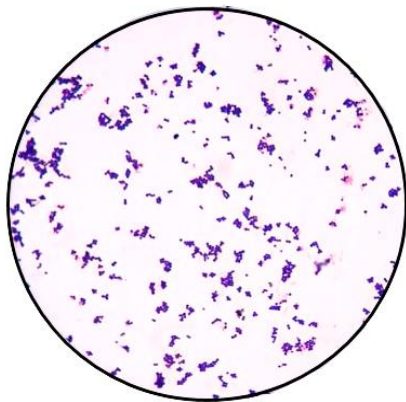
5



6

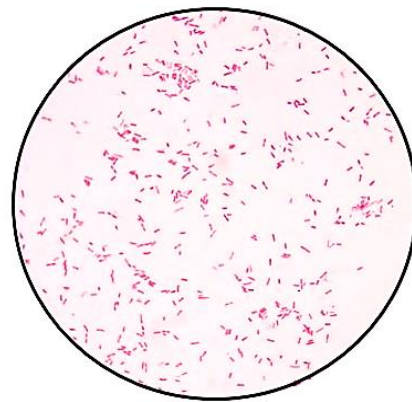
- Las siguientes figuras (4.A y 4.B) corresponden a preparados permanentes de bacterias coloreadas con la tinción diferencial Gram. Las observaciones fueron realizadas al MO con un aumento total de 1000X.

- Complete el protocolo de observación de cada figura:



**A**

Material biológico: Cultivo bacteriano  
 Observación:.....  
 Preparado:.....  
 Coloración:.....  
 Aumento: .....

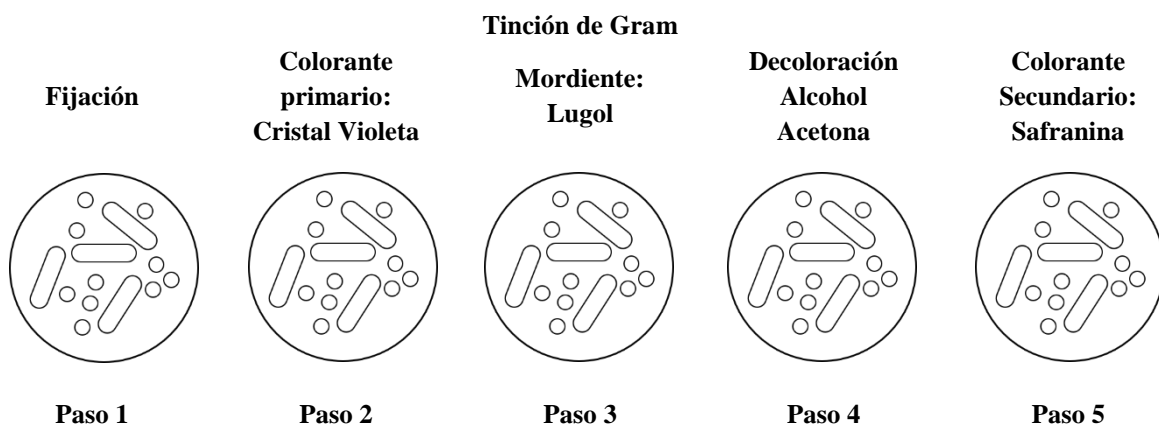


**B**

Material biológico: Cultivo bacteriano  
 Observación:.....  
 Preparado:.....  
 Coloración:.....  
 Aumento: .....

**Figura 4.** Bacterias coloreadas con la tinción de Gram.

- Teniendo en cuenta la descripción del procedimiento de la tinción de Gram coloree en el campo de observación cómo quedarían representadas las células bacterianas en cada etapa del procedimiento. Considere que los bacilos presentes en la muestra son Gram negativos y los cocos, Gram positivos.



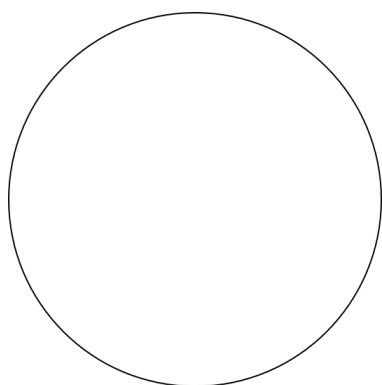
- ¿Cuál es la principal diferencia en la composición química de la pared celular de ambos tipos de bacterias?.....
- ¿Qué aumento utilizaría para observar estos microorganismos? .....
- ¿Qué material biológico utilizaría para observar microorganismos heterótrofos?  
 .....

- Si después de realizar la tinción de Gram observa al microscopio óptico y distingue bacterias esféricas de color violeta unidas unas a otras en forma de cadena, responda:
  - a) ¿Cómo se denominan considerando la forma?.....
  - b) ¿Cómo se denominan considerando la agrupación? .....
- Dibuje la estructura molecular de la pared celular de los tipos bacterianos y relacione dicha composición con la coloración de Gram.
- Investigue la forma de reproducción de las bacterias y descríbala brevemente en un párrafo.
- Investigue y mencione ejemplos de bacterias Gram (+) y Gram (-) patógenas para los seres humanos.

### ACTIVIDAD 3. RECONOCIMIENTO DE BACTERIAS POR TINCIÓN SIMPLE

Realice el siguiente procedimiento:

- A partir de una pequeña cantidad de yogur entero comercial, realice una dilución en agua destilada para lograr una suspensión de yogur.
- Tome una gota de suspensión y realice un extendido sobre un portaobjetos con la ayuda de otro portaobjetos. Deje secar a temperatura ambiente por unos minutos.
- Una vez seco (se torna opaco) realice la fijación del material, pasándolo tres veces por la llama del mechero.
- Cubra el preparado con colorante azul de metileno y deje actuar durante 1 a 3 minutos
- Elimine el exceso de colorante inclinando el portaobjetos y con una pipeta Pasteur deje caer agua suavemente sobre un extremo del portaobjetos.
- Deje secar la preparación a temperatura ambiente.
- Una vez seco, sin colocar un cubreobjetos, observe al MO utilizando el objetivo de 100x.
- Complete el protocolo de observación correspondiente.



Material biológico:.....

Observación:.....

Preparado:.....

Coloración:.....

Aumento total:.....

- ¿Puede distinguir en este preparado las bacterias Gram (+) y Gram (-)? Justifique su respuesta.
- ¿Puede distinguir en las observaciones alguna forma bacteriana en particular? En caso afirmativo, ¿Qué formas identifica?
- ¿A qué se debe la presencia de estos microorganismos en el yogur?
- ¿Conoce otros alimentos que presenten organismos procariotas? Mencione ejemplos.
- Por otra parte, ¿qué es la microbiota intestinal y qué función desempeña?
- Mencione dos bacterias patógenas y la enfermedad que producen.
- Consulte el apartado: «Recomendaciones para trabajar en el laboratorio de Biología» y mencione el modo adecuado de descartar el material biológico utilizado en este trabajo práctico.



→ **EN PERSPECTIVA DOCENTE**

**Actividad: Construcción de modelos celulares**

- En grupos, diseñen y realicen la construcción de un modelo tridimensional de una célula procariota a elección.

Consideren los siguientes pasos:

Planificación del modelo: Antes de comenzar la construcción, planifiquen cómo representarán cada estructura en su modelo. Consideren la escala y la proporción para asegurarse de que su modelo sea preciso.

Construcción del modelo: Utilicen los materiales que crean convenientes para la construcción del modelo tridimensional.

Presentación: Preparen una breve presentación audiovisual donde expliquen las decisiones del diseño y cómo cada parte de su modelo representa una estructura específica de la célula procariota.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Campbell, N.A. y Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7º Edición. Capítulo 6: Un viaje por la célula. pp: 94-123.
- Solomon, E., Berg, L. y Martin, D. (2013). Biología. 9º edición. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. México.

## TRABAJO PRÁCTICO N° 4

## ORGANIZACIÓN DE LA CÉLULA EUCARIOTA

## OBJETIVOS

- ✓ Reconocer la organización general de la célula eucariota.
- ✓ Identificar distintos modelos de células eucariotas.
- ✓ Elaborar preparados para observaciones microscópicas aplicando técnicas particulares.
- ✓ Observar y reconocer la morfología de células eucariotas en organismos unicelulares y pluricelulares, autótrofos y heterótrofos.
- ✓ Relacionar estructuras celulares con adaptaciones y funciones.

## INTRODUCCIÓN

Los organismos del Dominio *Eukarya*, tales como protistas, hongos, plantas y animales comparten la característica de estar constituidos por células eucariotas que exhiben una amplia diversidad de estructuras, formas y tamaños.

Una célula eucariota típica se compone de membrana plasmática, citoplasma y material genético (ADN) rodeado por una envoltura nuclear, conformando el núcleo. El citoplasma se caracteriza por estar compartimentalizado en unidades funcionales, las organelas. Tanto la disposición como el número de organelas se relacionan con las funciones particulares de una célula. Por ejemplo, en células con altos requerimientos energéticos, el número de mitocondrias puede ser elevado. Algunas organelas están presentes en células especializadas, por ejemplo, los cloroplastos en células eucariotas que realizan la fotosíntesis. Otras, componen el sistema de endomembranas encargado del transporte vesicular y formado por el retículo endoplasmático, el complejo de Golgi, los lisosomas, las vesículas y las vacuolas.

Además de las organelas, el citoplasma está compuesto por una red de estructuras proteicas: microtúbulos, microfilamentos y filamentos intermedios, que en conjunto conforman el citoesqueleto. Esta estructura es dinámica y contribuye a dar forma a la célula, sirve de anclaje a las organelas y permite el tránsito de vesículas, además de intervenir en el movimiento celular. Los microtúbulos también forman parte de cilios y flagelos, estructuras especializadas presentes en algunas células y relacionadas con los movimientos celulares; durante la división celular los microtúbulos forman el huso acromático y son responsables del movimiento de los cromosomas.

En las células eucariotas de hongos y plantas, por fuera de la membrana plasmática existe una pared celular, la cual está compuesta por quitina en los hongos y por celulosa en las plantas. Esta estructura proporciona sostén estructural y protección, además regula el ingreso de agua y evita que la célula estalle.

Los organismos constituidos por células eucariotas pueden ser unicelulares, multicelulares o pluricelulares. En los organismos pluricelulares, grupos de células similares se organizan en una unidad estructural y funcional denominada tejido. En cada tipo de tejido, las células que lo forman presentan una morfología característica de acuerdo a la función que desempeñan.

Los organismos del Dominio *Eukarya* pueden presentar un modelo nutricional autótrofo o heterótrofo. En los autótrofos, la presencia de pigmentos fotosintéticos en las membranas tilacoidales de los cloroplastos, determina la capacidad de sintetizar compuestos orgánicos (plantas y algas protistas). En cambio, los heterótrofos como los animales, hongos y algunos protistas (protozoos), obtienen energía a partir de las sustancias orgánicas sintetizadas por otros organismos,

las cuales son metabolizadas a nivel de las mitocondrias, cuya función es la producción de energía química (ATP) necesaria para que la célula lleve a cabo sus reacciones bioquímicas.

### ACTIVIDAD 1. Reconocimiento de la estructura celular eucariota en organismos unicelulares

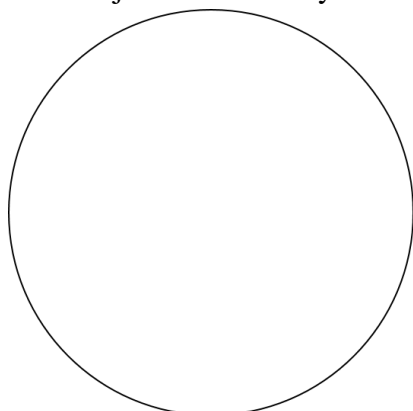
#### a) Levaduras

Las levaduras son organismos microscópicos y unicelulares del reino Fungi (hongos), presentan una morfología redondeada u oval con un diámetro de 3 a 30  $\mu\text{m}$ . Presentan una forma característica de reproducción asexual denominada gemación. Estos organismos producen energía a través de un proceso denominado fermentación.

La especie *Saccharomyces cerevisiae*, es un tipo de levadura utilizado industrialmente en la fabricación de pan, cerveza y vino.

#### Procedimiento

- En 100 mL de agua destilada agregue 1 g de levadura comercial, para obtener una suspensión de levadura.
- Coloque una gota de la suspensión sobre un portaobjetos y colóree con una gota de safranina durante 5 min.
- Coloque un cubreobjetos y retire el exceso de colorante con papel absorbente.
- Observe al microscopio y complete el protocolo de observación.
- Dibuje lo observado y señale las estructuras celulares reconocidas.



Material biológico: .....  
 Observación: .....  
 Preparado: .....  
 Coloración: .....  
 Aumento total: .....

- En la figura señale una célula y un organismo.
- Nombre tres características que fundamenten la siguiente afirmación: «Las levaduras son organismos eucariotas heterótrofos».
- Retome las figuras del trabajo práctico célula procariota y compare el tamaño de las bacterias con el tamaño de las levaduras. Considere el aumento de ambas observaciones.
- Investigue sobre la composición química de la pared celular de las levaduras.

### ACTIVIDAD 2. Reconocimiento de la estructura celular eucariota en organismos pluricelulares

#### a) Organismos pluricelulares autótrofos

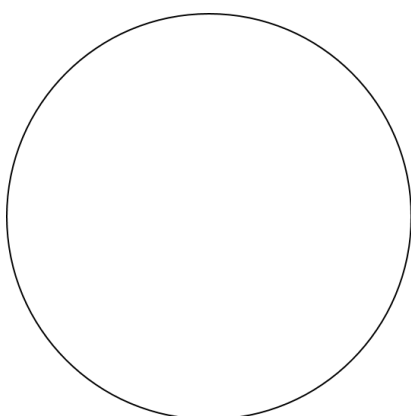
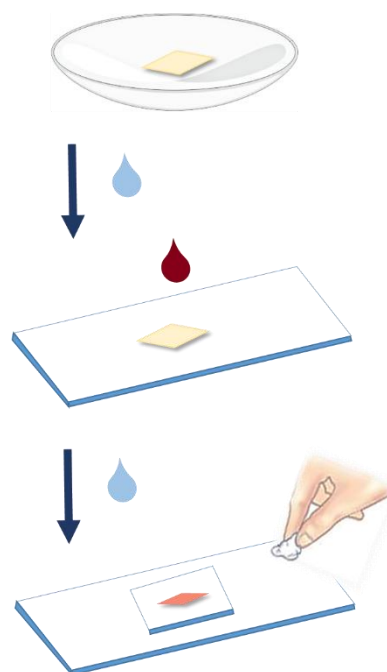
##### a.1) Células eucariotas en tejido epidérmico de protección

Para la observación de células eucariotas conformando un tejido se utilizarán como material biológico las catáfilas internas del «bulbo» de la cebolla. El bulbo es un órgano, específicamente un tallo modificado, y las catáfilas son hojas con funciones de protección y de reserva de nutrientes.

En una observación microscópica de epidermis de catáfilas de cebolla, se reconocen células con forma hexaédrica y alargadas, unidas por las paredes celulares. El citoplasma translúcido y el núcleo esférico fuertemente coloreado.

### Procedimiento

- Para obtener un preparado temporal primero descarte las catáfilas de protección, es decir las hojas marrones externas.
- Separe una de las hojas internas del bulbo de la cebolla. Con un bisturí realice un corte superficial en forma de V, tome con una pinza el vértice del corte y desprenda la membrana fina que está adherida por su cara inferior. Este es el tejido epidérmico que se observa como una película delgada y transparente. Esta forma de obtener la muestra constituye una técnica denominada *rasgado*.
- En un vidrio de reloj realice la fijación de la muestra con Farmer durante 5 min.
- Retire la muestra del fijador. Deposite la muestra sobre un portaobjetos con unas gotas de agua, y colóquelo sobre la cubeta de tinción. Realice la coloración añadiendo una gota de safranina sobre la muestra y deje actuar durante 5 min.
- Con una pipeta Pasteur vierta abundante agua para retirar el exceso de colorante de la epidermis.
- Coloque sobre la preparación un cubreobjetos evitando que se formen burbujas.
- Observe al microscopio y complete el protocolo de observación.
- Dibuje lo observado y señale las estructuras celulares identificadas.



Material biológico: .....  
 Observación: .....  
 Preparado: .....  
 Coloración: .....  
 Aumento total: .....

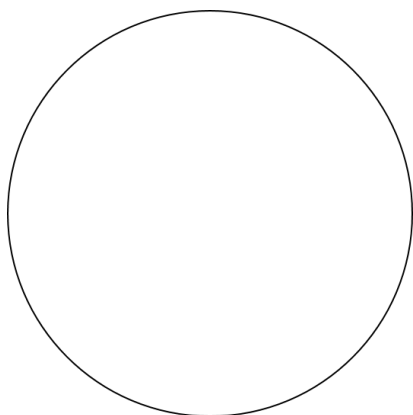
### a.2) Células eucariotas modificadas en tejido epidérmico: estomas

Los estomas (o aparato estomático) están constituidos por un grupo de células epidérmicas especializadas que se encuentran en las hojas, donde pueden hallarse en una o ambas epidermis,

más frecuentemente en la inferior. Su número oscila entre 22 y 2.230 por mm<sup>2</sup> y miden cerca de 50 µm. Cada estoma está formado por dos células especializadas llamadas *células oclusivas* que dejan entre sí una abertura llamada *ostíolo* o poro. En muchas plantas hay dos o más células adyacentes a las oclusivas y asociadas funcionalmente a ellas, denominadas *anexas* o *acompañantes*.

### Procedimiento

- Tome una hoja de *Tradescantia* sp. y realice la técnica de rasgado.
- Coloque la muestra de tejido epidérmico sobre un portaobjetos, agregue una gota de agua y coloque el cubreobjetos.
- Observe al microscopio y complete el protocolo de observación.
- Dibuje y señale los componentes del aparato estomático.



Material biológico: .....  
 Observación: .....  
 Preparado: .....  
 Coloración: .....  
 Aumento total: .....

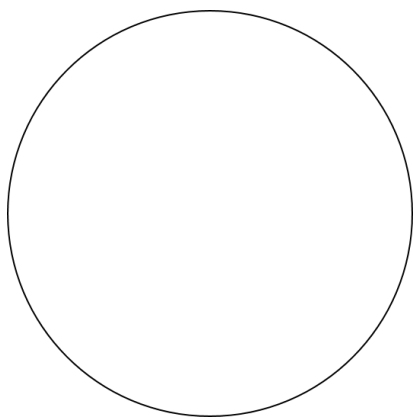
d) Investigue sobre las funciones de los estomas y relacione esta función con la estructura de las células que componen el aparato estomático.

### a.4) Células eucariotas en tejido parenquimático asimilador o clorofílico

El tejido parenquimático asimilador o clorofílico es característico de hojas y tallos verdes; las células que lo componen presentan gran número de cloroplastos y su función es fotosintética. Los cloroplastos son organoides discoidales o elipsoidales que miden entre 5 a 6 µm de diámetro y 1 a 2 µm de ancho.

### Procedimiento

- Coloque sobre un portaobjetos una hoja de la planta acuática *Elodea* sp.
- Agregue una gota de agua y cubra con un cubreobjetos evitando la formación de burbujas. Retire el exceso de agua con papel absorbente.
- Observe al microscopio y complete el protocolo de observación.
- Dibuje lo observado y reconozca las células alargadas y rectangulares con abundantes cloroplastos.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

- Dibuje un cloroplasto y señale: membrana interna y externa, membrana tilacoide, ADN, ribosomas y granas tilacoides.
- Busque información sobre los pigmentos involucrados en la fotosíntesis. Mencione su ubicación y función dentro de los cloroplastos.

## b) Organismos pluricelulares heterótrofos

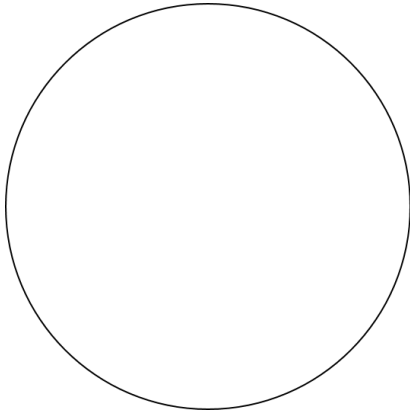
### b.1) Células eucariotas en tejido epitelial de revestimiento

El tejido epitelial es uno de los cuatro tejidos fundamentales de los animales, el epitelio de la mucosa bucal tiene función de revestimiento y está constituido por células planas y poligonales, de contornos irregulares e incoloros. Al microscopio óptico y con una tinción adecuada, se puede distinguir el citoplasma granulado y el núcleo claramente diferenciado.

### Procedimiento

El preparado temporario para observar células eucariotas de mucosa bucal se realiza siguiendo los pasos que integran una técnica denominada *hisopado*:

- Antes de tomar la muestra es necesario enjuagar la boca con agua, varias veces.
- Coloque sobre un portaobjetos una gota de agua para realizar un extendido.
- Tome una muestra de las paredes internas de la boca (mucosa), haciendo girar el hisopo hacia arriba y hacia abajo unas cinco veces.
- Con el hisopo extienda la muestra sobre el portaobjetos y deje secar al aire cerca del mechero.
- Flamee el preparado pasándolo por encima de la llama del mechero. Esta acción permite evaporar el agua y fijar el material antes de ser coloreado.
- Cubra el preparado con azul de metileno durante 5 min. Elimine con agua el exceso de colorante, utilizando una pipeta Pasteur e inclinando el portaobjetos, deje secar la preparación.
- Observe al microscopio y complete el protocolo de observación.
- Dibuje lo observado y señale las estructuras celulares reconocidas.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

- ¿Es posible la observación de células procariotas en una muestra de mucosa bucal? Fundamente su respuesta.

### → EN PERSPECTIVA DOCENTE

#### **Actividad: Desarrollo del tema: «Células eucariotas especializadas»**

Con el objetivo de comprender las modificaciones de las células eucariotas relacionando las estructuras celulares con su función:

- Seleccione ejemplos de células especializadas que emplearía para explicar la relación estructura-función. Para ello, revise los temas desarrollados hasta el momento en esta asignatura, analice los que vendrán y confeccione una consigna incorporando el caso de estudio seleccionado.
- Publique la consigna elaborada en el foro de actividades en perspectiva docente del aula virtual.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

Campbell, N.A. y Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7º Edición. Capítulo 6: Un viaje por la célula. pp: 94-123.

## TRABAJO PRÁCTICO N° 5

## DIVISIÓN CELULAR: MITOSIS

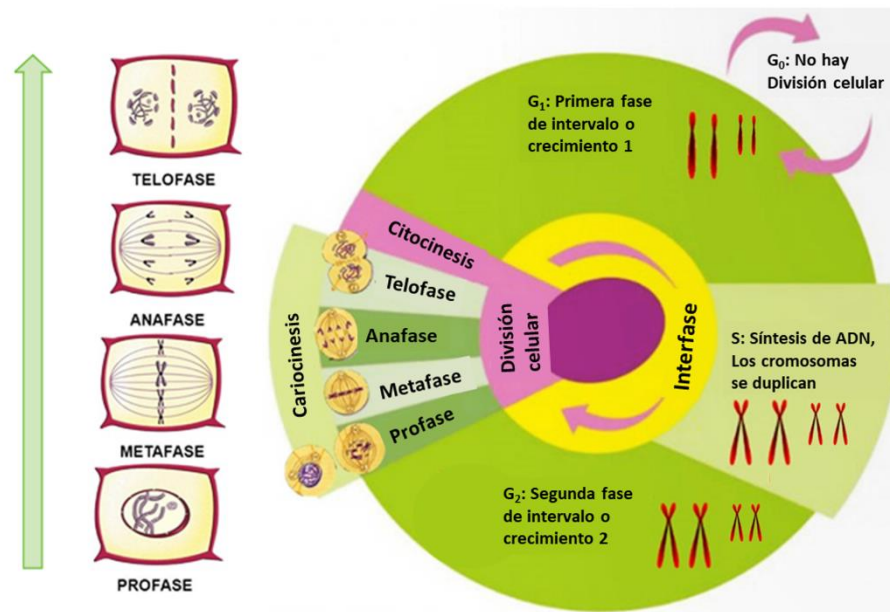
## OBJETIVOS

- ✓ Analizar los procesos que ocurren en la célula durante el ciclo celular: interfase y división celular.
- ✓ Realizar preparados temporarios para la observación de células vegetales en división mitótica.
- ✓ Analizar el proceso citológico de la división nuclear y citoplasmática.
- ✓ Identificar las fases de la división mitótica en células vegetales observadas al microscopio óptico.
- ✓ Interpretar el significado biológico de la mitosis en los organismos.

## INTRODUCCION

La reproducción, una de las propiedades de los seres vivos, es un proceso que en las células eucariotas se lleva a cabo a través de la mitosis o de la meiosis. La división celular es el mecanismo por el cual células preexistentes originan nuevas células, permitiendo a los organismos unicelulares multiplicarse y en consecuencia aumentar el tamaño de la población. En los organismos multicelulares la mitosis desempeña un rol crucial en su propio crecimiento, la reparación de partes dañadas, la cicatrización de heridas y en algunos, la reproducción asexual. La mitosis ocurre en células diploides y haploides, a diferencia de la meiosis que solo se presenta en células diploides. La mitosis tiene lugar en las **células somáticas**, las cuales en general son células diploides ( $2n$ ) (presentan doble dotación cromosómica, es decir, los cromosomas se hallan en pares de homólogos, cada miembro del par proviene de un progenitor). Estas células presentan el número cromosómico característico de la especie. De este modo, la especie humana presenta un número cromosómico  $2n = 46$  (23 pares de cromosomas homólogos), los coatíes (*Nasua nasua*)  $2n = 38$  y el lapacho amarillo (*Handroanthus albus*)  $2n = 40$ . La mitosis es un tipo de división celular en la cual una célula somática (la célula madre) se divide dando como resultado dos células hijas genéticamente idénticas entre sí debido a que el material genético presente en el núcleo se distribuye equitativamente entre las dos células hijas. Por ejemplo, una célula epitelial de una paloma (*Columba livia*,  $2n = 80$ ) se divide por mitosis y da lugar a dos células epiteliales que portan la misma información genética distribuida en 80 cromosomas. La vida de la célula madre transcurre por una secuencia ordenada de etapas que se conocen en conjunto como ciclo celular. Este ciclo, que define la vida de una célula individual, comprende períodos distintivos, conocidos como interfase, y de división celular (Figura 1).





**Figura 1.** Ciclo celular y mitosis de una célula somática  $2n=4$ .

El período que transcurre entre una fase mitótica (M) y la siguiente se denomina interfase, si se considera el inicio de la misma desde que una célula se originó (junto a una célula hermana), se distinguen las siguientes subfases a través de los eventos que ocurren:

- $G_1$  (Gap 1): la célula presenta actividad metabólica y crece;
- fase de síntesis de ADN o fase S: se produce la duplicación del ADN,
- $G_2$  (Gap 2): la célula continúa creciendo y se produce la síntesis de proteínas que serán utilizadas durante la mitosis.

La mitosis (M) implica dos procesos: la cariocinesis y la citocinesis. La cariocinesis hace referencia a los eventos que ocurren a nivel del núcleo celular, en tanto que la citocinesis implica la división del citoplasma, dando lugar a dos células hijas.

Durante la cariocinesis ocurren las siguientes etapas secuenciales (Figura 1):

- 1. Profase:** se produce la compactación de los cromosomas, en consecuencia desaparecen los nucleolos; los centriolos se duplican y migran hacia polos opuestos de la célula. La envoltura nuclear se desorganiza, mientras que simultáneamente se forma el huso mitótico o huso acromático constituido por microtúbulos, algunos de los cuales se unen a los cromosomas, precisamente a una región llamada cinetocoro, a nivel de la región del centrómero.
- 2. Metafase:** Los cromosomas alcanzan su máximo grado de compactación y debido a su asociación con los microtúbulos del huso acromático, se ubican en la zona media de la célula, en el plano ecuatorial.
- 3. Anafase:** Las cromátidas que componen cada cromosoma se separan debido a que los microtúbulos traccionan a cada una de ellas hacia polos opuestos de la célula.
- 4. Telofase:** Los cromosomas comienzan a descompactarse y se reorganiza la envoltura nuclear de cada una de las células hijas.

Posteriormente, mediante el proceso de citocinesis, ocurre la división del citoplasma y la separación de las células hijas. Este proceso presenta diferencias entre células animales y vegetales. En células animales se lleva a cabo mediante la formación de un anillo contráctil a nivel del plano ecuatorial de la célula, en tanto que en células vegetales este proceso se caracteriza por la formación de un tabique de separación denominado fragmoplasto.

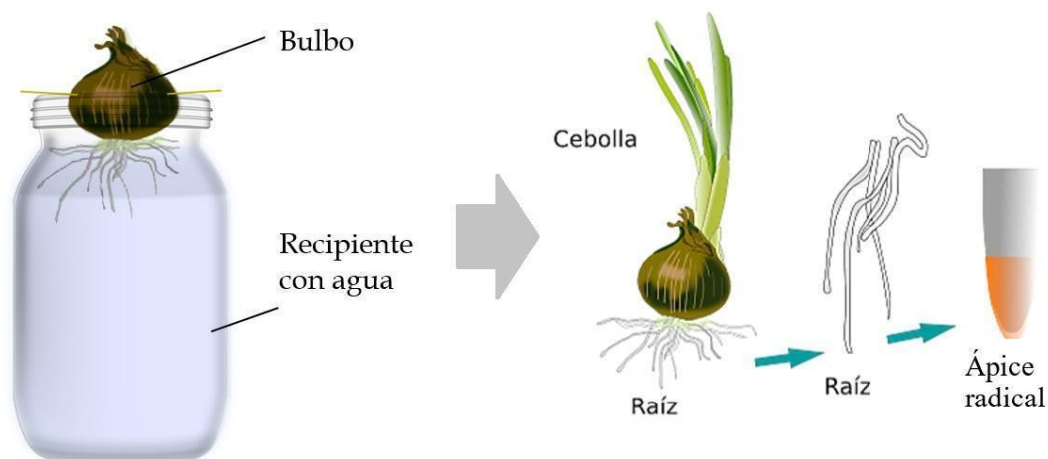
## ACTIVIDAD 1. Obtención de preparados temporarios para la observación de células vegetales en división mitótica

Para la obtención de un preparado que permita la observación de las fases de la mitosis al microscopio óptico, es frecuente utilizar como material biológico el *tejido meristemático* de raicillas de cebolla (*Allium cepa*). Este material resulta adecuado debido a la facilidad de enraizamiento de los bulbos de esta especie, lo cual permite la obtención de células en división mitótica. Además, el número cromosómico es relativamente bajo ( $2n = 16$ ). El complemento cromosómico completo consiste en 8 pares de cromosomas, de los cuales 3 pares son metacéntricos, 4 pares submetacéntricos y presenta un par de cromosomas acrocéntricos con satélite.

### Procedimiento

#### - Enraizado y obtención del material biológico

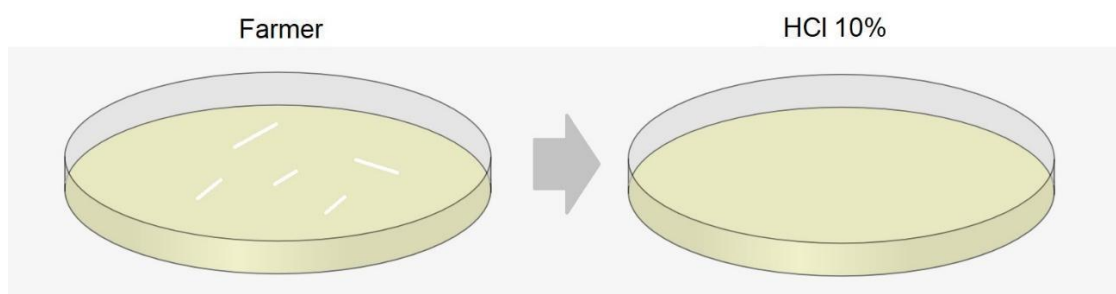
Aproximadamente 96 h antes de realizar la técnica, descarte las raíces viejas del bulbo e introdúzcalo en un recipiente con agua, de modo que solo se moje la base. Transcurrido el tiempo, retire el bulbo del agua y corte con un bisturí varias raicillas (Figura 2).



**Figura 2.** Obtención de raicillas de cebolla.

#### - Fijación y despectinado

Realice la fijación del material, para ello sumérjalo durante 15 min en el fijador *Farmer* contenido en una caja de Petri. Después, con una pinza traslade las raicillas fijadas a una caja de Petri que contenga una solución de *ácido clorhídrico al 10 %* y deje actuar durante 15 min. Este paso se realiza para eliminar el cemento péctico de las paredes celulares y permitir la entrada del colorante (Figura 3).

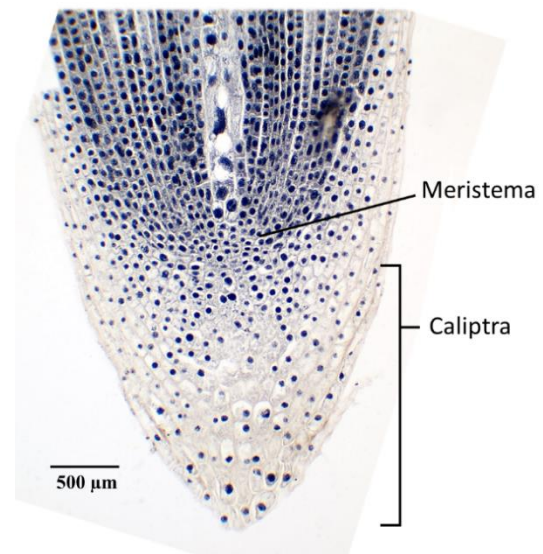


**Figura 3.** Fijación y despectinado.

### Obtención del meristema y coloración

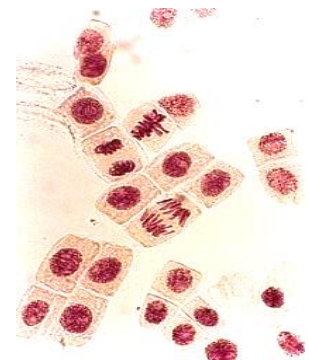
Tome las raicillas con una pinza y deposítelas sobre un portaobjetos. Observe a la lupa e identifique la *región meristemática*, la cual se presenta como una zona blanquecina de unos pocos milímetros próxima al extremo radical y protegida por una estructura tisular llamada cofia o caliptra.

Extraiga la pequeña región donde se ubica el tejido meristemático (descartando el resto del material). Agregue una o dos gotas de colorante y macere con una varilla de extremo romo hasta que el material esté lo suficientemente disgregado evitando que se deseque.



### Técnica de squash

Coloque el cubreobjetos sobre la muestra y con papel de filtro realice el *squash o aplastamiento*. Este paso tiene por objeto aplastar las células sobre el portaobjetos de manera que queden dispuestas en un mismo plano. Se realiza ejerciendo una presión suave y firme con el dedo pulgar, evitando el deslizamiento del cubreobjetos y la rotura del portaobjetos.

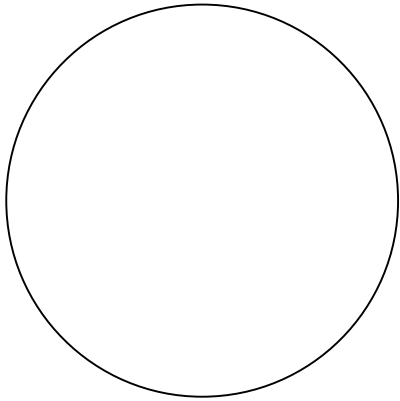


### Aclaramiento del citoplasma y evaluación del preparado

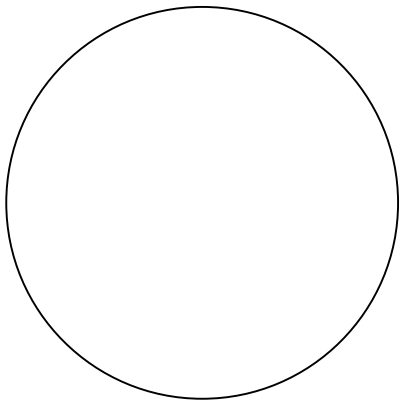
Flamee el preparado sobre la llama del mechero con la finalidad de aclarar el citoplasma. El colorante no debe hervir, por ello la temperatura del portaobjetos debe ser tolerable en el dorso de la mano. Controle los resultados al microscopio. Si faltara coloración agregue colorante por el borde del cubreobjetos. Si el material no estuviera suficientemente disgregado golpee suavemente con la punta de una aguja. Una vez logrados los resultados esperados, selle los bordes del cubreobjetos con cera o esmalte para uñas. Este preparado, temporario, puede conservarse durante algún tiempo en la heladera.

### ACTIVIDAD 2. Identificación de fases de la división mitótica en células vegetales

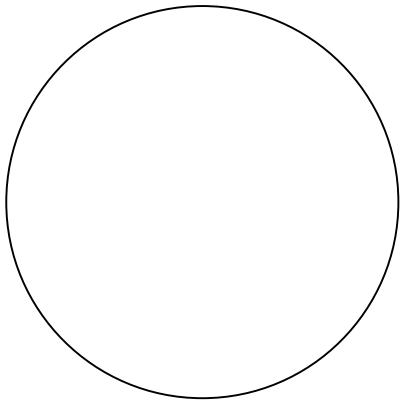
- Observe al microscopio óptico y reconozca: células en interfase (mayor tamaño celular, presencia de núcleo y nucleolos); células en división celular (cariocinesis; citocinesis).
- Complete los protocolos de observación correspondientes para cada etapa.
- Señale las estructuras identificadas en cada una de las observaciones.



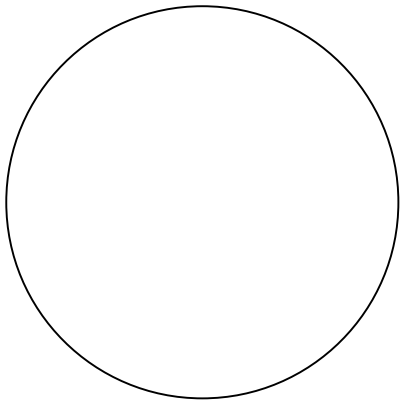
Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

### **ACTIVIDAD 3. Análisis del proceso citológico de división nuclear (cariocinesis) y citoplasmática (citocinesis) en células del tejido meristemático de cebolla**

- Dibuje un cromosoma metafásico y reconozca las siguientes estructuras: centrómero, constricción primaria, brazo largo, brazo corto, cromátidas hermanas y telómeros.
- Dibuje los tipos de cromosomas presentes en una célula de *Allium cepa*.
- Teniendo en cuenta el número cromosómico y tipo de cromosomas de la especie *Allium cepa* represente la migración de los cromosomas en anafase.
- Describa el proceso de citocinesis en una célula de *Allium cepa*.

### **ACTIVIDAD 4. Significado biológico de la mitosis**

- Describa la importancia de la mitosis considerando aspectos biológicos, genéticos y metabólicos en los siguientes procesos:
  - Crecimiento de organismos unicelulares y multicelulares.
  - Regeneración de tejidos o reemplazo de los mismos.
  - Reproducción de organismos.

### **ACTIVIDAD 5. Resuelva las consignas**

- ¿Cuál es el resultado de la mitosis?
- ¿Durante qué estadios del ciclo celular los cromosomas presentan dos cromátidas hermanas idénticas?
- Realice un cuadro comparativo del proceso de citocinesis en vegetales y en animales.
- La especie *Gallus gallus* presenta 78 cromosomas en sus células somáticas. ¿Cuántos cromosomas son heredados de cada parental? ¿Cuántos cromosomas presentará cada célula somática y cuántos cada gameta de los individuos de su descendencia?
- Dibuje los cromosomas de una célula  $2n=6$  y  $2n=8$  en la profase de la mitosis. ¿Cuántos cromosomas presenta cada célula? ¿Cuántas cromátidas presenta cada cromosoma?
- Dibuje los cromosomas de una célula  $2n=8$  (con cuatro cromosomas metacéntricos, dos submetacéntricos y dos acrocéntricos) en metafase y anafase de la mitosis.
- Dibuje los cromosomas de una célula  $2n=6$  en metafase, anafase y en las dos células resultantes de la división por mitosis.
- ¿Por qué la mitosis de las células vegetales es anastral?
- ¿Después de cuántos ciclos de división celular una célula madre habrá dado lugar a 32 células hijas?

### → EN PERSPECTIVA DOCENTE

- En grupos, diseñen y realicen la construcción de modelos tridimensionales de cromosomas con el fin de representar y explicar las fases de la mitosis.

Consideren los siguientes pasos:

Planificación del modelo: Antes de comenzar la construcción, planifiquen cómo representarán cada estructura en su modelo. Consideren la escala y la proporción para asegurarse de que su modelo sea preciso.

Construcción del modelo: Utilicen los materiales que crean convenientes para la construcción de su modelo tridimensional.

Presentación: Preparen un gif empleando una aplicación (por ejemplo: *Stop Motion Studio*). En la animación debe presentarse el modelo de los cromosomas en movimiento según las fases de la división celular. Publiquen las animaciones en el «Mural de División Celular», indicando el grupo, número cromosómico y fases representadas.

### BIBLIOGRAFÍA

Campbell, N.A. y Reece, J.B. (2007). Biología. Editorial Médica Panamericana. 7° Edición.  
Capítulo 12: El ciclo celular. pp: 218-233.

## TRABAJO PRÁCTICO N° 6

## DIVISIÓN CELULAR: MEIOSIS

## OBJETIVOS

- ✓ Identificar fases de la meiosis en células germinativas de plantas y animales.
- ✓ Reconocer los principales acontecimientos de la profase de la meiosis I.
- ✓ Caracterizar los procesos reduccionales y ecuacionales de la meiosis y su implicancia biológica en el ciclo de vida de diferentes organismos.

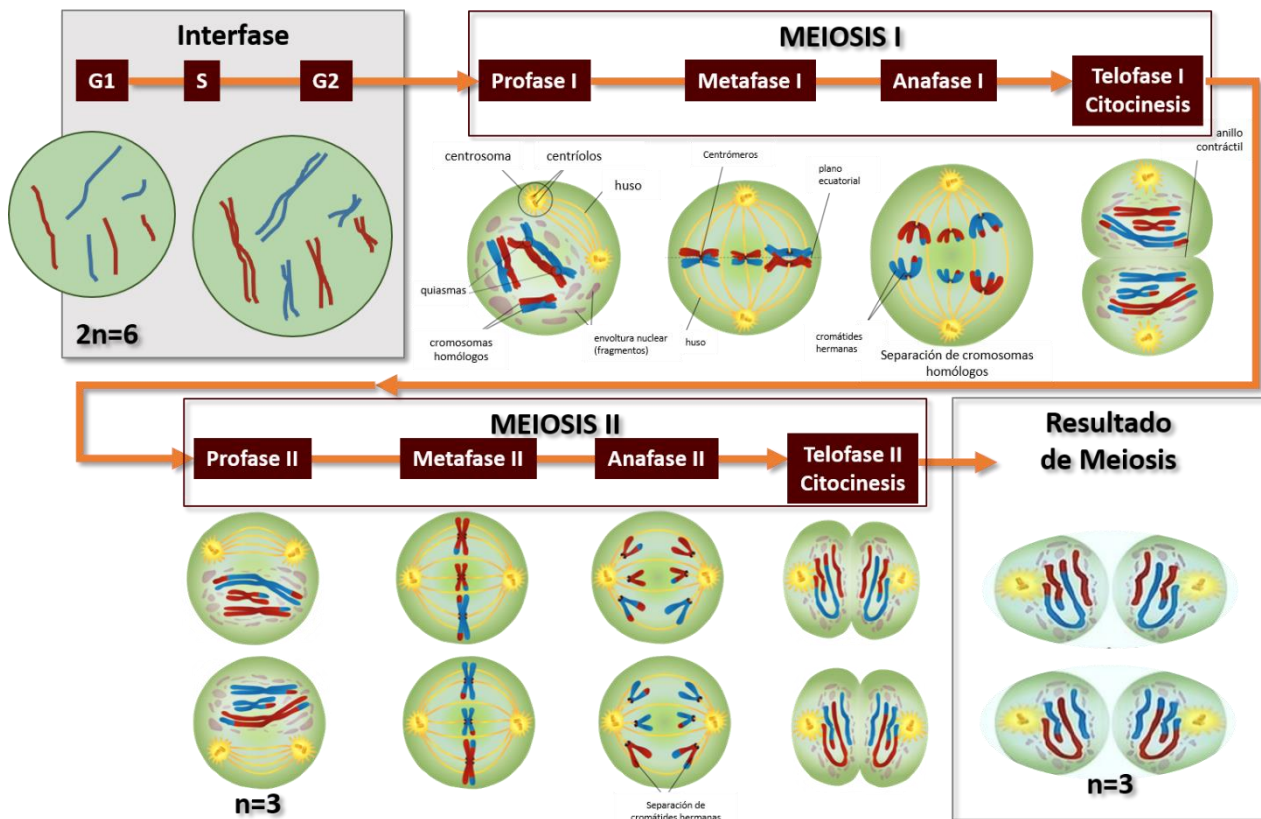
## INTRODUCCIÓN

La **meiosis** es un tipo de división celular que se produce en células eucariotas diploides. En una célula diploide ( $2n$ ), cada cromosoma cuenta con un cromosoma homólogo (cada uno de los cromosomas del par de homólogos fue aportado por un progenitor distinto). Estos **cromosomas homólogos** son similares en tamaño, forma, posición del centrómero y contienen información genética que codifica para los mismos caracteres, aunque esa información no sea necesariamente idéntica. La meiosis origina gametas, esporas o individuos haploides ( $n$ ) por reducción a la mitad del número de cromosomas.

En los organismos con reproducción sexual, la meiosis es esencial para mantener constante el número de cromosomas en la especie porque reduce a la mitad el número de cromosomas que posee una célula somática. Posteriormente, durante la fecundación, el número diploide se restablece como resultado de la fusión de las células sexuales especializadas. Durante la división meiótica ocurre un intercambio de material genético entre los cromosomas homólogos, los cuales además, se distribuyen de forma independiente en las células hijas. Como resultado, las células hijas haploides presentan combinaciones genéticas distintas a las de la célula de origen, aportando a la variabilidad genética de los organismos.

Antes de empezar la meiosis I, en la interfase, las células duplican su ADN razón por la cual cuando se inicia la meiosis cada cromosoma está constituido por dos cromátidas hermanas unidas por el centrómero.

La meiosis comprende dos divisiones nucleares. En la primera división meiótica o **meiosis I**, como consecuencia de la separación de los cromosomas homólogos se reduce el número cromosómico de diploide ( $2n$ ) a haploide ( $n$ ) y, por lo tanto, esta división también es conocida como «**reduccional**». Cada una de las dos células haploides resultantes experimenta una segunda división meiótica o **meiosis II**, en la que se separan las cromátidas hermanas de cada cromosoma que componen el juego cromosómico de la célula (célula haploide,  $n$ ), las nuevas células también son haploides pero con menor cantidad de ADN, por ello la división es «**ecuacional**». Si bien ambos procesos incluyen profase, metafase, anafase y telofase, cada división presenta acontecimientos característicos (Figura 1).



**Figura 1.** Fases de la división meiótica de una célula diploide ( $2n=6$ ) y obtención de cuatro células haploides ( $n=3$ ) como resultado de la división.

### MEIOSIS I O DIVISIÓN REDUCCIONAL

**Profase I:** es la etapa más larga y distintiva de la división. Se subdivide en cinco etapas o períodos principales: Leptoteno, Cigoteno, Paquiteno, Diploteno y Diacinesis (Tabla 1).

**Metafase I:** los cromosomas homólogos «apareados» se alinean en el plano ecuatorial y la orientación de cada cromosoma (paterno o materno) es aleatoria.

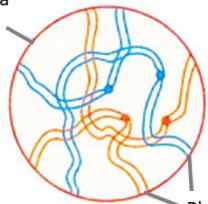



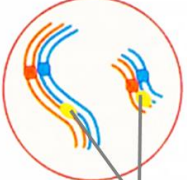
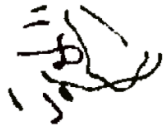
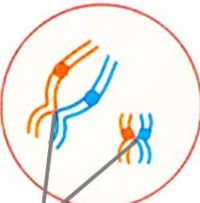



**Anafase I:** los cromosomas homólogos se separan y cada cromosoma del par migra hacia un polo opuesto de la célula. Como consecuencia de esta etapa se reduce el número cromosómico.

**Telofase I:** los cromosomas, aún duplicados, es decir formados por dos cromátidas unidas por el centrómero, llegan a sendos polos, se descompactan y se reconstituye la envoltura nuclear.

El corto período que transcurre entre las dos divisiones se denomina «intercinesis», en este no hay duplicación de ADN (no hay fase S). En algunas células puede ocurrir la citocinesis, sin embargo, otras entran rápidamente en meiosis II.



**Tabla 1.** Etapas de la Profase I de la meiosis de una célula  $2n=4$  (esquema) y de una célula  $2n=18$  (microfotografía) (Adaptado de Srb *et al.*, 1978).

Etapa	Acontecimientos	Esquema	Vista al MO
Leptoteno	Comienza la compactación de la cromatina y la visualización de los cromosomas.	 <p>Envoltura nuclear</p> <p>Placas de unión</p>	
Cigoteno	Asociación estrecha ( <b>sinapsis</b> ) entre cada par de cromosomas homólogos (bivalente) mediante una estructura proteica llamada complejo sinaptonémico.	 <p>Cromátidas hermanas</p> <p>Complejo sinaptonémico</p>	
Paquiteno	Recombinación genética ( <b>entrecruzamiento</b> o <i>crossing-over</i> ) entre cromátidas no hermanas de cromosomas homólogos.	 <p>Nódulos de recombinación</p>	
Diploteno	Comienza la separación de los cromosomas homólogos que permanecen conectados por los <b>quiasmas</b> (prueba citológica del entrecruzamiento).	 <p>Quiasmas</p>	
Diacinesis	Desplazamiento de los quiasmas hacia los extremos en un proceso llamado terminalización. Se desorganiza la envoltura nuclear.		

## MEIOSIS II O DIVISIÓN ECUACIONAL

**Profase II:** los cromosomas duplicados se hacen visibles y la envoltura nuclear vuelve a desorganizarse.

**Metafase II:** los cromosomas se alinean por sus centrómeros en el plano ecuatorial de la célula, de modo que cada cromátida hermana se orienta hacia uno de los polos.

**Anafase II:** las cromátidas hermanas se separan y cada una se desplaza hacia cada uno de los polos de la célula. A partir de este momento, cada cromátida es considerada un cromosoma independiente (deja de llamarse cromátida).

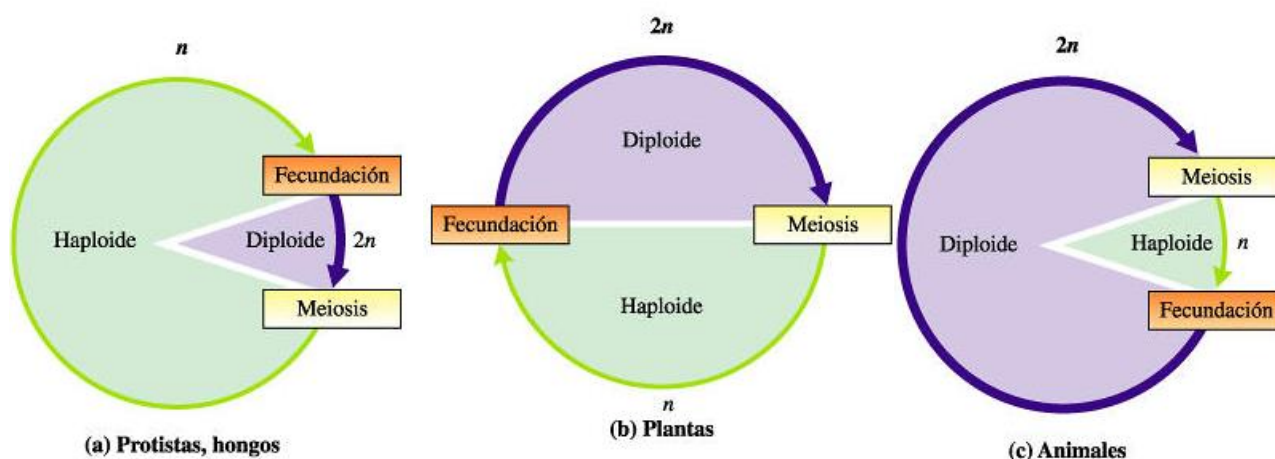
**Telofase II:** la envoltura nuclear se reconstituye y ocurre la citocinesis o división del citoplasma. El resultado final de la división meiótica de una célula diploide ( $2n$ ) son cuatro células haploides ( $n$ ), cada una de las cuales tiene una combinación genética diferente entre sí y respecto a la célula madre.

### Ciclos de vida

Los ciclos de vida de los organismos eucariontes se caracterizan por presentar un esquema general en el cual los procesos de fecundación y meiosis cumplen un rol fundamental. En primer lugar, dos células haploides se fusionan mediante el proceso de **fecundación**, dotando a la nueva célula diploide de dos juegos cromosómicos. Posteriormente, en algún momento del ciclo de vida se produce la **meiosis**, proceso de división celular mediante el cual se originan células haploides. La división mitótica de células haploides o de células diploides tiene como resultado el crecimiento de organismos multicelulares o la reproducción asexual.

La meiosis puede ocurrir en distintas estructuras y generar distintos productos, así se distinguen tres tipos de ciclos (Figura 2):

- **Haplonte:** el cigoto ( $2n$ ) experimenta meiosis (meiosis cigótica) y genera cuatro individuos haploides. En condiciones ambientales adversas células de individuos diferentes, se fusionan para formar un cigoto ( $2n$ ), aumentando la variabilidad genética. Por ejemplo, organismos eucariontes como protistas y hongos.
- **Haplodiplonte:** la meiosis genera esporas (meiosis esporogénica) y éstas dan origen a un gametofito (estructura multicelular haploide). Por fecundación, los gametos dan lugar a un cigoto que desarrollará un esporofito (estructura multicelular diploide). Por ejemplo, las plantas presentan ciclos de vida con alternancia de fases nucleares haploide/diploide, en sus generaciones gametofito/esporofito.
- **Diplonte:** la meiosis genera gametas haploides (meiosis gametogénica) por un proceso conocido como gametogénesis. Estos gametos se unen mediante el proceso de fecundación dando lugar a un cigoto ( $2n$ ), en el cual se restaura el número cromosómico de la especie. Por ejemplo, los animales, en los cuales el individuo adulto es diploide.



**Figura 2.** Meiosis y ciclos de vida de los organismos. **a)** Haplonte; **b)** Haplodiplonte; **c)** Diplonte (Curtis y Barnes, 2001).

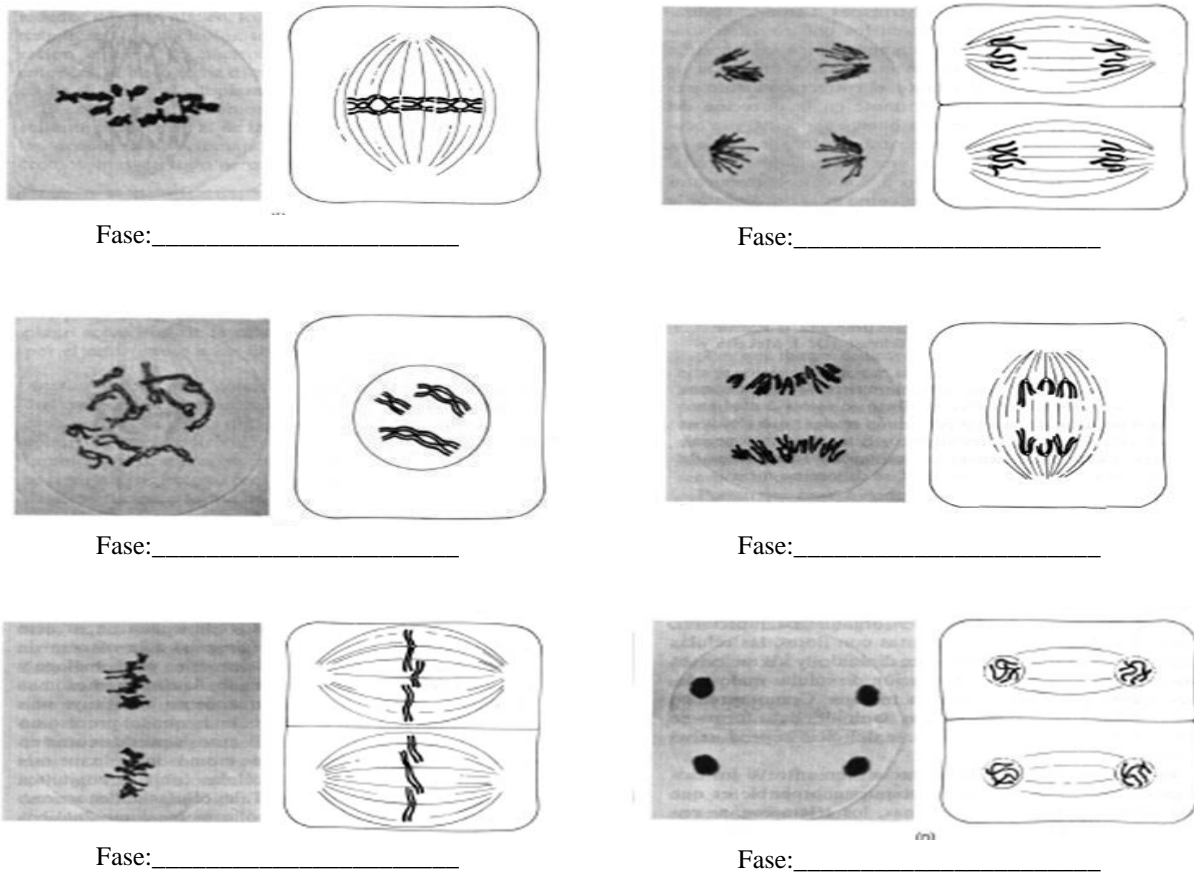
**Obtención de preparados para la observación de las fases de la meiosis al microscopio óptico en células animales y en células vegetales**

A continuación se describe el procedimiento para la obtención de preparados de fases meióticas a partir de dos materiales biológicos.

	<b>Meiosis en células animales</b>	<b>Meiosis en células vegetales</b>
<b>Material biológico</b>	Folículos seminíferos de insectos macho, adultos: langostas (Ortópteros).	Anteras del botón floral (flores inmaduras, cerradas) de plantas del género <i>Commelina</i> sp. (Santa Lucía)
<b>Toma de muestra</b>	Extracción de las gónadas (testículos) mediante incisión dorsal (segundo segmento abdominal). Cada testículo está formado por folículos seminíferos en los que se forman las gametas por meiosis.	Extracción de las anteras mediante la apertura de un botón floral utilizando una aguja de disección. Con ayuda de la lupa se extraen las anteras, estructuras reproductivas en las que por meiosis se forman las esporas que dan lugar a los granos de polen.
<b>Fijación</b>	Se dispone el material en una caja de Petri conteniendo fijador Farmer, durante 15 minutos.	
<b>Coloración</b>	Se dispone el material sobre un portaobjetos y se incorpora una gota del colorante orceína acética.	
<b>Macerado</b>	Con una varilla de extremo romo se macera el material hasta disgregarlo completamente.	
<b>Técnica de squash</b>	Se coloca el cubreobjetos y se realiza la técnica de <i>squash</i> para que la mayor cantidad de células se ubiquen en un mismo plano.	
<b>Aclaración del citoplasma</b>	Se expone el preparado a la llama del mechero para aclarar el citoplasma y obtener un mayor contraste para la observación de cromosomas.	
<b>Observación al microscopio</b>	Se observa al microscopio óptico y si se identifican células en división, se sellan los bordes del cubreobjetos con cera o esmalte, para su conservación. Se registran las fases de la meiosis identificadas y se completa el protocolo de observación	

**ACTIVIDAD 1. ¿EN QUÉ FASE SE ENCUENTRAN LAS CÉLULAS?**

Las siguientes figuras corresponden a observaciones de distintas fases de la meiosis en preparados obtenidos a partir de material biológico vegetal. Analice las siguientes microfotografías y los esquemas y reconozca las fases de la meiosis.



**Figura 3.** Microfotografías y esquemas de células en meiosis.  
 Tomado y modificado de McLeish, J. y B. Snode. 1959. Looking at chromosomes.

- ¿De qué parte de la planta se obtuvo el material biológico para la observación de las células en división meiótica? ¿Por qué?

.....  
 .....

- Compare los eventos de la metafase I con los de la metafase II y los eventos de la anafase I con los de la anafase II. Escriba las diferencias.

.....  
 .....

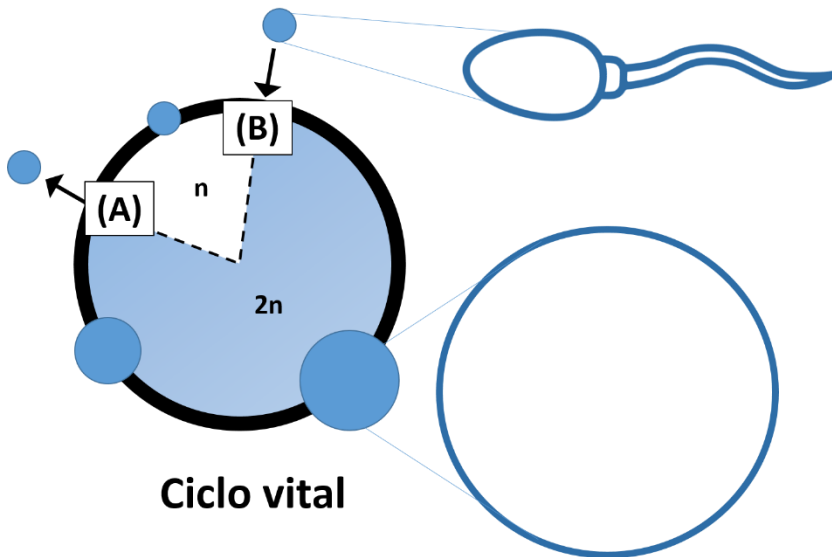
**ACTIVIDAD 2. ¿QUÉ SUCEDE EN LA PROFASE I?**

- Busque imágenes de observaciones microscópicas con el objetivo de inmersión de las subfases de la profase I.
- Investigue sobre la morfología de los cromosomas de los Ortópteros.
- A partir de la información recabada mencione los estadios en los que el cromosoma sexual X se presenta más coloreado que los otros (heteropicnosis positiva) e investigue por qué estos organismos solo cuentan con un cromosoma sexual X.
- ¿Cuáles son los acontecimientos más importantes de la profase I de la meiosis?

.....  
 .....  
 .....

### ACTIVIDAD 3. EJERCICIOS DE COMPRESIÓN DE LA DIVISIÓN MEIÓTICA

- Considerando un ejemplo de ciclo vital diplonte de una especie  $2n=4$  complete el siguiente esquema indicando el nombre del proceso A y B y sus respectivos resultados (célula/s que se originan). Dibuje en las células representadas los cromosomas según corresponda.



**Proceso A:**  
 .....

Resultado:  
 .....

**Proceso B:**  
 .....

Resultado:  
 .....

**Ciclo vital**

- ¿Qué tipo de ciclo vital presenta *Allium cepa*? ¿Podría realizar preparados para observar los dos tipos de división celular? ¿Qué material biológico emplearía?

.....  
 .....

### ACTIVIDAD 4. INTEGRACIÓN DIVISIÓN CELULAR

Considerando una especie  $2n=20$ , analice la siguiente tabla e indique los números de cromosomas y cromátidas correspondientes a las etapas de la interfase y de la división celular.

¿Qué columnas de la tabla cambiarían si se tratara de una especie con células  $2n=16$ ?

	Ploidía (n/2n)	Número de cromosomas por célula	Número de cromátidas por cromosoma
Célula en G1 (Interfase)			
Célula en metafase (Mitosis)			
Célula somática (Resultado de mitosis)			
Célula en metafase I (Meiosis)			
Célula en metafase II (Meiosis)			
Gameta/Espora (Resultado de meiosis)			

→ EN PERSPECTIVA DOCENTE

- Tal como se ha analizado previamente en el Trabajo Práctico N°1, los mosquitos de la especie *Aedes aegypti* ( $2n=6$ ) constituyen vectores de las siguientes enfermedades virales: dengue, zika y chikungunya. ¿Es posible tomar a este individuo como ejemplo para abordar con sus futuros estudiantes el tema: «Meiosis»? ¿De qué manera lo haría? ¿Cuál sería la secuencia de contenidos?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- En grupos, a partir de los modelos tridimensionales de cromosomas construidos en el TP anterior represente y explique las fases de la meiosis, poniendo énfasis en la comparación entre metafase y anafase I y II.
- Preparen un gif empleando una aplicación (por ejemplo: *Stop Motion Studio*). En la animación debe presentarse el modelo de los cromosomas en movimiento según las fases de la división celular meiótica. Publiquen las animaciones en el «Mural de División Celular», indicando el grupo, número cromosómico y fases representadas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Campbell, N.A. y Reece, J.B. (2007). Biología. Editorial Médica Panamericana. 7° Edición. Capítulo 13: Meiosis y ciclos de vida sexual. pp: 247-249.

Srb, A.M., Owen, R.D., Edgar, R.S., Ribó, G. tr.; Prevosti, A. rev. (1978). Genética general. 2° Ed. Barcelona: Omega, 632 p.

## TRABAJO PRÁCTICO N° 7

## GENÉTICA MENDELIANA: MONOHIBRIDISMO

## OBJETIVOS

- ✓ Analizar los experimentos que permitieron a Mendel formular los principios de la herencia.
- ✓ Resolver ejercicios de genética mendeliana.
- ✓ Reconocer la relación entre el genotipo y la expresión de caracteres fenotípicos.
- ✓ Comprender la relación entre las leyes de Mendel y el proceso de meiosis.

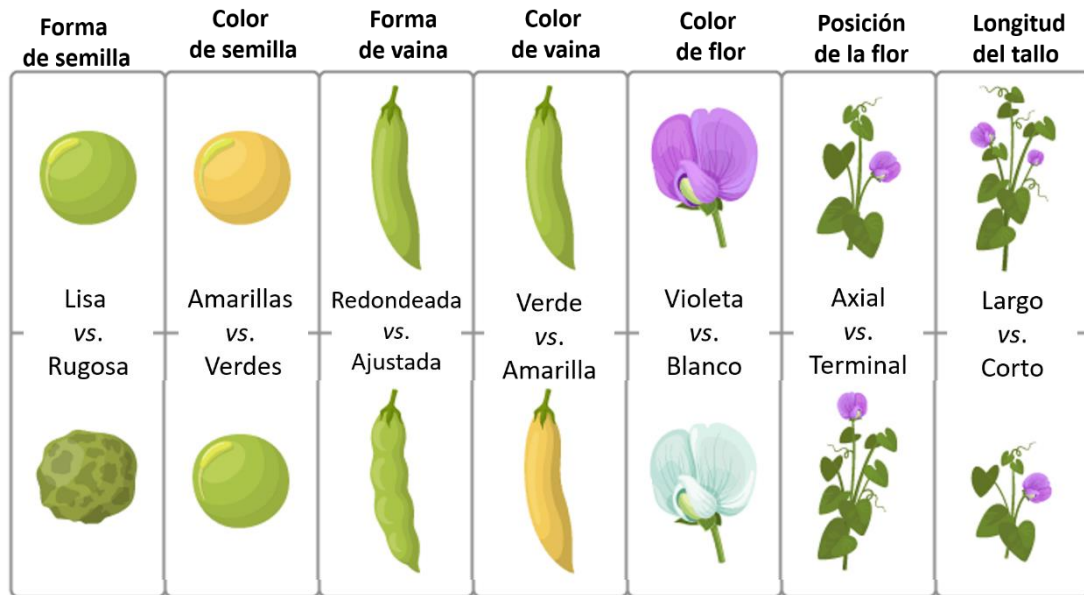
## INTRODUCCIÓN

Las ideas más tempranas acerca de la herencia biológica giraban en torno al modo de transmisión de las características observables de generación en generación. Transcurrieron muchos siglos en los cuales predominaron creencias y mitos por sobre las explicaciones científicas. A mediados del siglo XIX se sabía de la existencia de las gametas y de su contribución a las características hereditarias del nuevo individuo; sin embargo, se desconocía el modo por el cual estas células eran capaces de transmitir las. En ese entonces, se consideraba que el material hereditario aportado por los progenitores se combinaba (de modo semejante a la mezcla de pinturas), la herencia se explicaba por concepto de mezcla, entonces, después de cierto número de generaciones, la población se constituiría como un conjunto uniforme de individuos. La revolución de la Genética se produjo cuando esta idea fue reemplazada por el concepto de factor o unidad de la herencia, según el cual, los progenitores transmiten a la siguiente generación unidades heredables discretas: actualmente conocidas como genes, las cuales retienen su identidad en la descendencia.

Para estudiar la herencia, Gregor Johann Mendel empleó el método científico y realizó cruzamientos controlados entre individuos de la especie *Pisum sativum* (familia Fabaceae), plantas localmente conocidas como arvejas (o guisantes). El trabajar con esta especie presentó las siguientes ventajas, a saber, puede reproducirse mediante autofecundación o mediante fecundación cruzada, presenta un tiempo de generación relativamente corto, un gran número de plantas puede crecer en un espacio limitado y se puede realizar un seguimiento de caracteres discretos (sin formas intermedias) (Figura 1). En este sentido, se considera carácter a una característica heredable, como por ejemplo el color de la semilla, en tanto que cada variante de este carácter es por ejemplo el color amarillo o el color verde de la misma.

El análisis de los resultados de los cruzamientos permitió a Mendel proponer el **principio de segregación**, conocido actualmente como primera ley, el cual establece que cada individuo porta un par de factores para cada característica y que los miembros del par segregan, es decir se separan, durante la formación de las gametas. De esta manera, a partir de cruzamientos que involucran a dos individuos heterocigotas para un carácter, se obtiene una progenie en la cual, los individuos presentan dos fenotipos distribuidos en una proporción 3:1.

En términos actuales, el concepto de factor enunciado por Mendel hace referencia a un gen. Por ello, el principio de segregación establece que dos variantes, alelos de un locus, segregan de forma independiente durante la formación de las gametas. Cabe destacar que las proporciones enunciadas en las Leyes de Mendel son el resultado del análisis de alelos con dominancia completa y que estas leyes se cumplen en esta condición.

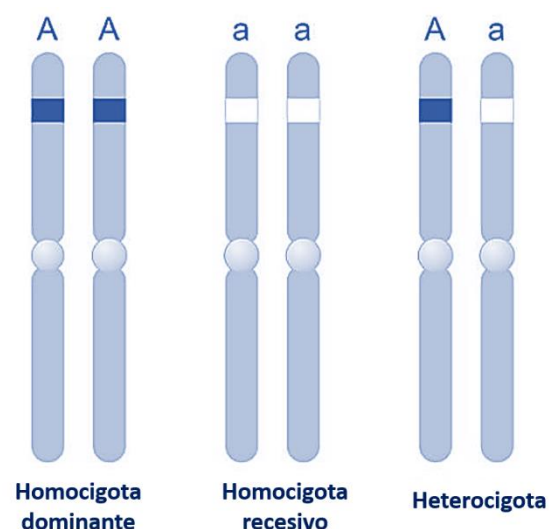


**Figura 1.** Características fenotípicas de las plantas de arvejas estudiadas por Gregor Mendel.

Si los miembros del par de alelos son iguales, se dice que el individuo es *homocigota* para la característica determinada por ese *gen*. En tanto que, si los miembros del par de alelos son diferentes, el individuo es *heterocigota* para esa característica. Las diferentes variantes o alternativas de un mismo gen se conocen como *alelos*.

La constitución genética de un organismo, con referencia a una sola característica o a un conjunto de características, se denomina *genotipo* y es heredada de sus progenitores. Un *gen* es la unidad hereditaria de un cromosoma que controla cada carácter. El lugar que ocupa cada gen a lo largo de un cromosoma se denomina *locus* (el plural es *loci*). A nivel molecular, un gen corresponde a una secuencia de nucleótidos de ADN. En organismos diploides, la mitad del complemento cromosómico se hereda del padre y la otra mitad de la madre, por ello la mitad de los genes los recibe de un progenitor y la otra mitad, del otro.

La representación con símbolos de un gen con dos formas alélicas se realiza con una letra escrita en mayúscula y en minúscula (debe ser la misma letra), por ejemplo: *A* y *a*. Un alelo que se expresa en el fenotipo de un individuo heterocigota excluyendo la expresión del otro alelo es un **alelo dominante** (*A*), mientras que un alelo cuyos efectos no se observan en el fenotipo del heterocigota es un **alelo recesivo** (*a*) (Figura 2).

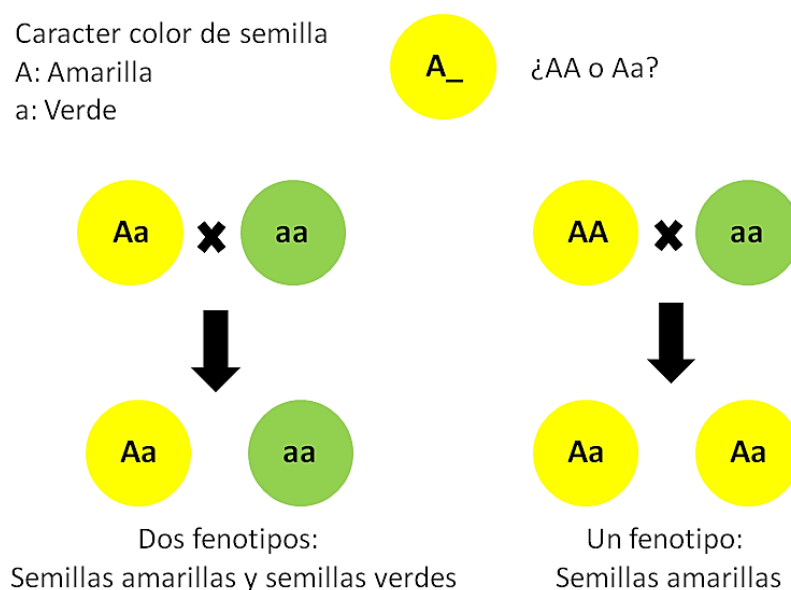


**Figura 2.** Cromosomas homólogos de tres individuos con distintos genotipos para el locus A (adaptado de <https://biologydictionary.net/homozygous/>).



Los caracteres, es decir, aquellos atributos observables (como el color de las semillas o la altura de una planta) o bien detectables empleando técnicas de laboratorio, definen el *fenotipo*, el cual es el resultado de la interacción del genotipo con el ambiente. Los caracteres pueden ser cuantitativos o cualitativos. Un *carácter cuantitativo* presenta diferentes graduaciones entre dos valores extremos, por ejemplo, la variación de altura. Estos caracteres dependen de la acción acumulativa de muchos genes, cada uno de los cuales produce un efecto pequeño. Por su parte, un *carácter cualitativo* es aquel que presenta al menos dos alternativas claras y distinguibles, por ejemplo, textura lisa o textura rugosa de la semilla. Dichos caracteres están regulados por un único gen que, por lo general, presenta dos formas alélicas.

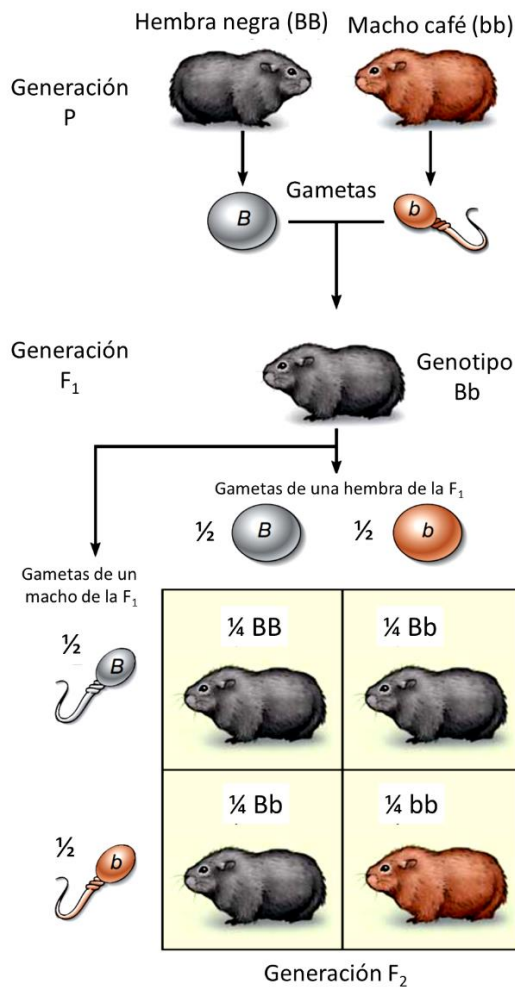
La realización de cruzamientos controlados permite contar con información fenotípica y genotípica previa referente a los individuos que participan de los cruzamientos. El cruzamiento recíproco consiste en cruzamientos en una y en otra dirección, por ejemplo en plantas: Planta 1 (P1) donante de polen, Planta 2 (P2) receptora de polen y viceversa ( $\text{♀P1} \times \text{♂P2}$  y  $\text{♀P2} \times \text{♂P1}$ ). Por su parte, el retrocruzamiento consiste en el cruzamiento que se realiza entre un descendiente (perteneciente a la  $F_1$ ) y uno de sus progenitores. Cuando se desea conocer el genotipo de un individuo que expresa una característica fenotípica dominante se realiza un *cruzamiento de prueba* (o cruzamiento prueba) que consiste en cruzarlo con un individuo homocigota para el alelo recesivo, con el fin de revelar el genotipo desconocido. De esta manera, si el cruzamiento prueba da como resultado individuos de la progenie con los dos fenotipos posibles, el individuo probado es heterocigota; en tanto que, si todos los individuos de la progenie presentan el fenotipo dominante, el individuo probado es homocigota para el alelo dominante (Figura 3).



**Figura 3.** Ejemplo de cruzamiento prueba entre plantas de arveja.

**Resolución de Problemas de Genética Mendeliana: Monohibridismo**

Los principios básicos de la herencia y el uso de términos empleados en genética mendeliana se ilustran mejor con ejemplos. En el caso de un cruzamiento monohíbrido, se estudia la herencia de dos alelos distintos de un locus. Por ejemplo, se puede considerar un gen que determina el color del pelaje en cobayos y que presenta dos alelos: uno que determina el color negro y otro el color café (Figura 4). La hembra pertenece a



**Figura 4.** Cruzamiento monohíbrido en cobayos (Solomon *et al.* 2013)

una línea pura de cobayos negros: es homocigota para el alelo que determina el color negro, debido a que los dos alelos que porta para este locus son idénticos. El macho de color café también proviene de una línea pura y es homocigota para el alelo que determina el color café. ¿De qué color se esperaría que fuera la generación F<sub>1</sub>?

En este caso particular, todos los individuos de la F<sub>1</sub> son de pelaje negro, y genotípicamente son heterocigotas, lo que significa que presentan los alelos distintos para este locus; esto sucede porque el alelo dominante se expresa tanto en individuos homocigota dominantes como en heterocigotas. En cambio, dado que el alelo que determina el color café es recesivo, solo se expresa en un individuo homocigota recesivo. Considerando esta información, se pueden emplear símbolos para designar al alelo dominante: *B*, que determina el color negro y al alelo recesivo: *b*, el cual determina el color café del pelaje (marrón, o *brown* en inglés).

En la hembra (genotipo: BB), cuando se produce la meiosis que dará origen a las gametas, los dos alelos *B* se separan de acuerdo con el principio de segregación; como consecuencia de ello, cada gameta presenta un alelo *B*. En el macho (genotipo: bb), los dos alelos *b* se separan durante la meiosis, dando lugar a la formación de gametas que portan el alelo *b*. Al producirse la fecundación, la unión de estos tipos de gametas, dará como resultado, individuos de la F<sub>1</sub> heterocigotas (genotipo: Bb).

Para predecir las proporciones fenotípicas y genotípicas de la descendencia pueden emplearse diferentes métodos,

uno de ellos es el **cuadro de Punnett**, una tabla de doble entrada. Durante la meiosis en los cobayos negros heterocigotas (Bb), el cromosoma que contiene al alelo *B* se separa de su homólogo (el cromosoma con el alelo *b*). Como consecuencia, cada espermatozoide u óvulo contiene el alelo *B* o *b*, pero no ambos. Las posibles combinaciones de gametas son representadas en el cuadro de Punnett. Los tipos de gametas de un progenitor se listan en la fila superior, y los del otro progenitor se listan en la primera columna izquierda. De esta manera, en el cuerpo de la tabla se escriben los genotipos de los individuos de la progenie resultante del cruzamiento.

En este caso, las proporciones fenotípicas esperadas en la F<sub>2</sub> son **3:1** (pelaje color negro : pelaje color café), debido a que tres de cuatro de los individuos presentan pelaje negro, y 1/4 pelaje café. Las proporciones genotípicas esperadas son **1:2:1** (BB : Bb : bb), lo que equivale a decir ¼ BB, ½ Bb, ¼ bb.

## ACTIVIDAD 1. RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS DE MONOHIBRIDISMO

Para la resolución de ejercicios se tendrá en cuenta que las letras asignadas a la representación de los alelos hacen referencia a la inicial de la palabra que identifica al carácter recesivo.

- En Genética mendeliana ¿Qué significan las siguientes expresiones?: A, a, AA, Aa y aa
- En las arvejas el tallo alto es dominante sobre el tallo enano. Si una planta homocigótica de tallo alto se cruza con una homocigótica de tallo enano. Cuál será el fenotipo de:
  - la F<sub>1</sub>
  - la F<sub>2</sub>
  - los descendientes de un cruzamiento de la F<sub>1</sub> con su progenitor alto
  - los descendientes de un cruzamiento de la F<sub>1</sub> con su progenitor enano.
- Considerando el caracter forma de semillas, se produce un cruzamiento entre una planta de arvejas donante de polen que presenta un genotipo heterocigota (Rr) y un fenotipo de semillas lisas; en tanto que la planta madre (sin anteras) surgió de la germinación de una semilla rugosa.
  - Complete el cuadro de Punnet con las gametas producidas por los progenitores e indique los genotipos de los individuos de la progenie resultante del cruzamiento.
  - Dibuje las semillas de la progenie en el cuadro de Punnet.
  - Indique la proporción fenotípica y genotípica esperada en la progenie.

♂		
♀		
	_____	_____

- Represente al alelo para la característica «tallo alto» con *E* y al alelo para el «tallo enano» con *e*.
- ¿Qué gametos producirán los padres y cuáles serán las proporciones fenotípicas de cada progenie en cada uno de los siguientes cruzamientos?
  - $Ee \times ee$
  - $EE \times Ee$
  - $Ee \times Ee$
- Una planta de arveja de tallo alto cruzada con otra de tallo enano produce aproximadamente la mitad de su descendencia alta y la otra mitad, enana ¿Cuáles son los genotipos de los padres?
- Varios cobayos negros del mismo genotipo se aparearon y produjeron una descendencia de 30 cobayos negros y 3 blancos.
- ¿Cuál es el genotipo de los cobayos que participaron del cruzamiento?
- Si un cobayo hembra de color negro se cruza y produce al menos un descendiente blanco, determine su genotipo y los probables genotipos de sus descendientes.

- Se cruza una pareja de ratones de línea pura de genotipos  $CC$  y  $cc$  para el largo de la cola, siendo  $C$  el alelo que determina la cola larga y  $c$  el alelo recesivo que determina el carácter cola corta.

Complete la siguiente tabla:

	Fenotipo	Genotipo	Gametas
Progenitor		$CC \times cc$	
Filial 1			$(C), (c)$
Filial 2	Cola larga, cola corta (3:1)		

- Tal como Mendel había propuesto, el color amarillo de las semillas de las arvejas es dominante sobre el color verde. Se realizaron cruzamientos en los cuales los progenitores eran de fenotipo conocido, pero de genotipo desconocido. Los cruzamientos dieron lugar a la descendencia presentada en la siguiente tabla.

- Empleando la letra  $V$  para el alelo correspondiente al carácter color *amarillo* y  $v$  para el alelo correspondiente al verde, proponga los genotipos más probables de cada progenitor.

Progenitores	Descendencia		Proporción fenotípica de la descendencia	Genotipo de los progenitores
	Amarillo	Verde		
1) Amarillo x Verde	82	78	1:1 (Amarillo:Verde)	$Vv \times vv$
2) Amarillo x Amarillo	118	39		
3) Verde x Verde	0	50		
4) Amarillo x Verde	74	0		
5) Amarillo x Amarillo	90	0		

- En los cruzamientos **2, 4 y 5**, indique qué proporción de los descendientes amarillos producidos en cada cruzamiento darán lugar a descendientes verdes cuando sean autofecundados.

## EJERCICIOS PARA CONTINUAR COMPRENDIENDO

### GENÉTICA MENDELIANA. MONOHIBRIDISMO

- Gregor Mendel detectó que la hibridación entre variedades puras de semillas de arvejas lisas y rugosas daba lugar a semillas lisas. Sin embargo, cuando estas semillas de la  $F_1$  eran sembradas y las plantas resultantes, autopolinizadas, se obtenía como resultado semillas lisas y rugosas, a menudo en la misma vaina, en una proporción 3:1. ¿Qué indican estos resultados acerca de la naturaleza de la semilla de arvejas?

- El pelo corto de los conejos se debe a la expresión de un alelo dominante ( $L$ ) y el pelo largo a la expresión del alelo recesivo ( $l$ ). Un cruzamiento entre una hembra de pelo corto y un macho de pelo largo produjo una camada de 9 gazapos, de los cuales 2 poseían pelo largo y 7 pelo corto. En base a estos datos, indique:

- ¿Cuál es el genotipo de los padres?

- ¿Cuál es la relación genotípica teórica esperada?
- ¿Cuál es la relación fenotípica esperada? ¿Concuerda con los datos experimentales obtenidos? Justifique su respuesta.

- Cobayos negros heterocigotas ( $Bb$ ) se aparearon con cobayos blancos homocigotas recesivos ( $bb$ ). Prediga las proporciones genotípicas y fenotípicas esperadas del cruzamiento retrógrado o retrocruza de un descendiente  $F_1$  negro con:

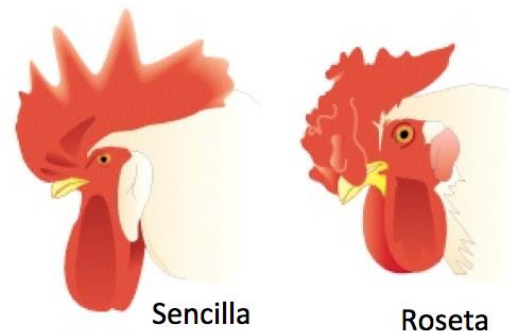
- el progenitor de color negro
- el progenitor de color blanco

- En las gallinas, las plumas sedosas están determinadas por un gen cuyo efecto es recesivo respecto del que rige las plumas normales.

- Si de un cruzamiento entre individuos heterocigotas para dicho gen surgieran 98 aves ¿Cuántos individuos cabría esperar que tuviesen plumas normales y cuántos, plumas sedosas?
- ¿Cuál sería el modo más rápido para determinar si un individuo con plumas normales es homocigota o heterocigota?

- En los perros el alelo dominante de un gen ( $L$ ) produce una textura particular de pelo denominada "pelo de alambre" y su alelo recesivo ( $l$ ) produce el pelo liso. Un grupo de perros heterocigotas para el carácter se cruzan y su progenie  $F_1$  es sujeta a cruzamiento prueba. Determine las proporciones genotípicas y fenotípicas esperadas para la progenie obtenida del cruzamiento prueba.

- En las gallinas (de la raza Wyandotte) la cresta en roseta es dominante sobre la cresta sencilla. El agricultor sospecha que algunas de sus gallinas, con cresta en roseta, no son puras. ¿Existe algún método para descubrir cuáles de sus gallinas son heterocigotas?



- En los zorros el color del pelaje negro está determinado por un alelo recesivo ( $n$ ) y el color rojo por su alelo dominante ( $N$ ). Determine las proporciones genotípicas y fenotípicas esperadas de los siguientes apareamientos:

- Rojo (homocigota)  $\times$  Rojo (heterocigota)
- Rojo (heterocigota)  $\times$  Negro
- Rojo (homocigota)  $\times$  Negro

- En la planta de arvejas el color amarillo es dominante sobre el verde. Responda:

e) ¿Cuál será el fenotipo de los descendientes homocigotas producto del cruzamiento: amarillo  $\times$  verde? ¿Y el de los heterocigotas amarillo  $\times$  verde?

f) ¿Cuál será el color de los descendientes de un cruzamiento entre un heterocigota de color amarillo y un homocigota del mismo color? ¿Y los del cruzamiento entre dos heterocigotas amarillos?

- Dos hembras negras de ratón (A y B) se cruzan con un macho pardo. En varias camadas la hembra A produjo 9 ratoncitos negros y 7 pardos y la hembra B produjo 57 negros.

- Explique las características de la herencia del color de pelo en el ratón.
- ¿Cuáles son los genotipos de los progenitores en cada caso?

- Si dos animales heterocigotas para un único par de alelos de un gen se cruzan y dan una descendencia de 200 ejemplares: ¿Cuántos de ellos se espera que tengan el fenotipo dominante?
- Se trata de la descendencia de una pareja, compuesta por un hombre de ojos azules y una mujer de ojos pardos. Ambos progenitores del hombre tienen ojos pardos. Con respecto a la mujer, el padre tiene ojos azules y la madre ojos pardos. Esta pareja tuvo un hijo de ojos azules. ¿Cuáles son los genotipos de todos los sujetos nombrados?
- En el ganado lechero Holstein-Friesian se sabe que un alelo recesivo (*r*) produce individuos rojos y blancos y el alelo dominante (*R*) produce individuos blancos con manchas negras.
  - o Si se aparean un toro y una vaca heterocigota ¿Cuál es la proporción fenotípica esperada en la descendencia del cruzamiento de vacas blancas con manchas negras con un toro que porta un alelo recesivo?
  - o Si el toro heterocigota se aparea con una vaca homocigota blanca con manchas negras ¿Qué proporción fenotípica cabría esperar en la progenie del cruzamiento?
- Groff y Odland encontraron una variedad de pepinos cuyas flores no podían abrirse al madurar. Sin embargo, dichas flores podían ser polinizadas abriéndolas artificialmente. A continuación, en la tabla se presentan los resultados de los cruzamientos:

Progenitores	Fenotipos de la descendencia	
	Flores abiertas	Flores cerradas
Flores cerradas x Flores abiertas	Todas	Ninguna
F <sub>1</sub> x F <sub>1</sub>	145	59
Flores cerradas x F <sub>1</sub>	81	77

A partir de los cruzamientos presentados en la tabla asigne los símbolos para los alelos involucrados e indique los siguientes genotipos:

- de los progenitores de flores cerradas
- de los progenitores de flores abiertas
- de la F<sub>1</sub>.
- Un ganadero debe tomar la decisión de comprar un rebaño de ganado negro por una pequeña suma de dinero. Es sabido que la variedad negra de la raza en cuestión es inferior a la variedad parda. En este caso, el color de la capa actúa como "marcador genético" y está relacionado con cualidades indeseables o favorables del ganado. El dato que posee el ganadero es que los progenitores del rebaño eran un toro negro y vacas pardas, todos ellos de raza pura.  
 ¿Qué decisión le aconsejaría tomar al ganadero? ¿Cómo lo orientaría para realizar un plan de cría?

→ **EN PERSPECTIVA DOCENTE**

- ¿Cómo explica que Mendel haya podido controlar los cruzamientos? Y vinculado a ello: ¿A qué hace referencia la técnica de emasculación en plantas? ¿Qué ventajas ofrece?

.....

.....

.....

.....

- .....
- .....
- Elabore un ejercicio de genética mendeliana para trabajar en clase con sus futuros estudiantes. Sugerimos no emplear caracteres en humanos, dado que muchas características que habitualmente se mencionan como ejemplos de herencia mendeliana, en realidad no lo son. Puede incorporar imágenes que contribuyan a la comprensión del tema monohibridismo.
  - Publique el ejercicio en el foro de actividades en perspectiva docente del aula virtual.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Campbell, N.A. y Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7ª Edición. Capítulo 14: Mendel y el concepto de gen. pp: 251-273.

## TRABAJO PRÁCTICO N° 8

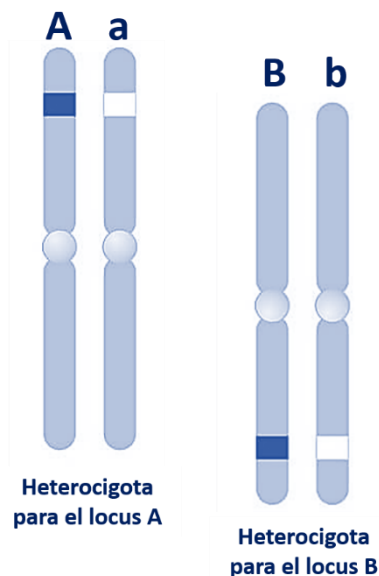
## GENÉTICA MENDELIANA: DIHIBRIDISMO

## OBJETIVOS

- ✓ Analizar los experimentos que permitieron a Mendel formular sus leyes.
- ✓ Resolver ejercicios de dihibridismo.
- ✓ Reconocer la relación entre el genotipo y la expresión de caracteres fenotípicos.
- ✓ Comprender la relación entre las leyes de Mendel y el proceso de meiosis.
- ✓ Explicar el concepto de segregación independiente.

## INTRODUCCIÓN

Un cruzamiento entre individuos en el que se está evaluando la herencia de dos genes se denomina cruzamiento dihíbrido. Cada uno de los genes involucrados determina una característica en particular y se localiza en un locus de un cromosoma diferente del cromosoma en el que se encuentra el locus del otro gen (Figura 1).



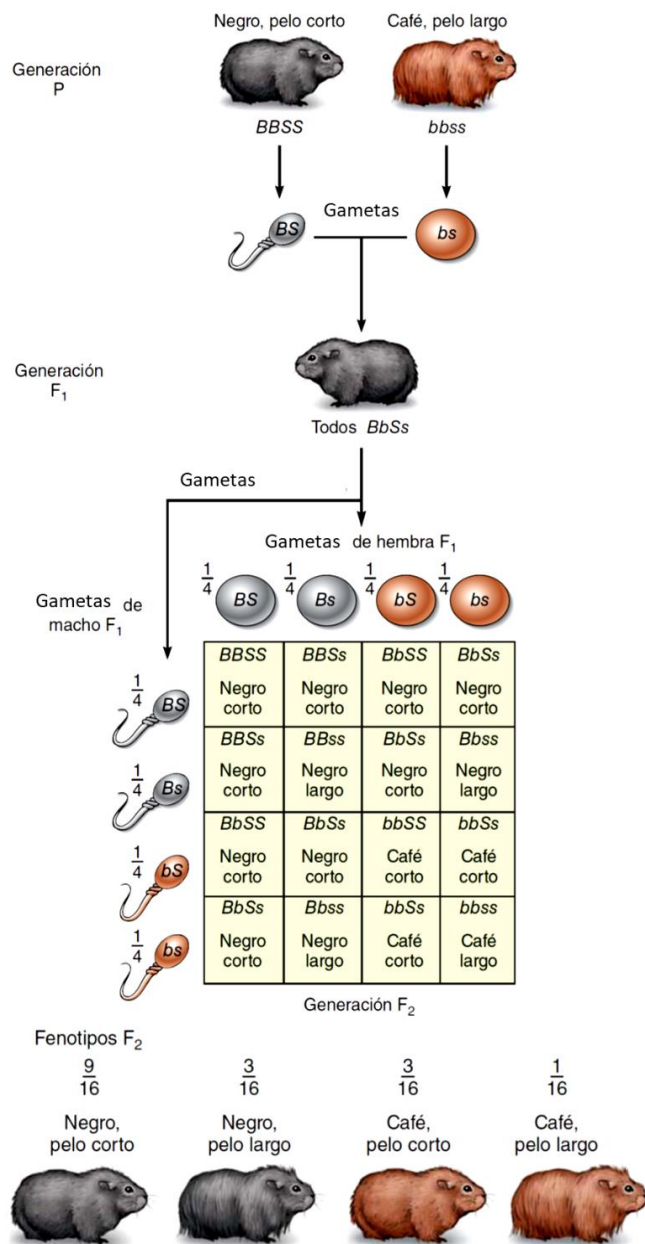
**Figura 1.** Dos pares de cromosomas homólogos de un individuo con genotipo doble heterocigoto o dihíbrido (AaBb).

En sus experimentos, a partir de la evaluación de las proporciones fenotípicas de la descendencia considerando dos o más caracteres, Gregor Mendel enunció el **principio de distribución independiente**, el cual establece que durante la formación de gametas, los miembros de cada par de factores segregan de forma independiente en relación a otro par de factores. Cuando se cruzan organismos heterocigotas para cada uno de los dos factores considerados, la proporción fenotípica esperada en la progenie es 9:3:3:1 con cuatro fenotipos diferentes.

En términos actuales, al principio de distribución independiente se lo conoce como segunda ley de Mendel, y establece que los alelos de dos o más genes se distribuyen de forma independiente y aleatoria durante la formación de gametas. Las proporciones enunciadas en la segunda Ley de Mendel son el resultado del análisis de alelos con dominancia completa y correspondientes a *loci* que se encuentran en diferentes pares de cromosomas homólogos (Figura 1).



**Resolución de Problemas de Genética Mendeliana: Dihibridismo**



**Figura 2.** Cruzamiento dihíbrido en cobayos (Solomon *et al.* 2013)

Se consideran dos pares de alelos localizados en cromosomas no homólogos (es decir, cada uno de los alelos que componen un par están en sendos cromosomas homólogos, y el otro par de alelos está en otro par de cromosomas homólogos). Cada par de alelos se hereda en forma independiente; es decir, durante la meiosis cada par se distribuye independientemente del otro.

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de un cruzamiento dihíbrido. En este ejemplo, un cobayo homocigota, de color negro y pelaje corto ( $BBSS$ ) se cruza con un cobayo homocigota, café, de pelaje largo ( $bbss$ ). Todas las gametas producidas por el animal de genotipo  $BBSS$  son  $BS$ , y la totalidad de las gametas producidas por el individuo de genotipo  $bbss$  son  $bs$ . Cada gameta contiene un alelo para cada uno de los dos *loci*. La unión de las gametas  $BS$  y  $bs$  produce individuos con el genotipo  $BbSs$ : heterocigotas en cuanto al color y longitud del pelo, y todos, fenotípicamente negros y de pelaje corto. Cada cobayo de la  $F_1$  produce cuatro tipos de gametas:  $BS$ ,  $Bs$ ,  $bS$  y  $bs$ . Por ello, el cuadro de Punnett presenta 16 celdas (es decir,  $4 \times 4$ ), representando la  $F_2$ . De esta manera se obtienen las siguientes proporciones esperadas en la  $F_2$ :

**Proporciones Fenotípicas:**

9 : 3 : 3 : 1

Negro, pelaje corto : Negro, pelaje largo : Café pelaje corto : Café pelaje largo

**Proporciones Genotípicas:**

1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2 : 1 : 2 : 1

$BBSS$  :  $BBSs$  :  $BBss$  :  $BbSS$  :  $BbSs$  :  $Bbss$  :  $bbSS$  :  $ssSs$  :  $bbss$

## ACTIVIDAD 1. RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS DE DIHIBRIDISMO

Para resolver los ejercicios se tendrá en cuenta que las letras asignadas a la representación de los alelos hacen referencia a la inicial de la palabra que identifica al carácter recesivo.

- En los perros, el alelo del gen ( $N$ ) determina el color negro del pelaje y el alelo recesivo ( $n$ ) el color marrón. El alelo del gen ( $L$ ) determina que el pelo sea corto y el alelo recesivo ( $l$ ) que éste sea largo. Considerando esta información, complete:

- ¿Cuál será el fenotipo de un perro NNLL?
- ¿Cuál será el fenotipo de un perro Nnll?
- ¿Cuál será el fenotipo de un perro NnLl?
- ¿Cuál será el fenotipo de un perro nnLL?
- ¿Cuál será el fenotipo de un perro nnll?
- La perra Pimpollo era lanuda y de color marrón. En la primera camada todos los perritos fueron negros y de pelo corto. Indique el genotipo y fenotipo del padre.

- En la planta de arvejas de jardín el efecto del alelo para el tallo alto ( $C$ ) es dominante sobre el alelo para tallo corto ( $c$ ), mientras que el efecto del alelo para la semilla lisa ( $R$ ) es dominante sobre el alelo para semilla rugosa ( $r$ ), ambos *loci* están situados en distintos cromosomas.

Con base en estos datos responda:

- ¿Qué proporción fenotípica cabría esperar en la descendencia de plantas  $F_1$  altas y de semillas lisas, si cada una de esas plantas derivase de un cruzamiento entre una variedad pura alta y de semillas lisas (CCRR) y una variedad pura corta y de semillas rugosas (ccrr)?
- ¿Variarían las proporciones de los distintos fenotipos de la  $F_2$  si las plantas de la  $F_1$  derivasen del cruzamiento entre una variedad alta de semillas rugosas (CCrr) y una variedad baja y de semillas lisas (ccRR)?
- ¿Qué resultados fenotípicos cabría esperar si las plantas de la  $F_1$  mencionadas en el ítem **a**) se cruzasen con una planta de tallo corto y de semilla rugosa?

- Considerando los caracteres forma y color de semillas, se produce un cruzamiento entre una planta de arvejas donante de polen que presenta un genotipo doble heterocigota ( $RrVv$ ) y un fenotipo de semillas lisas y amarillas; en tanto que la planta madre (sin anteras) surgió de la germinación de una semilla lisa y verde ( $Rrvv$ ).
- Complete el cuadro de Punnet con las gametas producidas por los progenitores e indique los genotipos de los individuos de la progenie resultante del cruzamiento.
- Dibuje las semillas de la progenie en el cuadro de Punnet.
- Indique la proporción fenotípica esperada en la progenie.

♂				
♀				
	—	—	—	—
	—	—	—	—

- En los cobayos el pelaje rizado (*L*) es dominante sobre el liso (*l*) y el pelaje negro (*B*) es dominante sobre el blanco (*b*), siendo *L* y *B* genes independientes.

Si se cruza un animal rizado negro con otro, blanco liso:

- ¿Cuál será el fenotipo de la F<sub>1</sub>?
- ¿Cuál será el aspecto de los descendientes de un cruzamiento entre los miembros de la F<sub>1</sub> y un progenitor negro rizado? ¿Y del mismo cruzamiento, pero con un progenitor blanco liso?
- ¿Qué significa la frase «los genes son independientes»? ¿Se darían los mismos resultados si los genes estuviesen en el mismo cromosoma?

- En la F<sub>2</sub> del problema anterior ¿Cuál será la proporción de individuos rizados y negros homocigotos para ambos caracteres Si la camada estuviera compuesta por 10 cobayitos, ¿Cuántos serían rizados y negros? y de ellos ¿Cuántos serán heterocigotas?

- En los perros el color oscuro del pelo (*A*) es dominante sobre el albino (*a*), y el pelo corto (*L*) es dominante sobre el pelo largo (*l*) ¿Cuáles serían los genotipos más probables de los progenitores de cada uno de los siguientes cruzamientos?

Fenotipos	Genotipos	Fenotipos de la descendencia				Proporción fenotípica
		Oscuro corto	Oscuro largo	Albino corto	Albino largo	
Oscuro corto · oscuro corto		89	31	29	11	
Oscuro corto · oscuro largo		18	19	0	0	
Oscuro corto · albino corto	AaLL x aaLL	20	0	21	0	
Albino corto · albino corto		0	0	28	9	0 : 0 : 3 : 1
Oscuro largo · oscuro largo		0	32	0	10	
Oscuro corto · oscuro corto		46	16	0	0	
Oscuro corto · oscuro largo		29	31	9	11	

- Explique y discuta las relaciones entre las Leyes de Mendel y el proceso de segregación de los cromosomas en la meiosis (Figura 3).

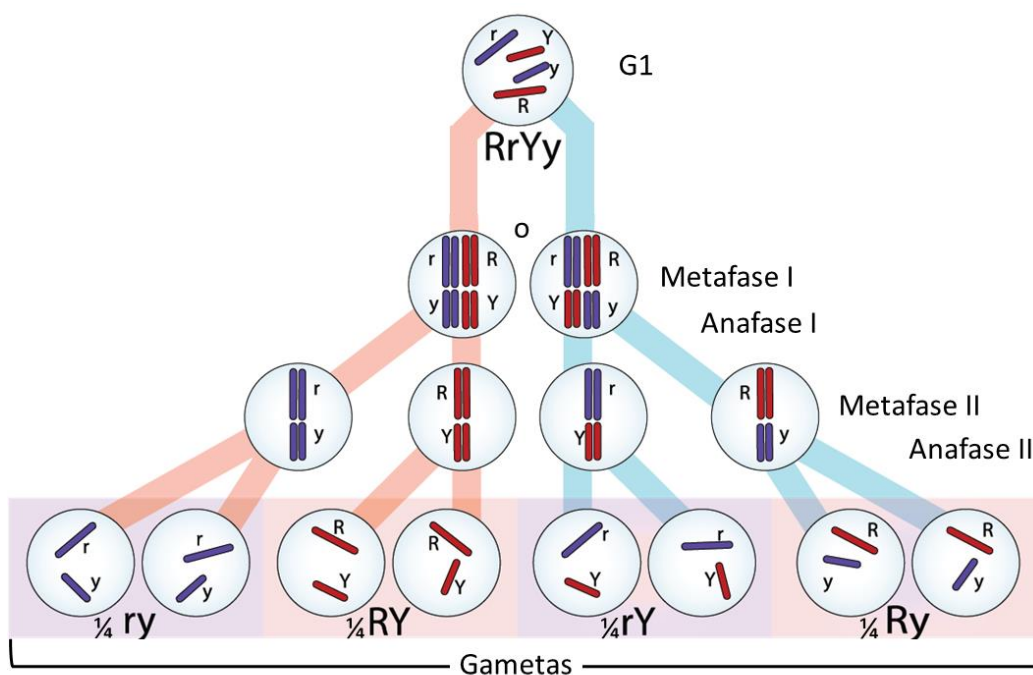


Figura 3. Meiosis y Leyes de Mendel.

## EJERCICIOS PARA CONTINUAR COMPRENDIENDO

### GENÉTICA MENDELIANA. DIHIBRIDISMO

- En las plantas de tomate el color rojo del fruto ( $A$ ) es dominante sobre el amarillo ( $a$ ) el borde dentado de la hoja ( $L$ ) lo es sobre el borde liso ( $l$ ). Si se realiza un cruzamiento entre una planta que produce frutos rojos cuyas hojas tienen bordes lisos ( $AAll$ ) y otra que produce tomates amarillos y posee hojas con borde dentado ( $aaLL$ ):

- o ¿Cuáles serán los fenotipos y genotipos de la  $F_1$ ?
- o Si se cruzan plantas de la  $F_1$  ¿Cuáles serán las proporciones fenotípicas de la descendencia?

- Del problema anterior se cruza una planta que produce frutos rojos y tiene hojas dentadas con otra de frutos amarillos y bordes de hojas lisos. Todas las plantas obtenidas de este cruzamiento producen frutos rojos y tienen hojas dentadas. Indique el genotipo de las plantas progenitoras y el de la progenie.

- En las calabazas la forma discoidal ( $E$ ) del fruto es dominante sobre la forma esférica ( $e$ ), en tanto que el color verde de la cáscara ( $B$ ) es dominante sobre el color blanco ( $b$ ).

- Si en la  $F_2$  se obtienen 320 calabacitas: ¿Cuántas de ellas se esperaría que fueran blancas discoidales, blancas esféricas, verdes discoidales y verdes esféricas?

- Si se realiza un retrocruzamiento entre una planta  $BbDd$  con su parental doble recesivo ¿Qué proporciones fenotípicas cabría esperar en la descendencia?

- Una planta de arvejas que produce semillas verdes y lisas se cruza con otra que da semillas rugosas y amarillas. Cada progenitor es homocigota para una de las características dominantes y una de las características recesivas.

- a. ¿Cuál será el genotipo de la F<sub>1</sub>?  
 b. ¿Cuál será el fenotipo de la F<sub>1</sub>?

- Las semillas de la F<sub>1</sub> se siembran y luego se permite que las flores se autofecunden. Determine las proporciones de los fenotipos en la generación F<sub>2</sub> utilizando cuadrado de Punnet y el sistema dicotómico.

- Responda:

- ¿Cuántas clases de gametos producirá un organismo de genotipo TtOoPp? Escríbalos.  
 - ¿Cuántas clases de gametos producirá un organismo de genotipo TtOoPpLlNn? Escríbalos.

- Existe un tipo de sordera en los perros que se debe a un gen recesivo (*s*), su alelo dominante (*S*) es responsable de la audición normal. Las orejas dobladas hacia el frente (*E*) son dominantes sobre las orejas erectas (*e*). El pelo negro (*M*) es dominante sobre el pelo marrón (*m*). Si se cruza un perro homocigota para los alelos *S*, *E* y *M* con dos perras homocigotas para los alelos *s*, *e* y *m*, determine:

- ¿Cuál será el fenotipo de los perritos y perritas producto de la F<sub>1</sub>?  
 - ¿Cuáles serán las proporciones fenotípicas esperadas en la F<sub>2</sub>?  
 - Prediga las proporciones fenotípicas esperadas del producto de un retrocruzamiento de prueba en el cual se cruce un perro triple heterocigota con ocho perras triple homocigotas recesivas y se produzcan 64 cachorritos.

- En la planta de arvejas, el tallo alto (*E*) es dominante sobre el enano (*e*), las legumbres verdes (*A*), sobre las amarillas (*a*) y las semillas lisas (*R*) sobre las rugosas (*r*). Si una planta de arvejas homocigota enana, verde y rugosa se cruza con una homocigota alta, amarilla y lisa:

- ¿Cómo será el aspecto de la F<sub>1</sub>?  
 - ¿Qué tipos de gametos formará la F<sub>1</sub>?  
 - ¿Cuál será el aspecto de los descendientes de un cruzamiento de la F<sub>1</sub> con su progenitor enano, verde y rugoso? ¿Y con su progenitor alto, amarillo y liso?

- Tomando en cuenta el problema anterior ¿Cuál será el aspecto de la descendencia de los siguientes cruzamientos?

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| - EEAaRr × eeAarr | - eeaaRr × EeAarr |
| - EeAARr × EeAaRr | - Eeaarr × eeAaRr |

#### → EN PERSPECTIVA DOCENTE

- Elabore un ejercicio de genética mendeliana para trabajar en clase con sus futuros estudiantes. Puede incorporar imágenes que contribuyan a la comprensión del tema dihibridismo.  
 - Publique el ejercicio en el foro de actividades en perspectiva docente del aula virtual.

#### BIBLIOGRAFÍA

Campbell, N.A. y Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7° Edición. Capítulo 14:  
Mendel y el concepto de gen. pp: 251-273.

## TRABAJO PRÁCTICO N° 9

## CARACTERIZACIÓN DE PROTISTAS Y HONGOS

## OBJETIVOS

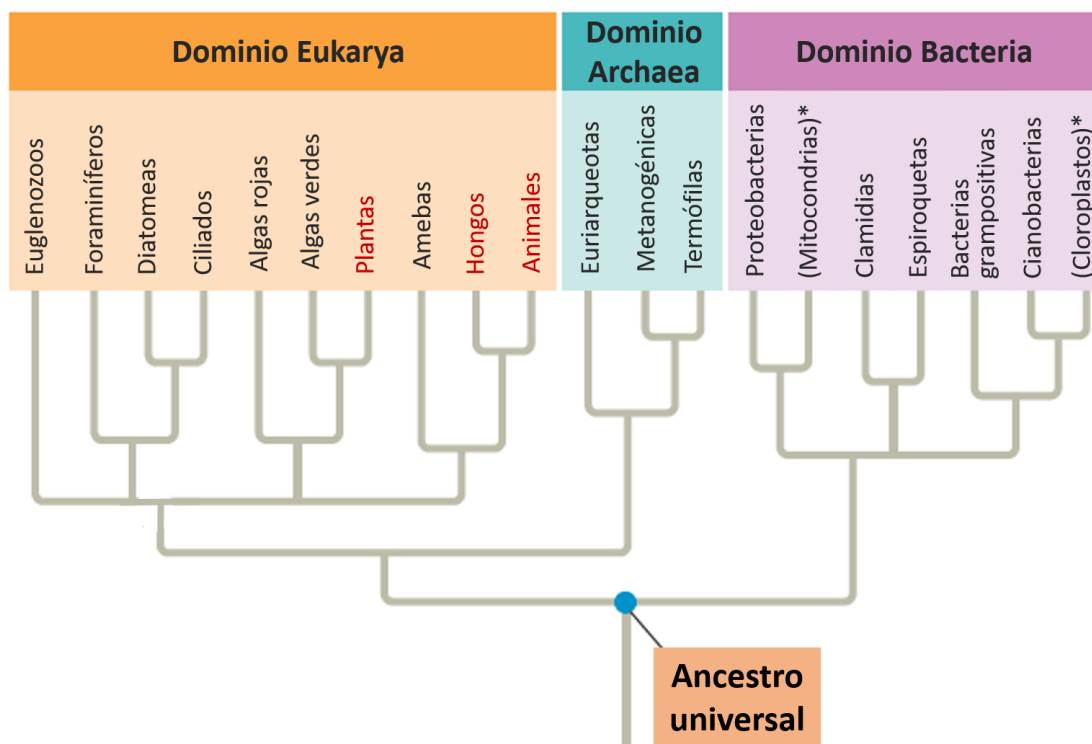
- ✓ Describir las características distintivas de los organismos que componen el grupo Protistas referidas a los niveles de organización morfológica, nutrición y modos de locomoción.
- ✓ Caracterizar a los organismos del reino Fungi en cuanto a los niveles de organización morfológica y las estructuras reproductivas.
- ✓ Identificar mediante observación microscópica organismos del grupo Protistas y del reino Fungi.

## INTRODUCCIÓN

La amplia diversidad de organismos que habitan en la Tierra se presenta como un desafío para los científicos ¿Cómo nombrar y ordenarlos teniendo en cuenta sus relaciones evolutivas? Los estudios de la diversidad de la vida se llevan adelante partiendo de la premisa de que todas las especies han evolucionado a partir de un único ancestro que es común a todas las especies actuales (Figura 1).

La rama de la Biología que estudia la diversidad y las relaciones evolutivas entre los organismos es la sistemática. Dentro de esta disciplina, la taxonomía es la ciencia que nombra, describe y clasifica los organismos sobre la base de semejanzas que reflejan las relaciones evolutivas entre los linajes. En 1977, Carl Woese propuso la categoría de **Dominio**, término que refiere a un nuevo taxón filogenético en el que se presentan tres linajes evolutivos: **Bacteria**, **Archaea** y **Eukarya** (Figura 1). Las principales características que definen estos dominios son: el tipo de organización celular, la composición de la membrana plasmática y la estructura del ARNr.

De los tres dominios en los que se agrupan los seres vivos, el Dominio Eukarya incluye exclusivamente organismos constituidos por células eucariotas, distribuidos en tres grupos formales, los reinos: Fungi, Plantae y Animalia, y al grupo parafilético de Protistas. El grupo Protistas es muy diverso e incluye individuos que presentan semejanzas con los de los reinos mencionados (Figura 1). Utilizando datos moleculares, los biólogos sistemáticos han aclarado muchas de las relaciones evolutivas entre los eucariontes y han concluido que los protistas ya no debieran considerarse un reino, en esta asignatura utilizaremos el término informal «Protistas» y analizaremos algunos ejemplos.



**Figura 1.** Los tres dominios de la biodiversidad (Adaptado de Urry *et al.*, 2021).

En el árbol filogenético se presentan los principales grupos de organismos de cada Dominio. En el Dominio Eukarya, se resaltan en rojo los reinos Plantae, Fungi y Animalia, diferenciándolos de los Protistas. Los dos linajes señalados con asterisco (dentro del Dominio Bacteria) se basan en secuencias de ADN compartidas con el genoma de las organelas.

## DOMINIO EUKARYA

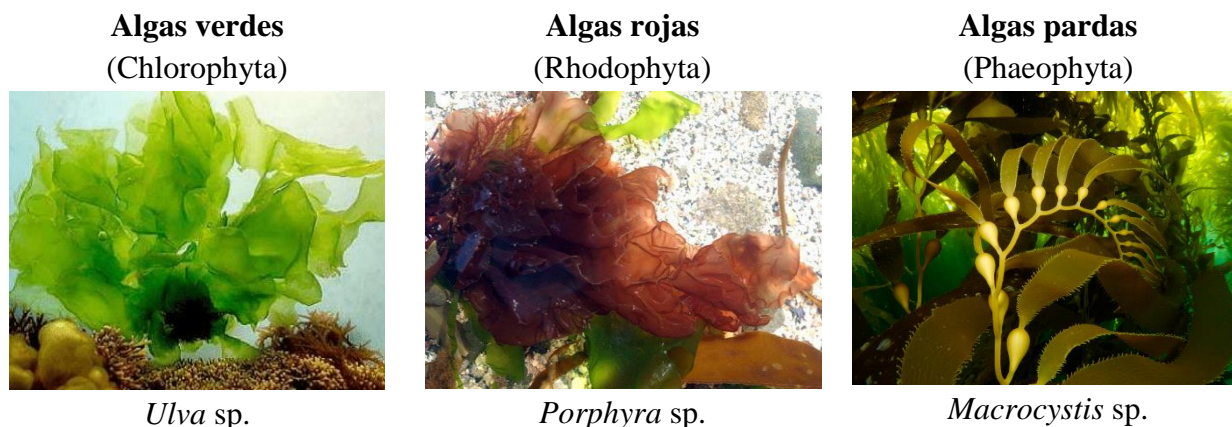
### PROTISTAS

Los Protistas constituyen un grupo parafilético, es decir, un agrupamiento compuesto por una especie ancestral y algunos, pero no todos sus descendientes (Figura 1). Algunos protistas están más estrechamente relacionados con los organismos de los reinos Fungi, Plantae y Animalia que con otros protistas, por lo que también son considerados un grupo polifilético, es decir, que no tienen un único ancestro común. Por ello, estos organismos presentan una amplia diversidad estructural y funcional que solo permite identificar pocas características comunes, algunos son unicelulares, otros coloniales o multicelulares, además presentan diferencias a nivel celular y bioquímico, así como en el modo de nutrición; precisamente este último será el criterio que emplearemos para clasificarlos en Protistas fotosintéticos y Protistas heterótrofos.

### PROTISTAS FOTOSINTÉTICOS

Los protistas fotosintéticos habitan en ecosistemas acuáticos o en ambientes con elevada humedad relativa y disponibilidad de luz. Poseen una pared celular rígida compuesta por celulosa y se asemejan a las plantas por contener en los cloroplastos pigmentos fotosintéticos como clorofila a y b, ficobilina y  $\beta$ -caroteno. La coloración que otorgan los pigmentos es uno de los principales criterios utilizados para clasificar a estos organismos (Figura 2).

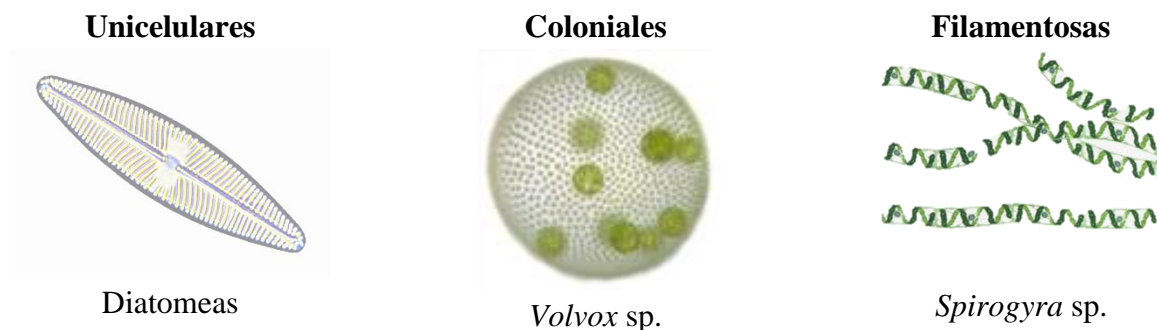




**Figura 2.** Algas multicelulares macroscópicas (Imágenes tomadas de van Ginneken y de Vries, 2018; <https://www.seaweed.ie/aquaculture/noricultivation.php>; Eisaguirre *et al.*, 2020)

De acuerdo al *nivel morfológico* que adquieren los protistas fotosintéticos microscópicos, pueden ser (Figura 3):

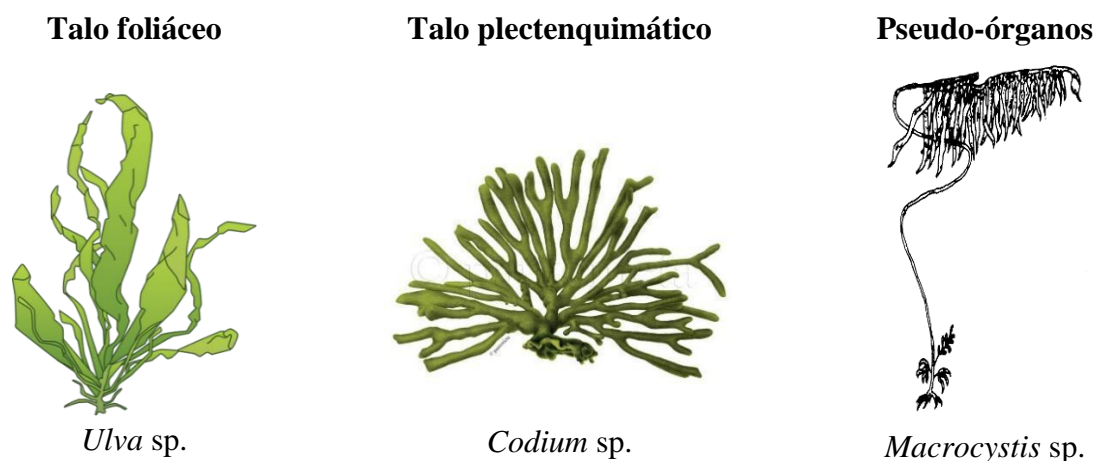
- **Unicelulares:** organismos constituidos por una célula (Ej. diatomeas, paramecios).
- **Coloniales:** agrupación de células, en un número fijo y con división de trabajo (Ej. *Volvox* sp.).
- **Filamentosos:** organismos que presentan una estructura alargada, debido a que después de una serie de divisiones celulares transversales, las células permanecen unidas mediante una vaina mucilaginosa (Ej. *Spirogyra* sp.).



**Figura 3.** Algas microscópicas unicelulares y multicelulares.

Otros protistas fotosintéticos multicelulares forman estructuras macroscópicas y adquieren una morfología denominada **talo**, cuerpo vegetativo multicelular sin diferenciación en órganos verdaderos. Este talo puede ser **foliáceo**, **plectenquimático** y/o diferenciado en **pseudo-órganos** (Figura 4).

Algunas algas pueden formar cuerpos laminares de decenas de metros de longitud, como por ejemplo *Macrocystis* sp., que presenta en su base una estructura ramificada que le permite adherirse al sustrato (**anclaje o rizoide**), una estructura hueca semejante a un tallo (**estúpite o cauloides**) y estructuras semejantes a hojas (**laminas o filoide**); éstas poseen vejigas llenas de aire que contribuyen a la flotación de las mismas.



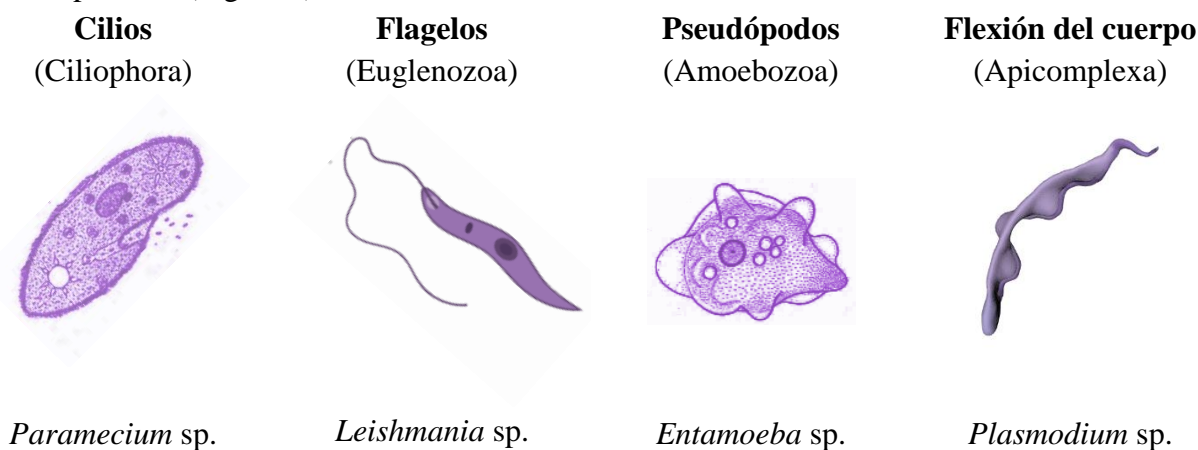
**Figura 4.** Talos de algas macroscópicas.

Desde un punto de vista ecológico, en el mar las algas son los principales productores de materia orgánica a partir de materia inorgánica, aspecto fundamental en las cadenas tróficas. Muchas se utilizan como alimento, por ejemplo: el alga roja *Porphyra* sp. (Nori, en japonés) (Figura 2) se utiliza para elaborar el sushi. Las algas pardas y rojas son utilizadas como fertilizantes en la agricultura, y por sus propiedades hidratantes, antioxidantes y nutritivas también son utilizadas en la industria cosmética.

### PROTISTAS HETERÓTROFOS

Los protistas heterótrofos presentan células que carecen de pared celular, asemejándose a las de los animales. Sin embargo, a diferencia de estos, son organismos unicelulares, son los llamados «protozoos» (por este motivo la desinencia «zoa» de algunos nombres). Debido a su pequeño tamaño (entre 100 y 300  $\mu\text{m}$ ) y a la producción de quistes o esporas que les permiten resistir a las condiciones medioambientales adversas o para la dispersión, muchas especies son cosmopolitas, mientras que otras son de distribución limitada. Por lo general son incoloros, pueden ser simbioses, mutualistas y muchos son parásitos. Los organismos de vida libre en su mayoría son acuáticos, son componentes importantes del plancton (microorganismos que viven suspendidos en el agua), base de la cadena alimenticia marina y de agua dulce.

Pueden agruparse de acuerdo a su modo de locomoción, teniendo en cuenta la estructura que utilizan para desplazarse (Figura 5).



**Figura 5.** Protistas unicelulares heterótrofos clasificados según modo de locomoción.

Hay protistas parásitos que causan infecciones crónicas y pueden presentar resistencia a los mecanismos inmunitarios del cuerpo y a diversos desinfectantes tales como el hipoclorito de sodio. Entre los más populares se encuentran los que causan enfermedades en humanos y en otros animales, por ejemplo, leishmaniasis (*Leishmania* sp.); malaria (*Plasmodium* sp.); toxoplasmosis (*Toxoplasma* sp.); y enfermedad de Chagas (*Trypanosoma cruzi*).

---

## REINO FUNGI

Los hongos son organismos eucariontes, heterótrofos, formadores de esporas y que carecen de movimiento en todas las fases de su ciclo de vida. Poseen una pared celular multilaminar, compuesta principalmente por **quitina**. Su hábitat es muy diverso, encontrándose ampliamente distribuidos. Algunos hongos son contaminantes frecuentes de los alimentos, especialmente los de origen vegetal. Absorben su alimento por digestión enzimática externa y en relación a sus hábitos de nutrición pueden clasificarse en parásitos, simbioses y saprófitos. Muchos hongos secretan sustancias tóxicas (micotoxinas) como producto de su metabolismo y al crecer sobre algunos alimentos, pueden causar intoxicación al ser ingeridos accidentalmente.

Desde el punto de vista ecológico, los hongos son importantes descomponedores de la materia y recicladores de nutrientes. Su importancia económica radica en que algunos son comestibles como el champiñón o bien se utilizan en la fabricación de alimentos (queso roquefort) o medicamentos (antibiótico penicilina); otros hongos pueden parasitar animales y granos de cereales ocasionando pérdidas millonarias en la industria agroalimentaria.

Considerando el nivel de organización morfológica que alcanzan los organismos de este reino, pueden ser **unicelulares levaduriformes** (levaduras) o **pluricelulares filamentosos** (champiñón).

### - Levaduriformes

Son hongos unicelulares, con paredes celulares con quitina. Estos organismos pueden presentar formas muy variadas, desde las esféricas, ovoides y elipsoidales, a cilíndricas y alargadas, cuyos tamaños oscilan entre 2 y 8  $\mu\text{m}$  de diámetro. Se desarrollan en hábitats en presencia de azúcares, por ejemplo, frutas, flores y la corteza de los árboles y su reproducción asexual ocurre por gemación. Un género de levaduras de relevancia comercial es *Saccharomyces* (por ejemplo la especie de hongo que se utiliza en la elaboración del pan, el vino y la cerveza: *Saccharomyces cerevisiae* (Figura 6). Otras especies de hongos levaduriformes son causantes de infecciones fúngicas (por ejemplo, el agente causal de la candidiasis: *Candida* sp.).



**Figura 6.** Levaduras en gemación (*Saccharomyces cerevisiae*)

- **Filamentosos**

Son hongos multicelulares formados por estructuras microscópicas, filamentosas y ramificadas llamadas **hifas**, que surgen de la germinación de una espora. Las hifas pueden ser **cenocíticas (aseptadas)** o septadas (**tabicadas**); las primeras están formadas por citoplasma en el que se encuentran varios núcleos, no presentan tabiques; las tabicadas presentan tabiques que dividen las hifas en células y permiten la comunicación entre ellas.

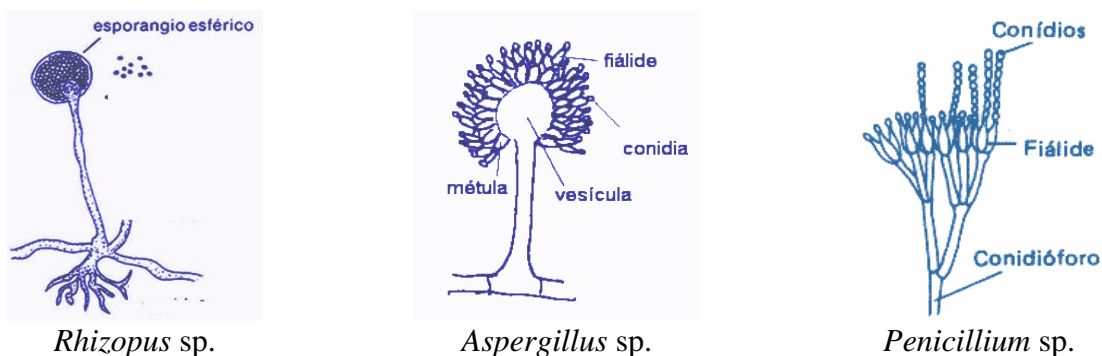
El conjunto de hifas se denomina **micelio**. El *micelio vegetativo* crece sobre el sustrato y constituye el cuerpo del hongo y el *micelio reproductor* se caracteriza por presentar estructuras productoras de esporas. Estos hongos filamentosos forman entonces **talos miceliares**.

Los **mohos** son hongos filamentosos microscópicos (Figura 7) que crecen en la superficie de los alimentos, como panificados, quesos o frutas. Se reconoce fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso, a veces pigmentado. Entre los más comunes se encuentran:

- ***Rhizopus sp.***: La especie *R. stolonifer* o moho del pan, crece muy rápidamente sobre la superficie de alimentos ricos en hidratos de carbono como el pan, las frutas o las verduras. Al principio presenta color blanco, que se torna gris esparcido con puntos negros y marrones. El micelio está compuesto por hifas no septadas y el cuerpo de fructificación consiste en estructuras alargadas denominadas esporangióforos que portan a los esporangios esféricos llenos de esporas.

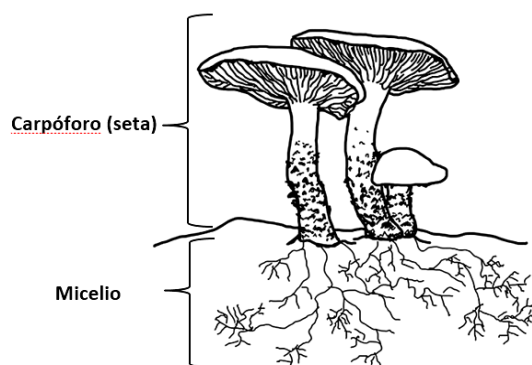
- ***Aspergillus sp.***: La especie *A. niger* es una especie de hongo común que se encuentra principalmente en los vegetales en descomposición como cereales, abono orgánico, hojas y productos alimenticios. El micelio presenta un aspecto blanquecino al principio, variando la pigmentación a negro. La estructura portadora de conidios (esporas asexuales) se denomina conidióforo y es una hifa alargada no tabicada ni ramificada que nace del micelio y se ensancha en el extremo formando una vesícula portadora de los conidios. Los conidios parten de la vesícula hacia los extremos formando cadenas no ramificadas.

- ***Penicillium sp.***: Los organismos de este género constituyen un contaminante habitual de todos los sitios, patógenos de cítricos y de frutas. Dentro de este género se encuentran los hongos responsables del sabor del queso roquefort (*P. roqueforti*). El micelio es blanco al principio, pero después toma color verde azulado, con aspecto muy polvoriento debido a la abundante producción de conidios a partir del micelio aéreo. Las hifas portadoras de conidios (conidióforos) forman el pincel o cepillo, los conidios aparecen en cadenas no ramificadas y parten de los extremos de la estructura.



**Figura 7.** Hongos filamentosos microscópicos.

Las **setas** u hongos de sombrero son organismos miceliares que producen acumulaciones de hifas que crecen y se consolidan, formando unas estructuras de gran tamaño (visibles a simple vista) que funcionan como estructuras reproductivas (cuerpo fructífero, carpóforo o seta, Figura 7). De esta manera el micelio vegetativo crece por debajo de la tierra y el micelio reproductivo (seta) es aéreo. El ejemplo más común son los hongos de sombrero como el champiñón, en los cuales la seta constituye la parte comestible.



**Figura 7.** Hongos miceliares.

Todos los hongos pueden *reproducirse asexualmente* mediante la formación de *esporangiosporas* y *conidios* descritos previamente. Los hongos que presentan una fase de reproducción sexual conocida se los denomina «perfectos» y estos se pueden clasificar en tres grupos:

Phylum	Estructura reproductiva	Esporas sexuales	Ejemplo
Zigomycota	Zigosporangio	Zigosporas	Moho de pan o de frutas
Ascomycota	Asca	Ascosporas	<i>Aspergillus</i> sp. y levaduras
Basidiomycota	Basidio	Basidiosporas	Champiñón de París y algunas setas venenosas

## ACTIVIDADES

**Atención:** Como cierre del presente Trabajo Práctico se completarán los crucigramas elaborados previamente por cada grupo (Ver: *En perspectiva docente*).

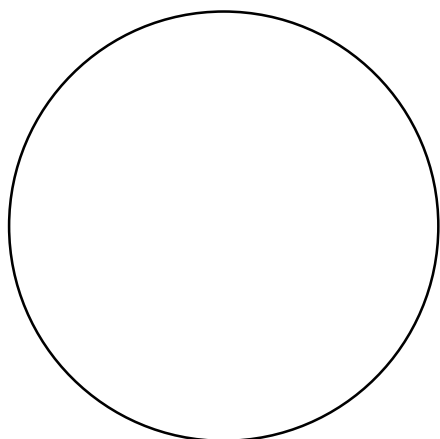
### ACTIVIDAD 1. RECONOCIMIENTO DE PROTISTAS

#### - ALGAS UNICELULARES Y MULTICELULARES MICROSCÓPICAS

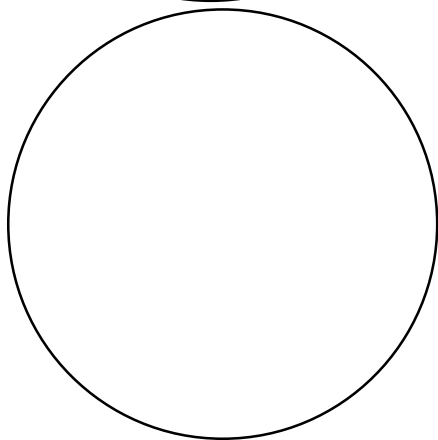
**Material biológico:** Agua de charca o florero.

**Procedimiento:**

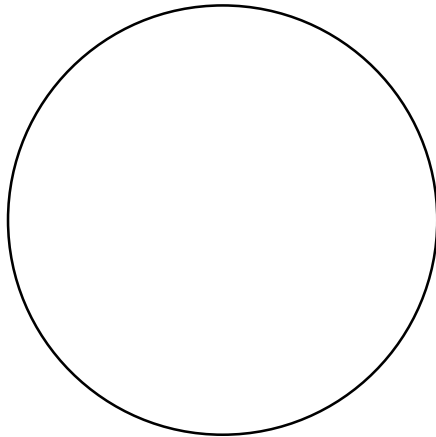
- Realice un preparado temporario e identifique:
  - Algas unicelulares (diatomeas). Dibuje la forma celular y las valvas compuestas por estructuras silíceas.
  - Algas multicelulares microscópicas (*Volvox* sp.), reconociendo la forma de la colonia y señale en el dibujo las células vegetativas y reproductivas.
  - Algas multicelulares microscópicas (*Spirogyra* sp.), reconociendo la forma filamentososa y señale la pared celular, los cloroplastos y tabiques.
- Complete el protocolo de observación.



Material biológico:.....  
 Observación:.....  
 Preparado:.....  
 Coloración:.....  
 Aumento:.....



Material biológico:.....  
 Observación:.....  
 Preparado:.....  
 Coloración:.....  
 Aumento:.....



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento:.....

- **ALGAS MULTICELULARES MACROSCÓPICAS**

- Investigue y cite dos o más ejemplos de aplicación de algas en cada una de las siguientes industrias: alimentaria, farmacéutica y agrícola.
- Observe los ejemplares de algas macroscópicas disponibles en el laboratorio y dibuje los diferentes tipos de talos: foliáceo, plectenquimático y pseudo-órganos.

**Talo foliáceo**

Ejemplar: *Ulva* sp.

**Talo plectenquimático**

Ejemplar: *Codium* sp.

**Pseudo-órganos**

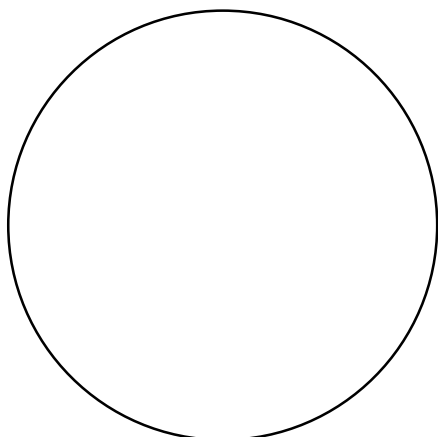
Ejemplar: *Macrocystis* sp.

- **PROTISTAS HETERÓTROFOS: Paramecios**

**Material biológico:** Agua de charca o florero.

**Procedimiento:**

- Realice un preparado temporario, colocando una gota de la muestra biológica en un portaobjetos.
- Con una pipeta Pasteur, agregue una gota de metilcelulosa, con el fin de disminuir la velocidad de desplazamiento de los paramecios permitiendo una mejor observación de estos organismos.
- Coloque el cubreobjetos.
- Identifique y dibuje un organismo del género *Paramecium*.
- Con ayuda de la bibliografía complete el dibujo con las estructuras reconocidas al microscopio óptico.
- Complete el protocolo de observación.

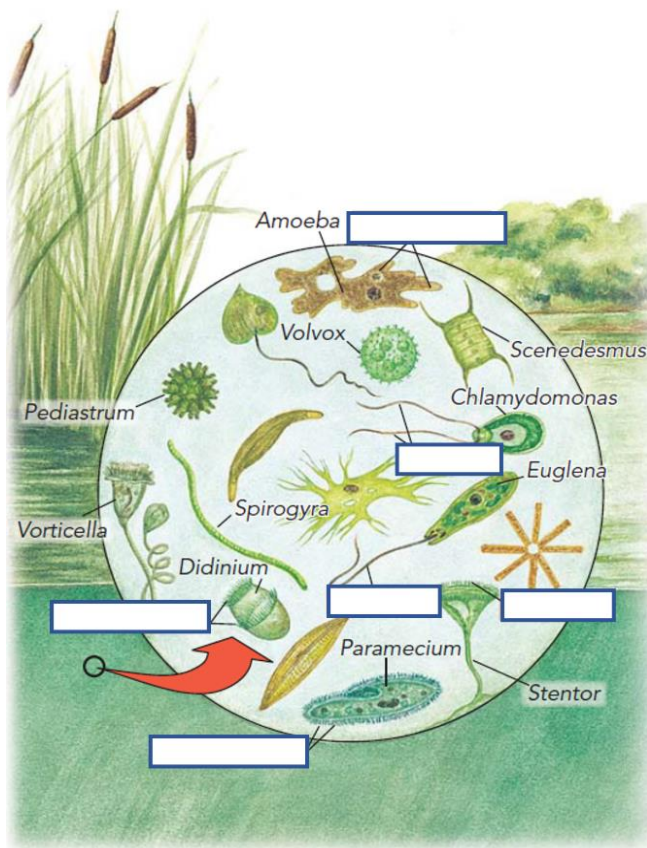


Material biológico:.....  
 Observación:.....  
 Preparado:.....  
 Coloración:.....  
 Aumento:.....

**- PROTISTAS: Modos de locomoción y nutrición**

A partir de las observaciones realizadas al M.O. y tomando como guía la Figura 8:

- g) Escriba en los recuadros, el nombre de las estructuras de locomoción señaladas.
- h) Clasifique los organismos identificados según su tipo de nutrición.



Protistas autótrofos:

Protistas heterótrofos:

**Figura 8.** Protistas en una gota de agua de un estanque  
 (Adaptado de Solomon *et al.*, 2013).

**ACTIVIDAD 2. RECONOCIMIENTO DE ORGANISMOS DEL REINO FUNGI**

**2.1 HONGOS MULTICELULARES**

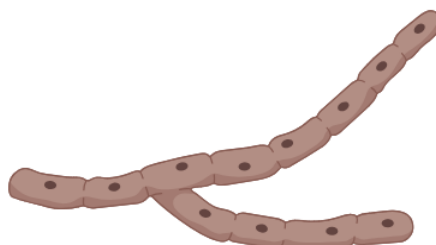
**MOHOS**

Los mohos son hongos filamentosos formados por células eucariotas que presentan una pared celular quitinosa. Los filamentos llamados hifas se entrelazan en redes formando una estructura



llamada micelio (Figura 1). Suelen crecer en condiciones cálidas y húmedas, sobre materia orgánica en descomposición.

A partir de las muestras de hongos tomadas de las unidades experimentales (UE) de la Actividad 4 propuesta en el Trabajo Práctico N° 2 (Metodología de la investigación. Discusión de teorías sobre el origen de la vida) realice un preparado para observación al microscopio óptico.

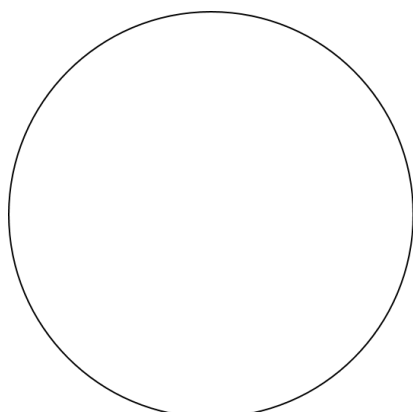
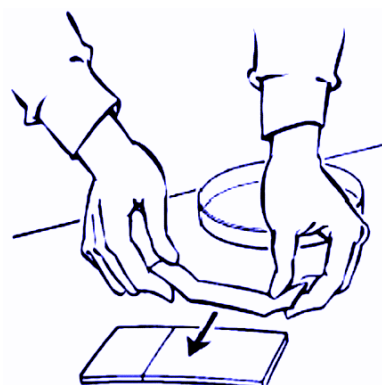


**Figura 1.** Estructura de las hifas

**Material biológico:** Pan, frutas y hortalizas envejecidas (deje un trozo de pan y/o fruta en un lugar húmedo unos días antes del trabajo práctico).

**Procedimiento**

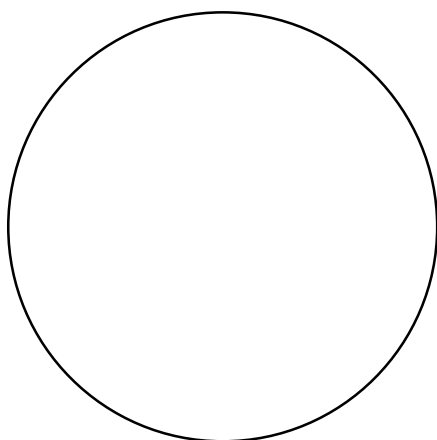
- Coloque sobre un portaobjetos una gota de solución de azul de metileno.
- Corte 3 cm de cinta adhesiva transparente.
- Con el lado adhesivo de la cinta tome contacto con la superficie del medio de cultivo enmohecido.
- Coloque la cinta adhesiva sobre la gota de colorante depositada sobre el portaobjetos.
- Elimine el exceso de colorante con un papel absorbente.
- Observe al microscopio y complete el protocolo de observación.
- Dibuje e identifique los diferentes tipos de mohos. Reconozca las estructuras reproductoras: esporangios, esporangióforo, esporangiosporas, conidiosporas y conidióforos.
- Relacione los mohos identificados con las características macroscópicas de crecimiento de cada especie fúngica.



Material biológico: .....  
 Observación: .....  
 Preparado: .....  
 Coloración: .....  
 Aumento total: .....



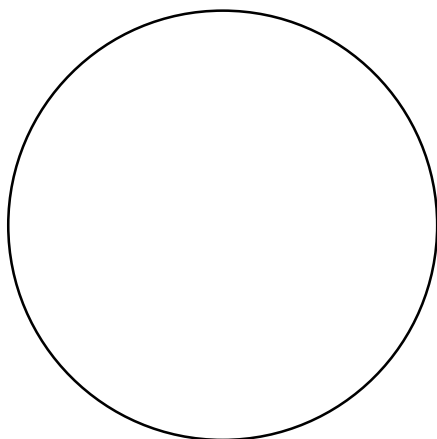
Pan lactal integral en estado de descomposición por un moho contaminante. Las características macroscópicas de aspecto algodonoso, elevado de la superficie y negruzco son típicas de *Rhizopus stolonifer*.



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento:.....



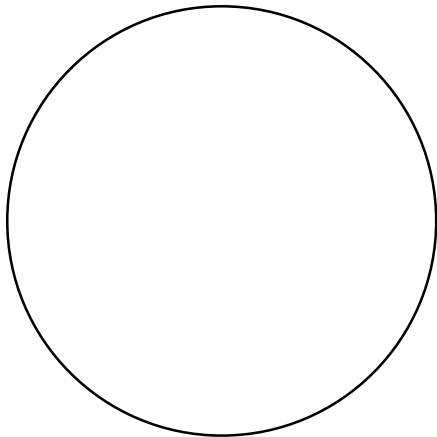
Cebolla en estado de descomposición por un moho contaminante de hortalizas. Las características macroscópicas de aspecto aterciopelado o algodonoso negruzco son típicas de *Aspergillus niger*.



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento:.....



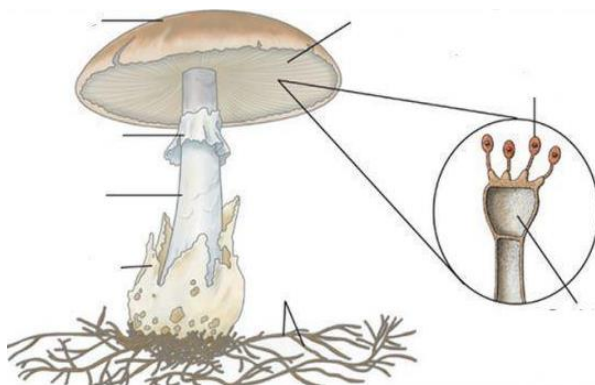
Naranja en estado de descomposición por un moho contaminante de los cítricos. Las características macroscópicas de aspecto aterciopelado blanquecino al principio, y luego verde plateado son típicas de *Penicillium* sp.



Material biológico:.....  
 Observación:.....  
 Preparado:.....  
 Coloración:.....  
 Aumento:.....

## 2.2 HONGOS MULTICELULARES SETAS

- Con ayuda de la bibliografía, complete el dibujo del champiñón de París (hongo comestible), ubicando y señalando las estructuras vegetativas y reproductivas.



### → EN PERSPECTIVA DOCENTE

Previo a la clase, en grupos confeccionen un «Crucigrama de Biodiversidad: Protistas y Hongos» que podrían proponer a sus futuros estudiantes. Este crucigrama puede continuar expandiéndose en las siguientes clases incluyendo a todo el Dominio Eukarya.

El crucigrama deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Diseño en formato digital. Para ello pueden valerse de herramientas de word, excel o aplicaciones web para generar crucigramas, tales como: *The teacher's corner - Puzzles and activities* disponible en:  
<https://worksheets.theteacherscorner.net/make-your-own/crossword/lang-es/>
- Seleccionar un conjunto de términos relacionados con el tema abordado y redactar las descripciones correspondientes.
- Incluir un total de 20 palabras que presenten disposición tanto horizontal como vertical.
- Presentar dos copias impresas para la siguiente clase.

**¡A jugar!** Al final del presente Trabajo Práctico intercambien crucigramas entre los grupos. El grupo que resuelva correctamente el crucigrama en el menor tiempo gana.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Solomon, E., Berg, L. y Martin, D. (2013). Biología. 9º edición. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. México.
- Urry L.A., Cain M.L., Wasserman S.A., Minorsky P.V., Orr R. (2021). Campbell Biology Ed. Pearson. 12º Edición. Capítulo 26: Filogenia y el árbol de la vida. p: 569.

TRABAJO PRÁCTICO N° 10

CARACTERIZACIÓN DEL REINO PLANTAE

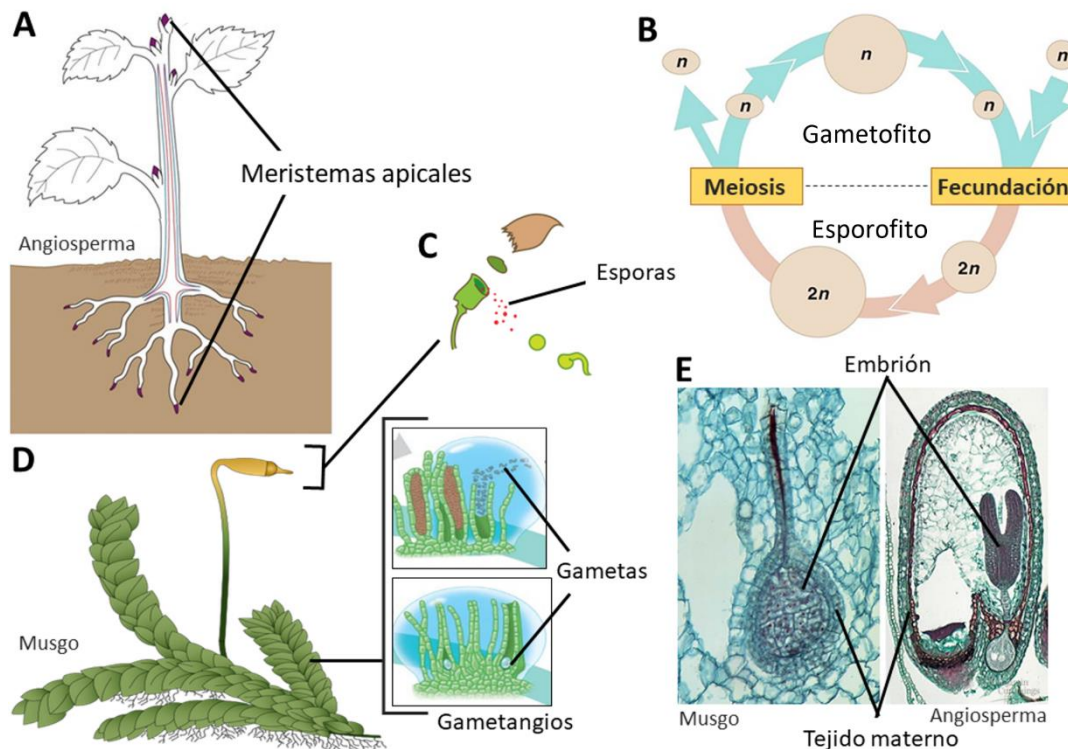
OBJETIVOS

- ✓ Describir las adquisiciones evolutivas de las plantas relacionadas con la adaptación al medio terrestre.
- ✓ Reconocer las características distintivas de los grupos de plantas no vasculares y vasculares.
- ✓ Interpretar los ciclos de alternancia de generaciones de cada grupo de plantas.
- ✓ Identificar las estructuras del esporofito y del gametofito de cada grupo de plantas y sus implicancias en la reproducción y dispersión.

INTRODUCCIÓN

Los organismos del Reino Plantae presentan una gran diversidad morfológica y de hábitats. Son cinco los rasgos clave que caracterizan a las plantas terrestres (Figura 1):

- **Meristemas apicales:** tejidos implicados en la formación del cuerpo de la planta, se localizan en los extremos (ápices) de raíces y tallos.
- **Alternancia de generaciones:** característica de los ciclos de vida en los que se suceden dos modos de vida llamados generaciones. Una generación es un cuerpo multicelular constituido por células vegetativas originadas por mitosis a partir de una determinada célula reproductiva (esporas o cigoto). Las generaciones pueden ser esporofítica (produce esporas) o gametofítica (produce gametas). Cada una de estas presenta ploidía particular, la generación gametofítica es haploide y la esporofítica, diploide.
- **Esporas producidas en esporangios:** células haploides producto de la meiosis, con pared celular, capaces de dar lugar a estructuras multicelulares haploides por mitosis.
- **Gametangios multicelulares:** estructuras en las cuales se producen las gametas.
- **Embriones dependientes multicelulares:** estructuras diploides formadas por sucesivas divisiones mitóticas del cigoto (resultado de la unión de gametas, fecundación); que se desarrollan protegidas por tejido materno. Por poseer embriones, además de las otras características, se denominan Embriófitas.



**Figura 1.** Características de las plantas terrestres (adaptado de Campbell y Reece, 2007).

A. Meristemas apicales; B. Alternancia de generaciones; C. Esporas producidas en esporangios; D. Gametangios multicelulares; E. Embriones dependientes multicelulares.

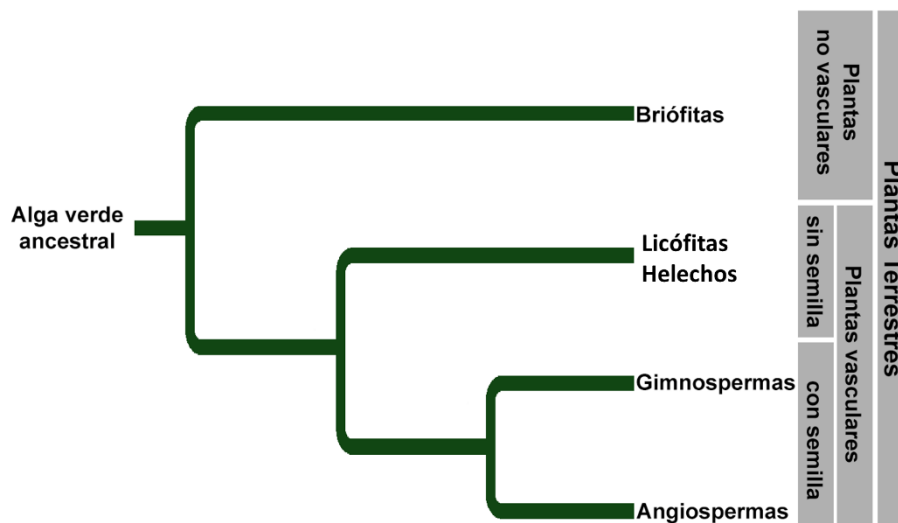
Las Embriófitas son un grupo monofilético representado por todas las plantas del medio terrestre y algunas del medio acuático, cuyo ancestro parece encontrarse entre las Carófitas, un grupo de algas verdes (Figura 2). Los rasgos relacionados con la vida terrestre son por ejemplo la presencia de cutícula y la producción de compuestos secundarios. La cutícula, constituida por polímeros denominados poliésteres y ceras, es una capa sobre la epidermis que actúa como una cobertura impermeable y de ese modo contribuye a impedir la pérdida excesiva de agua de los órganos aéreos de la planta.

Las plantas terrestres pueden ser clasificadas por la presencia o ausencia de tejidos vasculares, constituidos por células unidas formando tubos. Estos tejidos están implicados en el transporte de agua y de nutrientes en el cuerpo de la planta. Las Briófitas (por ejemplo, los musgos) no poseen este sistema de transporte y se clasifican como «plantas no vasculares» (Figura 2). Aunque este grupo comparte con las denominadas «plantas vasculares» las características básicas de las plantas terrestres, tomando en cuenta los niveles de organización de la materia viva, las Briófitas presentan como máximo nivel de organización, el nivel tisular. Debido a que este grupo de plantas no presentan órganos verdaderos (raíces, tallos y hojas), por su nivel de organización morfológica se las considera talófitas.

Las plantas vasculares poseen sistema de conducción compuesto por tejidos especializados: xilema y floema; el primero especializado en el transporte de agua y minerales; el segundo en productos fotosintéticos: la savia elaborada. Estas plantas pueden agruparse en vasculares sin semilla: entre ellas Licófitas y Helechos) y vasculares con semilla: Espermatófitas.

La semilla está constituida por un embrión, un suplemento de nutrientes y tegumentos protectores. Las Espermatófitas se clasifican en Angiospermas y Gimnospermas. Las Angiospermas poseen flores, en las flores se encuentra el ovario que contiene óvulos; después de la fecundación

los óvulos se convierten en semillas y el ovario se transforma en el fruto que las contiene. En las Gimnospermas los óvulos están expuestos (no están contenidos en un ovario), las semillas también quedan expuestas o desnudas; no se forman frutos (Figura 2).

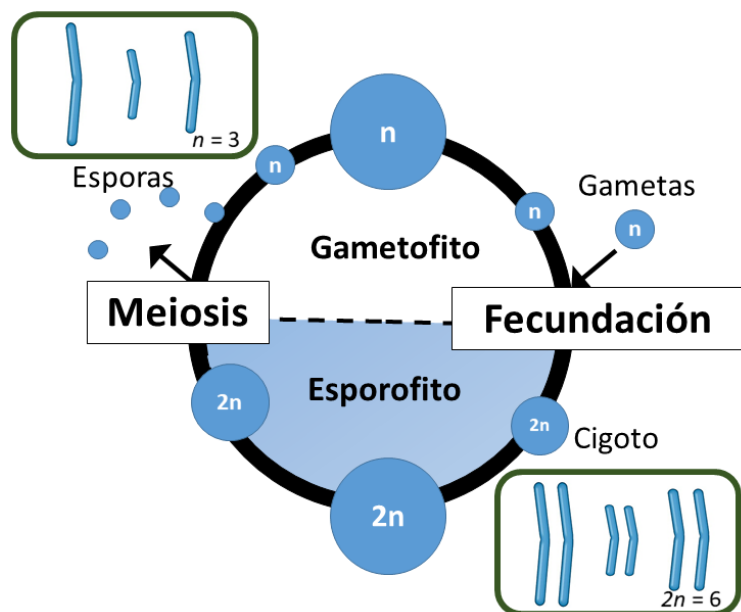


**Figura 2.** Filogenia simplificada de las plantas terrestres.

Los ciclos vitales de los organismos del Reino Plantae alternan entre dos cuerpos multicelulares: el gametofito y el esporofito (Figura 3).

El cuerpo multicelular que produce esporas, se denomina generación esporofítica, y el cuerpo multicelular que produce gametas, se denomina generación gametofítica.

Las células de la generación gametofítica son haploides ( $n$ ) y originan gametas por mitosis. Las gametas se fusionan durante la fecundación formando un cigoto diploide ( $2n$ ), cuyo núcleo contiene pares de cromosomas homólogos. La división mitótica del cigoto origina la generación esporofítica multicelular, en el cual se producen esporas ( $n$ ) por meiosis. Estas esporas, se dividen por mitosis y forman la estructura multicelular haploide que caracteriza al gametofito (Figura 3).



**Figura 3.** Ciclo de alternancia de generaciones de los organismos del Reino Plantae.

Se representan los cromosomas de células del gametofito ( $n=3$ ) y del esporofito de una especie  $2n=6$ .

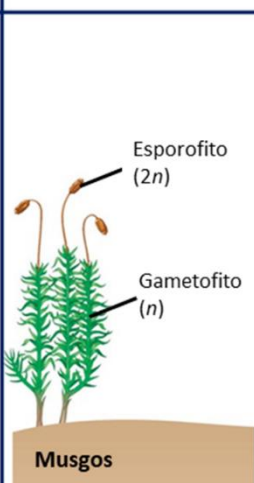
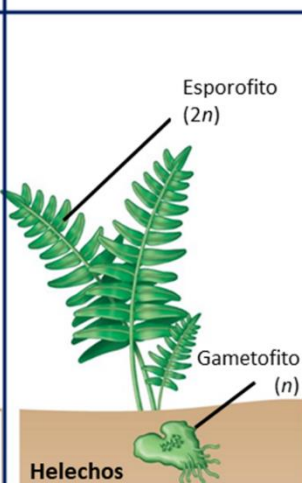
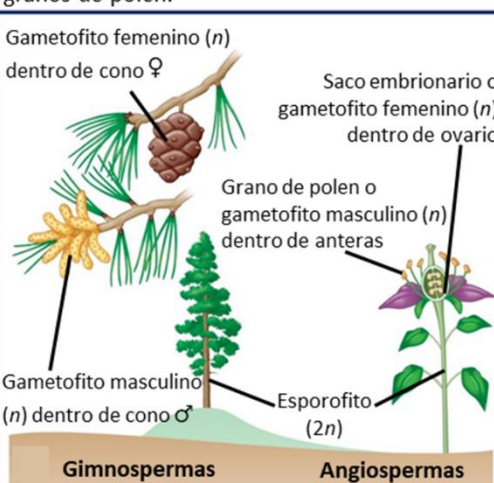
Las Briófitas presentan una generación gametofítica dominante, constituida por pseudo-órganos: rizoides, filoides y cauloides, y un esporofito reducido que depende del gametofito, constituido por un filamento y una cápsula en la cual se forman las esporas. Cuando las esporas de los musgos se dispersan en hábitats que permiten su crecimiento, como suelos húmedos, pueden germinar y desarrollar el gametofito multicelular (Tabla 1).

Un nivel de organización más complejo es el de cormo, el cual está compuesto por verdaderos órganos, corresponde al grupo de plantas vasculares.

En los helechos, el esporofito está constituido por: raíces, rizomas (tallos) y frondes (hojas). En el envés de las hojas se encuentran los esporangios, en estas estructuras se producen, por meiosis, las esporas. El gametofito, tiene organización taloide, se denomina prótalo, es fotosintético y efímero, mide unos pocos centímetros; en él se encuentran las estructuras en las cuales se forman las gametas, llamadas arquegonios, las que originan ovocélulas y anteridios las que forman los anterozoides (Tabla 1).

Las Espermatófitas producen dos tipos de esporas: microsporas y megasporas, las cuales se dividen por mitosis dando lugar a los gametofitos: masculinos (granos de polen) y femeninos (saco embrionario), el desarrollo de estas estructuras depende del esporofito (Tabla 1).

**Tabla 1.** Características generales del gametofito y del esporofito de los organismos del Reino Plantae.

	REINO PLANTAE		
	Briófitas	Licófitas y Helechos	Espermatófitas
<b>Gametofito</b>	Dominante	Reducido, independiente y fotosintético, denominado prótalo.	Reducido (microscópico), dependiente de los tejidos circundantes del esporofito para la nutrición.
<b>Esporofito</b>	Reducido, dependiente del gametofito para la nutrición.	Dominante	Dominante
<b>Producción de esporas</b>	Homosporia	Homosporia	Heterosporia: Megasporas que originan el saco embrionario y Microsporas que originan los granos de polen.
<b>Ejemplo</b>	 <p>Musgos</p>	 <p>Helechos</p>	 <p>Gimnospermas      Angiospermas</p>



### ACTIVIDAD 1. ESTRUCTURAS DE PLANTAS NO VASCULARES

Los ciclos de vida de los musgos y otras briófitas presentan un gametofito dominante.

- En la figura señale las siguientes estructuras: rizoides, filoides, cauloides, filamento, cápsula, esporas, y las generaciones esporofítica y gametofítica

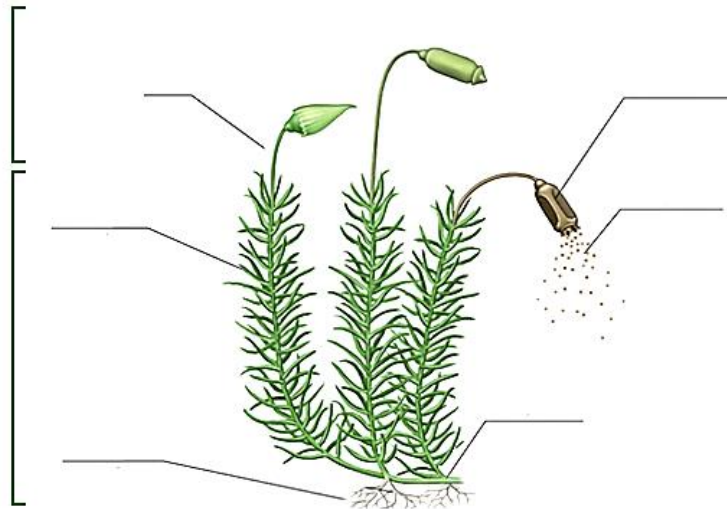


Figura 4. Estructura de un musgo (Briófitas)

### ACTIVIDAD 2. ÓRGANOS EN DISTINTOS GRUPOS DE PLANTAS VASCULARES

El cuerpo de las plantas vasculares presenta dos porciones básicas: un vástago orientado hacia la luz, compuesto por tallo y hojas, y una raíz, la cual es el órgano de fijación y absorción. Este tipo de cuerpo vegetativo se denomina cormo y los organismos que lo presentan se denominan cormófitos, a saber: Licófitas y Helechos, Gimnospermas y Angiospermas.

- A partir de los ejemplares de plantas vasculares disponibles en el laboratorio, dibuje en la pizarra un representante de cada grupo y señale los órganos del esporofito que las definen como cormófitos.
- ¿Qué adaptaciones al medio aeroterrestre podría destacar de estos organismos?

.....

.....

.....

- ¿Qué estructuras permiten que estas plantas colonicen nuevos hábitats? ¿Son estructuras haploides o diploides? ¿Cuál es el proceso que las origina?

.....

.....

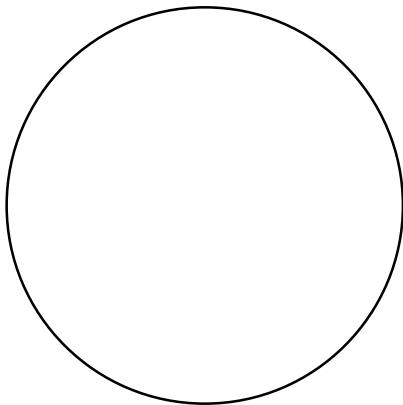
.....

### ACTIVIDAD 3. CICLOS DE VIDA Y ESTRUCTURA DEL ESPOROFITO Y GAMETOFITO

#### PLANTAS NO VASCULARES - BRIÓFITAS

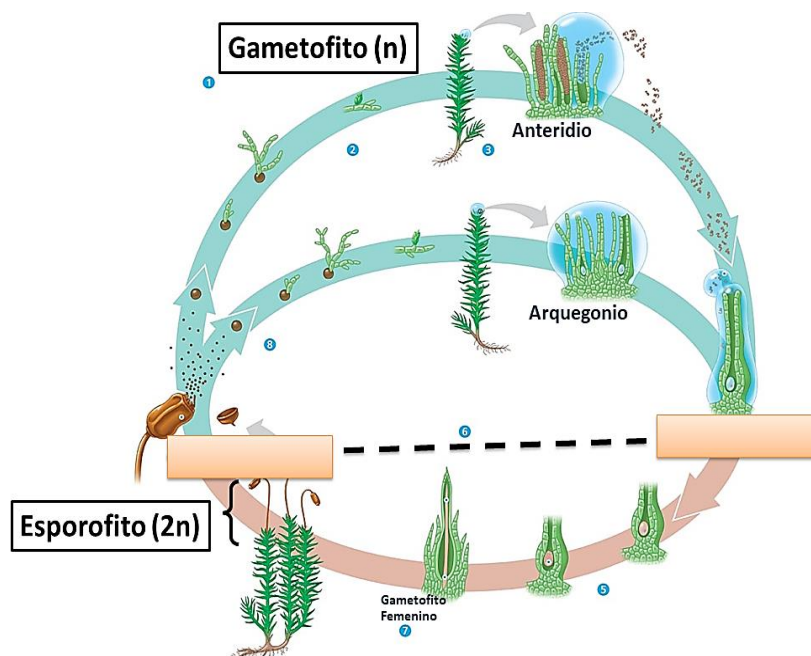
**Material biológico:** Musgo

- Observe un musgo al microscopio estereoscópico o lupa (aumento total: 40x), dibuje y señale las estructuras que reconoce.



Material biológico: .....  
 Observación: .....  
 Preparado: .....  
 Coloración: .....  
 Aumento total: .....

- Complete el ciclo de vida de las Briófitas indicando dónde ocurre la meiosis y la fecundación, escriba el nombre de la estructura en la que se producen.



**Figura 6.** Ciclo biológico de un musgo (Briófitas)  
 (adaptado de Campbell y Reece, 2007)

- Después de analizar el ciclo de vida de las Briófitas complete el cuadro comparativo que se presenta a continuación.

Generación	Fases nucleares de cada generación (n o 2n)	Estructura reproductiva*	Células reproductivas

\*Para completar el campo de estructura reproductiva considere: ¿Dónde se forman las esporas?  
 ¿Dónde se forman las gametas?

- Responda:

¿Qué procesos dan lugar a cada una de las células reproductivas enunciadas en el cuadro?  
 Considere los aspectos abordados en los Trabajos Prácticos N°5 y 6.

.....

.....

.....

¿Qué procesos permiten la alternancia de fases nucleares?

.....

.....

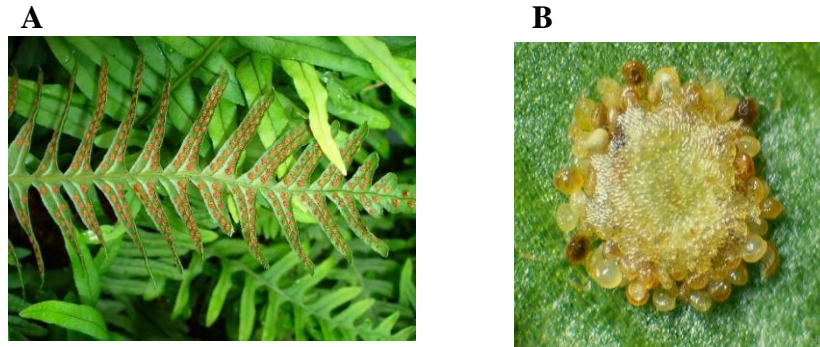
.....

**PLANTAS VASCULARES SIN SEMILLA - HELECHOS**

**Material biológico:** Helecho

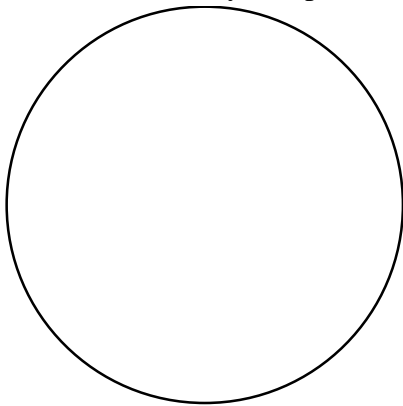
Para la observación de las estructuras productoras de esporas realice los siguientes pasos:

- Tome un helecho y seleccione un fronde fértil (Figura 7A) y observe el envés a la lupa (Figura 7B).
- Una vez reconocidas las estructuras, separe con una aguja varios esporangios de un soro.
- Coloque los esporangios sobre un portaobjetos con una gota de agua, cubra la muestra con un cubreobjetos y observe al microscopio óptico.



**Figura 7.** Fronde fértil de un helecho. **A.** Conjunto de soros en el envés de la hoja y **B.** detalle de un soros observado a la lupa.

- Dibuje los esporangios y las esporas observados al microscopio óptico; identifique lo observado y complete el protocolo de observación.

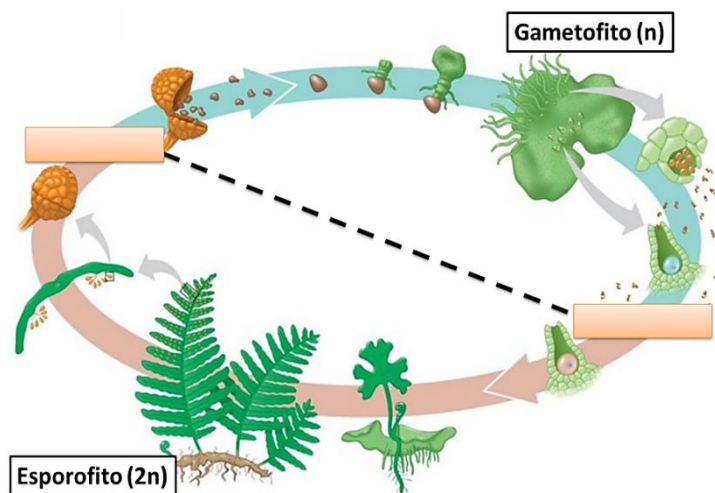


Material biológico: .....  
 Observación: .....  
 Preparado: .....  
 Coloración: .....  
 Aumento total: .....

- Complete el ciclo de vida de los helechos indicando dónde ocurre la meiosis y la fecundación y las estructuras en las cuales ocurren estos procesos.

- ¿Cómo se denomina el gametofito de los helechos?  
 ¿Qué función cumple?

.....  
 .....



**Figura 8.** Ciclo biológico de un helecho (adaptado de Campbell y Reece, 2007)

- Después de analizar el ciclo de vida de los helechos complete el cuadro comparativo que se presenta a continuación.

<b>Generación</b>	<b>Fases nucleares de cada generación (n o 2n)</b>	<b>Estructura reproductiva*</b>	<b>Células reproductivas</b>

\*Considere: ¿Dónde se forman las esporas? ¿Dónde se forman las gametas?

### **PLANTAS VASCULARES CON SEMILLA**

#### **ESPERMATÓFITAS: GIMNOSPERMAS Y ANGIOSPERMAS**

#### **GIMNOSPERMAS - Plantas con semillas desprotegida**

**Material biológico:** *Pinus* sp.

Las gimnospermas producen semillas que están totalmente expuestas o se llevan en las escamas de conos. Por ejemplo, el «pino», produce microsporas en un cono masculino, y megasporas en conos femeninos. Cada cono consiste en esporofilos, escamas parecidas a hojas que tienen esporangios en la parte inferior, donde ocurre la meiosis para dar lugar a la formación de los granos de polen y los óvulos.

- i) Observe el material biológico: *Pinus* sp. y dibuje en la tabla las estructuras de una planta gimnosperma.

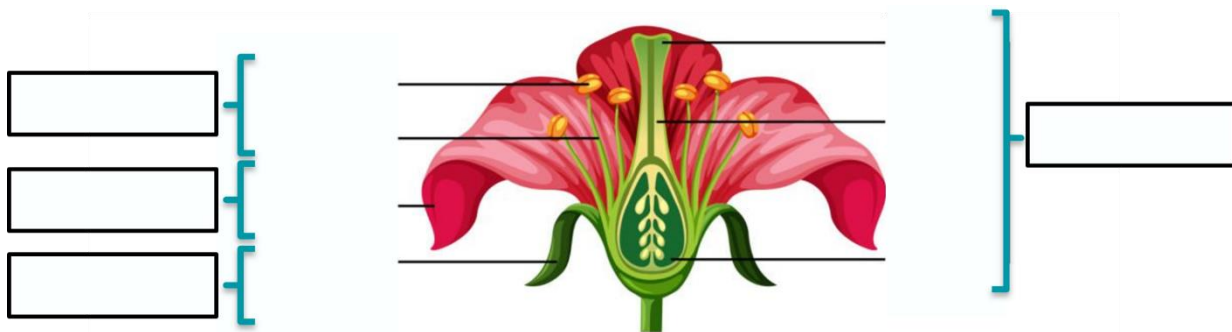
<b>Hojas aciculares</b>	<b>Cono femenino y masculino</b>	<b>Escamas femenina</b>	<b>Semillas aladas</b>

## ANGIOSPERMAS – Partes de la Flor

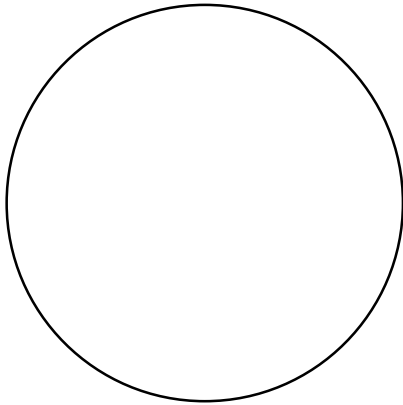
**Material biológico:** *Lillium* sp.

En la flor se llevan a cabo los procesos esenciales de la reproducción sexual: meiosis y fecundación. Una flor completa es aquella que posee cuatro verticilos o ciclos florales, dos estériles y dos fértiles. Desde el exterior hacia el interior se distinguen los siguientes ciclos florales, ciclos florales estériles : cáliz (formado por los sépalos, en general de color verde); corola (formada por los pétalos, en general de color vistoso y formas variadas); y ciclos florales fértiles: androceo (formado por los estambres) y gineceo (formado por los carpelos). Como resultado de la fecundación doble, y los posteriores crecimiento y desarrollo, cada semilla contiene un embrión y tejido nutritivo (el endospermo) rodeados por un tegumento protector. En las monocotiledóneas el endospermo persiste y es la principal fuente de alimento de la semilla madura. En la mayoría de las Eudicotiledóneas el endospermo nutre al embrión en los primeros estadios de desarrollo, que posteriormente almacena alimento en sus cotiledones

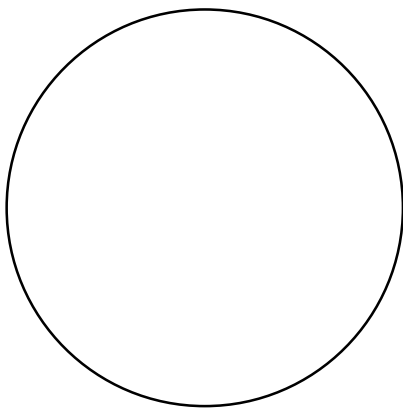
- Compare la figura con las flores de angiospermas disponibles, y señale los verticilos florales y sus partes.



- Para observar el gametofito en Angiospermas realice los siguientes pasos:
- Tome una flor completa y reconozca cada uno de los verticilos o ciclos florales. Una vez reconocidos, separe los sépalos y pétalos de la flor.
- Del androceo, tome un estambre y sobre un portaobjetos, con una gota de agua deposite los granos de polen contenidos en las anteras; cubra la muestra con un cubreobjetos y observe al microscopio óptico. Complete el protocolo de observación.
- Tome el gineceo de la flor y realice un corte transversal del ovario y observe a la lupa. Complete el protocolo de observación.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

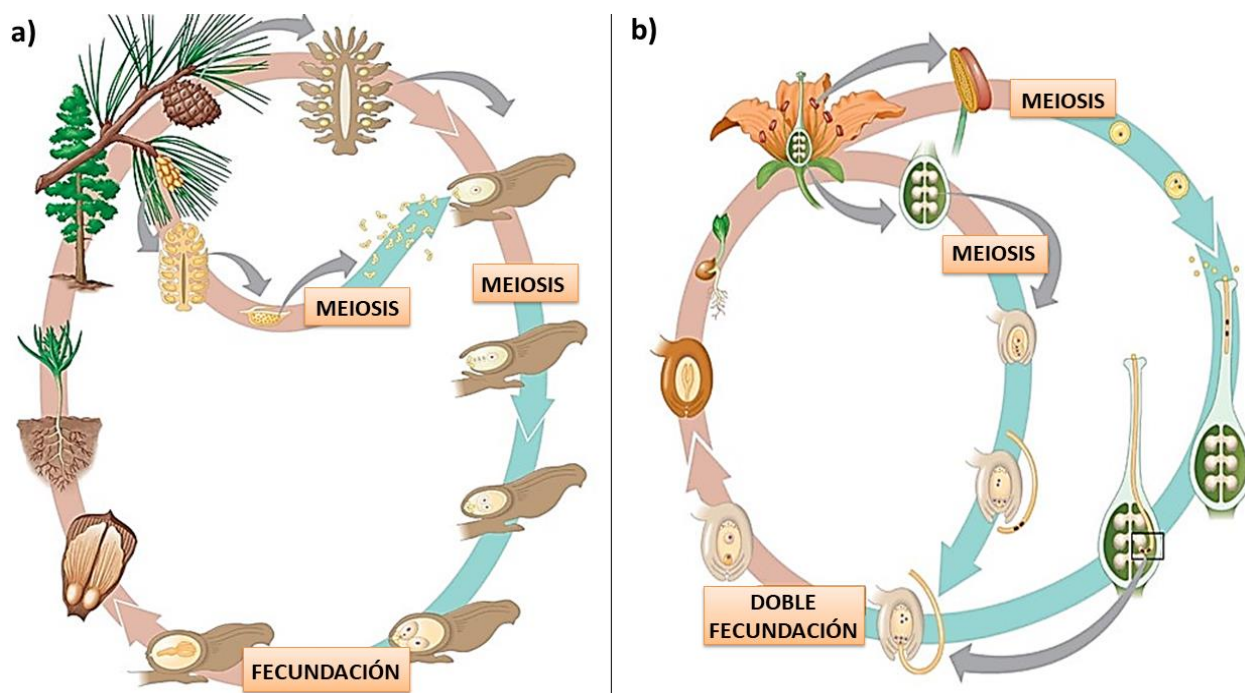
- ¿En qué estructuras de la flor se formarán las microsporas y las macrosporas? ¿Mediante qué proceso?

.....  
.....

**CICLOS DE VIDA DE ESPERMATÓFITAS**

- Compare los ciclos de vida de Gimnospermas y Angiospermas: ¿Dónde radica la principal diferencia? Fundamente.

.....  
.....



**Figura 9.** Ciclo biológico Espermatófitas, a) Gimnospermas y b) Angiospermas (adaptado de Campbell y Reece, 2007)

b. Después de analizar el ciclo de vida de las Angiospermas complete el cuadro comparativo que se presenta a continuación.

Generación	Fases nucleares de cada generación (n o 2n)	Estructura reproductiva*	Células reproductivas

\*Considere: ¿Dónde se forman las esporas? ¿Dónde se forman las gametas?

### ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

#### EVOLUCIÓN DE LA ALTERNANCIA DE GENERACIONES EN PLANTAS

Teniendo en cuenta las características y los ciclos de vida de los grupos de plantas analizados durante el trabajo práctico:

- Complete la siguiente tabla indicando el grupo de plantas (**B:** Briófitas, **H:** Helechos, **G:** Gimnospermas y **A:** Angiospermas) al cual corresponde cada una de las estructuras de las listas; si la estructura pertenece al gametofito (G) o esporofito (E) y si está constituida por células haploides (n) o diploides (2n).
- Incorpore a la tabla tres o más estructuras presentes en plantas.



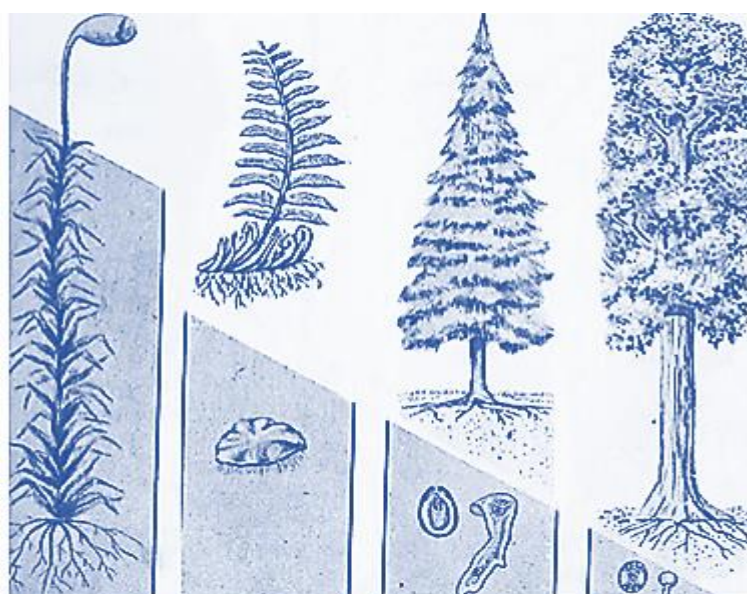
Estructura	Grupo de plantas	G/E	n/2n
Arquegonio	B, H	G	n
Polen			
Fronde			
Antera			
Semilla			
Anterozoides			
Cono/estróbilo			
Filoide			
Raíz			
Anteridio			

Estructura	Grupo de plantas	G/E	n/2n
Espora			
Pétalos			
Prótalo			
Cápsula			
Tejido vascular			
Rizoma			
Esporangio			

- Analice la Figura 10. Indique esporofito y gametofito.

- ¿Qué representa la figura?  
 Redacte un párrafo empleando los siguientes términos: esporofito, gametofito, meiosis, fecundación, esporas, cigoto, mitosis, diploide, haploide.

- Publique el párrafo elaborado en el foro disponible en el aula virtual.



**Briófitas      Licófitas y Helechos      Gimnospermas      Angiospermas**

**Figura 10.** Tendencia evolutiva de la proporción relativa de las estructuras de la generación gametofítica y esporofítica en los diferentes grupos de plantas.

**BIBLIOGRAFÍA**

Campbell, N.A., Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7º Edición. Capítulo 29 y 30: Diversidad Vegetal I y II. pp: 573-607.

## TRABAJO PRÁCTICO N° 11

## CARACTERIZACIÓN DEL REINO ANIMALIA

## OBJETIVOS

- ✓ Caracterizar a los organismos del Reino Animalia.
- ✓ Agrupar a los animales considerando la organización morfológica y los criterios embrionarios de clasificación.
- ✓ Interpretar los niveles de organización morfológica de los animales como resultado del proceso evolutivo.

## INTRODUCCIÓN

Los animales son organismos pertenecientes al Reino Animalia del Dominio Eukarya. Se trata de organismos **pluricelulares** con nutrición **heterótrofa**, ingieren materia orgánica en forma de otros organismos, completos o parte de ellos; contienen **células especializadas**, las cuales realizan funciones determinadas. Considerando los niveles de organización, las células, morfológica y fisiológicamente similares, se agrupan formando **tejidos**. A su vez, diferentes tejidos se organizan en **órganos**, unidades anatómofisiológicas de los organismos. Varios órganos del individuo interactúan y llevan a cabo funciones propias constituyendo un **sistema de órganos**. Casi todos los animales son capaces de moverse de un lado a otro durante, al menos, una fase de su ciclo de vida.

Los animales se caracterizan por poseer reproducción sexual y ciclo de vida diplonte. Las gametas haploides, óvulo y espermatozoide, que intervienen en la reproducción sexual se generan a través de la meiosis. La fecundación de estas gametas da origen a un cigoto, el cual, mediante un proceso de desarrollo, crecimiento y maduración, se transforma primero en un embrión y posteriormente pasa por distintas etapas hasta que llega a convertirse en un individuo adulto capaz de reproducirse.

Algunos animales pueden reproducirse de modo asexual, como las planarias y las medusas.

La evolución de los animales involucró grandes adaptaciones en la conquista del hábitat terrestre, la adquisición de estructuras de sostén y locomoción (esqueleto y músculos), además de una cubierta corporal que minimiza la desecación.

Uno de los rasgos fundamentales que se utilizan para definir el grado de complejidad animal es la presencia de verdaderos tejidos. Así, los metazoos, organismos pluricelulares, son clasificados en dos grandes niveles o grados, a saber: **parazoos**, como las esponjas marinas donde las células están asociadas y no forman verdaderos tejidos, y los demás animales denominados **eumetazoos**, con desarrollo de verdaderos tejidos.

Los *eumetazoos* pasan por sucesivas etapas de desarrollo embrionario durante las que se forman las capas de tejidos embrionarios u hojas germinativas que darán origen a los tejidos definitivos, éstos constituirán los órganos que se encontrarán en el individuo completamente formado. La presencia de verdaderos tejidos, es uno de los rasgos fundamentales que definen el grado de complejidad animal. Los tejidos adultos de los eumetazoos se agrupan en cuatro tipos fundamentales: epitelial, conectivo, muscular y nervioso.

## Criterios de clasificación en el Reino Animalia

En el presente trabajo práctico exploraremos diversos criterios de clasificación utilizados para caracterizar a los organismos pertenecientes al Reino Animalia. Estos criterios nos permitirán comprender mejor la diversidad morfológica y evolutiva de los animales y agruparlos de acuerdo al Phylum al cual pertenecen.

- **Nivel de organización:** este criterio permite comprender el modo en que está estructurado el cuerpo de los animales en términos de complejidad y especialización de tejidos y órganos. En este reino es posible reconocer desde organismos formados por una agrupación de células especializadas hasta aquellos que presentan una compleja organización de sistemas de órganos.
- **Simetría:** la simetría es una característica clave que permite clasificar a los animales según la disposición de sus partes corporales. Abordaremos la presencia de simetría radial y bilateral en diferentes grupos animales.
- **Número de capas embrionarias:** durante el desarrollo embrionario los animales pueden pasar por una o más etapas en las que están formadas por capas de células germinativas o embrionarias. Examinaremos la presencia de animales diblásticos (dos capas embrionarias) y triblásticos (tres capas embrionarias).
- **Celoma:** el celoma es una cavidad corporal llena de líquido que se encuentra entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo de muchos animales. Analizaremos la presencia o ausencia de celoma y su origen, en la clasificación de los animales.
- **Origen del blastoporo:** durante el desarrollo embrionario, los animales forman una abertura llamada blastoporo que puede convertirse en la boca o en el ano, dependiendo del tipo de desarrollo. Analizaremos la ubicación del blastoporo y su importancia en la clasificación de los animales como protostomados y deuterostomados.

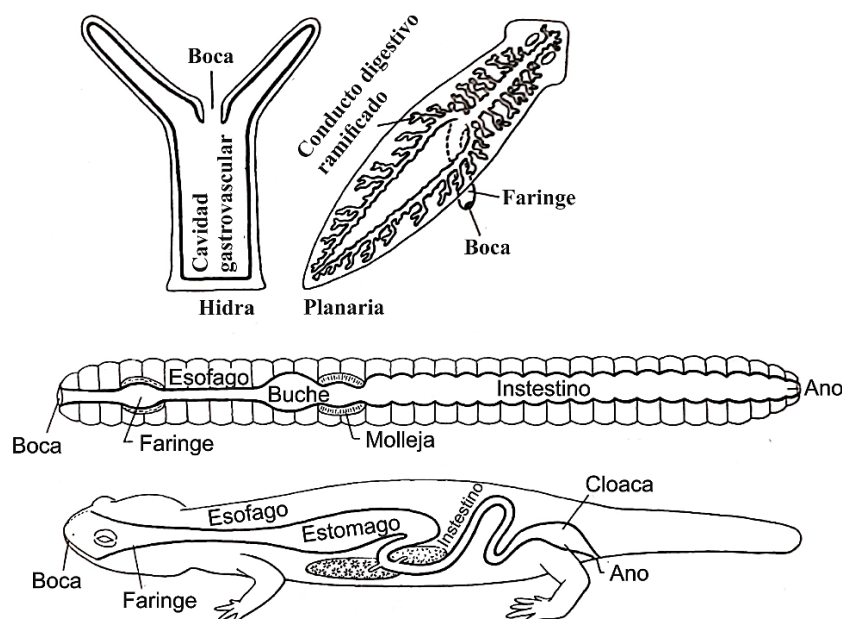
El plan corporal, entendido como la estructura básica de los organismos, es variado y muestra adaptaciones relacionadas a los modos de vida y mecanismos de nutrición. En el desarrollo embrionario temprano de todos los animales, excepto las esponjas, las células se disponen en capas. Estas capas embrionarias o germinativas se forman inicialmente como láminas o masas de tejido embrionario: una capa externa, denominada **ectodermo** y una interna denominada **endodermo**, constituyen a los organismos **diblásticos**, tales como los Cnidarios y Ctenóforos. Una tercera hoja embrionaria, el **mesodermo**, se forma entre el ectodermo y el endodermo. Los animales que presentan tres capas embrionarias reciben el nombre de **triblásticos**, pertenecen a este grupo los Plelmintos, Nemátodos, Anélidos, Moluscos, Artrópodos, Equinodermos y Cordados.

En los triblásticos, la mayoría de los animales tiene una cavidad corporal totalmente tapizada por mesodermo, constituyendo por ello un verdadero **celoma**. Como ya se expresó, el celoma es un espacio entre la pared corporal y el tubo digestivo (o intestino primitivo). Los verdaderos celomados son los Moluscos, Anélidos, Artrópodos y Cordados. Algunos animales, por lo general los pequeños, tienen una cavidad corporal que no está completamente recubierta con mesodermo; este tipo de cavidad corporal se llama **pseudoceloma** (falso celoma). Los animales como los Nemátodos (gusanos redondos) y los rotíferos, se llaman pseudocelomados. Los animales que entre el tubo digestivo y la pared del cuerpo presentan una masa de tejido mesodérmico más o menos maciza, es decir no presentan cavidad, se denominan **acelomados**.

En el modelo de organización animal la **simetría** se refiere a la disposición regular de las estructuras del organismo con respecto a un plano corporal, de modo que cuando las mitades resultantes son similares los organismos son **simétricos**. Unos pocos animales no tienen plano de simetría, por lo que los calificamos como **asimétricos**, pertenecen a este grupo los Poríferos (esponjas de mar). Otros con simetría **radial**, presentan un eje principal oral-aboral alrededor del que se disponen las distintas partes del cuerpo, están representados por animales sésiles y sedentarios tales como los Cnidarios (anémonas de mar). Por último, un plano corporal anteroposterior, dio lugar a las primeras formas con simetría **bilateral**, la cual caracteriza a los organismos desde el grupo Platelminetos hasta los vertebrados. Este tipo de simetría favoreció la localización del tejido nervioso en el extremo anterior del organismo, proceso denominado **cefalización**, característico de animales con locomoción unidireccional.

Los animales presentan distintos **niveles de organización morfológica**, desde la organización celular hasta la de sistemas de órganos. En todos los niveles, cada célula intercambia materia y energía con el medio a través de la membrana plasmática y diversos son los mecanismos de interacción. Por ejemplo, en los Poríferos, un sistema de canales internos permite que circule agua con partículas de alimentos que son captados directamente por células especializadas, los coanocitos, que funcionan como un mecanismo de **filtración**. En los Cnidarios (medusas y pólipos) la mayor parte del cuerpo está ocupada con una sustancia gelatinosa, la **mesoglea**, la cual tiene función de transporte. Otros organismos adoptan modelos corporales cilíndricos, como los Nemátodos (*Ascaris* sp.), o bien, planos como los Platelminetos, lo cual permite maximizar la superficie de intercambio. Los demás metazoos presentan estructuras y mecanismos que permiten el intercambio a través de órganos tales como la piel (Anélidos y Anfibios) o sistemas de órganos tales como el respiratorio (vías respiratorias y pulmones).

Los eumetazoos diblásticos y acelomados poseen generalmente algún tipo de estructura digestiva por la cual pasa el alimento. En algunos, como los Cnidarios y los Platelminetos, solo hay una abertura (oral-aboral) por medio de la cual se ingiere el alimento y se expulsan los materiales no digeridos, estos animales tienen un tubo **digestivo incompleto** o ciego. Los demás eumetazoos, pseudocelomados y celomados, presentan un **tubo digestivo completo** con boca y ano, disposición que permite un flujo unidireccional y la especialización de distintas regiones del tracto digestivo para funciones como triturar, secretar, almacenar, digerir, absorber y desechar (Figura 1). Uno de los criterios para clasificar las estrategias alimentarias es considerar el tipo de alimento ingerido, así se clasifican en herbívoros, carnívoros, omnívoros, entre otros.



**Figura 1.** Estructuras asociadas a la nutrición de los animales (Modificado de Storer, 2010).

La mayoría de los animales tienen algún tipo de sistema esquelético, cuyas principales funciones son el mantenimiento de la forma corporal y el soporte y anclaje de la musculatura; en forma conjunta, esqueleto y músculos, permiten los movimientos. El esqueleto puede ser interno, endoesqueleto, en algunos casos tan simples como las microscópicas espículas silíceas o calcáreas incluidas en el cuerpo de las «esponjas» (Poríferos) y algunos «corales» (Cnidarios); o presentarse en forma de una cavidad llena de líquido conformando un esqueleto hidrostático, como en los animales de cuerpo blando. Con el aumento de tamaño de los organismos el esqueleto se complejiza, pudiendo ser cartilaginoso (no mineralizado) como en los tiburones y rayas u óseo (mineralizado) como en los demás vertebrados. En otros casos, el esqueleto es externo, exoesqueleto rígido y articulado como en los artrópodos con un complejo sistema de palancas que permite el movimiento de los apéndices.

Los animales con simetría radial presentan órganos receptores que están distribuidos en un entramado difuso conocido como red nerviosa. La mayoría de los animales con simetría bilateral tiene sus principales órganos sensoriales situados anteriormente, en la región cefálica. Esta ubicación favorece la caza, el rastreo y otras formas de localización del alimento hacia la dirección del movimiento, como así también la detección de peligro. La integración y la coordinación de las actividades corporales en los metazoos se debe en gran parte al procesamiento de información en un auténtico sistema nervioso.

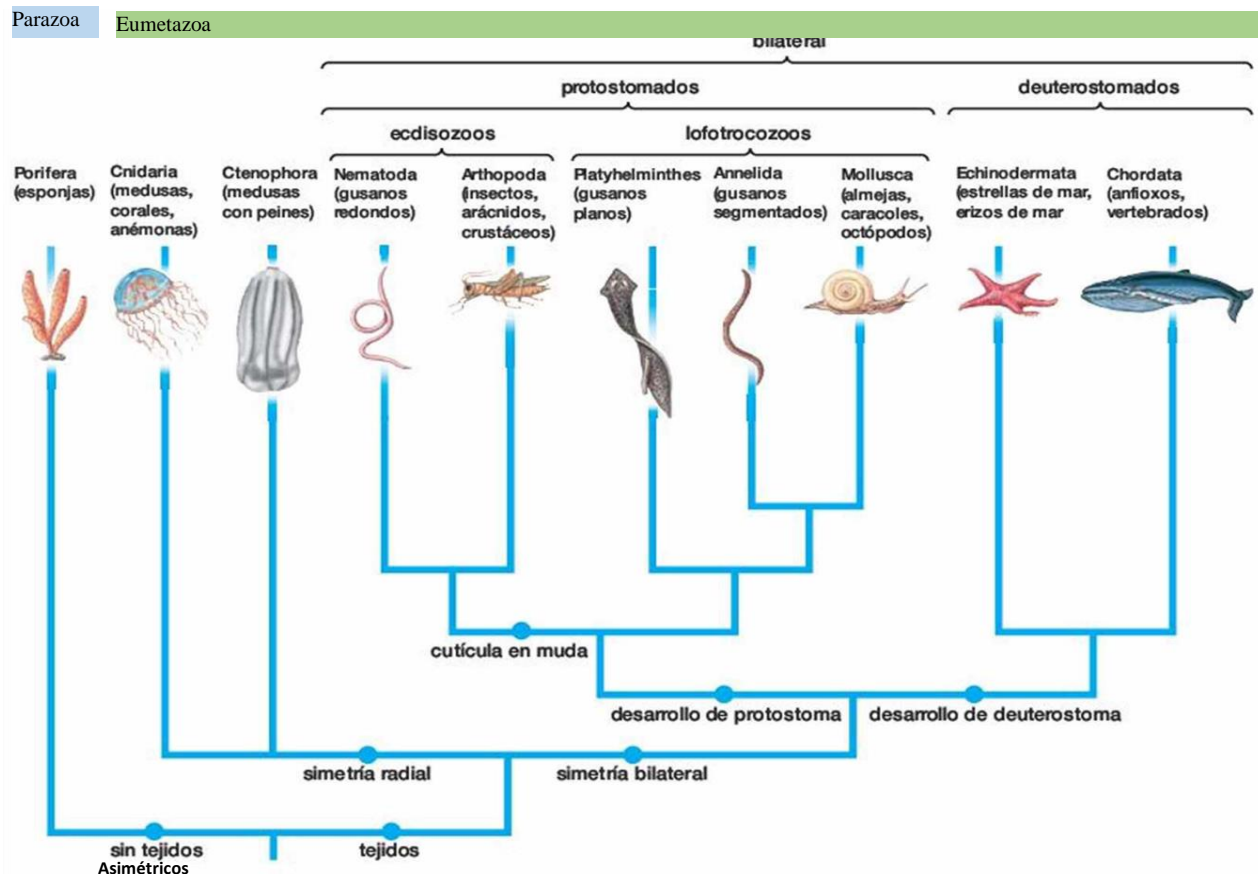


Figura 2. Clasificación de los animales.

### ACTIVIDAD N° 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ANIMALES

1. Observe las muestras biológicas de especímenes fijados disponibles en el laboratorio:
  - a. Analice detenidamente las características morfológicas de los organismos e identifique aquellas que son básicas y comunes a los organismos del Reino Animalia.
  - b. Reconozca la simetría y el nivel de organización alcanzado: la presencia de tejidos especializados y la presencia de órganos o sistemas de órganos.
  - c. Identifique la presencia de una región cefálica diferenciada, la presencia de esqueleto y la presencia de apéndices ¿Qué importancia biológica presentan estas estructuras?

### ACTIVIDAD N° 2 . CLASIFICACIÓN DE LOS ANIMALES

1. Analice los organismos proporcionadas por la cátedra y considerando los caracteres del plan corporal:
  - a. Determine el Phylum al que pertenecen.
  - b. Dibuje ejemplares de cada Phylum, indicando los principales elementos de su anatomía con ayuda de la bibliografía.
  - c. Complete la tabla con la información correspondiente a los organismos de cada Phylum.

<b>PHYLLUM</b>	<b>Máximo nivel de organización</b>	<b>Simetría</b>	<b>Número de capas embrionarias</b>	<b>Celoma</b>	<b>Origen del blastoporo</b>	<b>Ejemplos</b>
<b>Poríferos</b>						
<b>Cnidarios</b>						
<b>Platelmintos</b>						
<b>Nemátodos</b>						
<b>Anélidos</b>						
<b>Moluscos</b>						
<b>Artrópodos</b>						
<b>Equinodermos</b>						
<b>Cordados</b>						

### ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

- Teniendo en cuenta las características que se mencionan en el cuadro, investigue y represente con una imagen o esquema un ejemplo de cada tipo de animal.

Características	Imagen y nombre vulgar
<b>TIPO 1</b> Diblástico Digestión incompleta en cavidad gastrovascular Exoesqueleto mineral de carbonato de calcio Sésiles (fijos al sustrato) Marinos	
<b>TIPO 2</b> Triblásticos Cuerpo blando Respiración por branquias o cutánea Con caparazón mineral Tubo digestivo completo	
<b>TIPO 3</b> Triblásticos Simetría bilateral Cuerpo dividido en dos (2) partes: cefalotórax y abdomen. Cuatro pares de patas Respiración por tráqueas o pulmones en libro Exoesqueleto articulado.	
<b>TIPO 4</b> Triblásticos Simetría bilateral Tubo digestivo completo Respiración pulmonar Órganos de los sentidos en la región cefálica Endoesqueleto mineralizado	

- Considerando los niveles de organización **celular** y **tisular** compare las muestras de esponjas de mar y medusas disponibles en el laboratorio con las figuras 3 (Poríferos) y 4 (Cnidarios) y señale en las mismas las estructuras reconocidas.





**Figura 3.** Esponja de mar (Poríferos).



**Figura 4.** Medusa (Cnidarios).

Complete el siguiente cuadro comparativo.

Características	Poríferos	Cnidarios
Nombre vulgar		
Capas embrionarias: número y tipos		
Mecanismo de alimentación		
Tipo de digestión		
Hábitat		

- Considerando el nivel de organización de **órganos** compare las muestras de *Taenia* sp. y *Ascaris* sp. disponibles en el laboratorio con los animales de las figuras 5 (Platelmintos) y 6 (Nemátodos) y señale en las mismas las estructuras reconocidas.



**Figura 5.** Planaria.

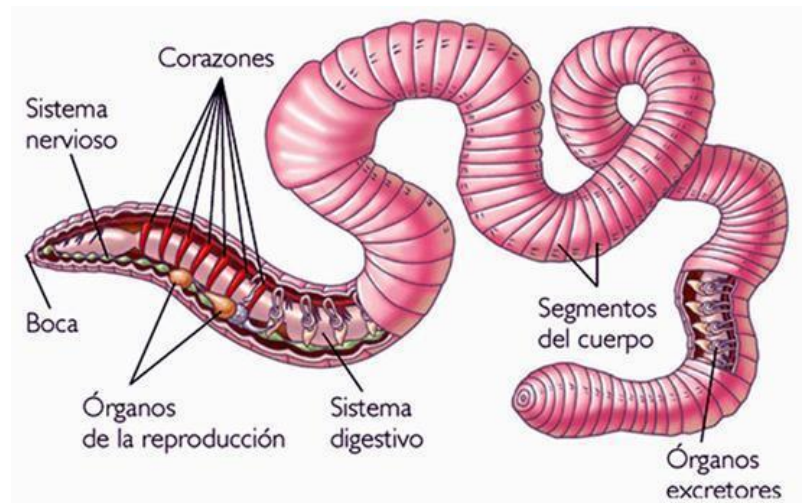


**Figura 6.** *Ascaris* sp.

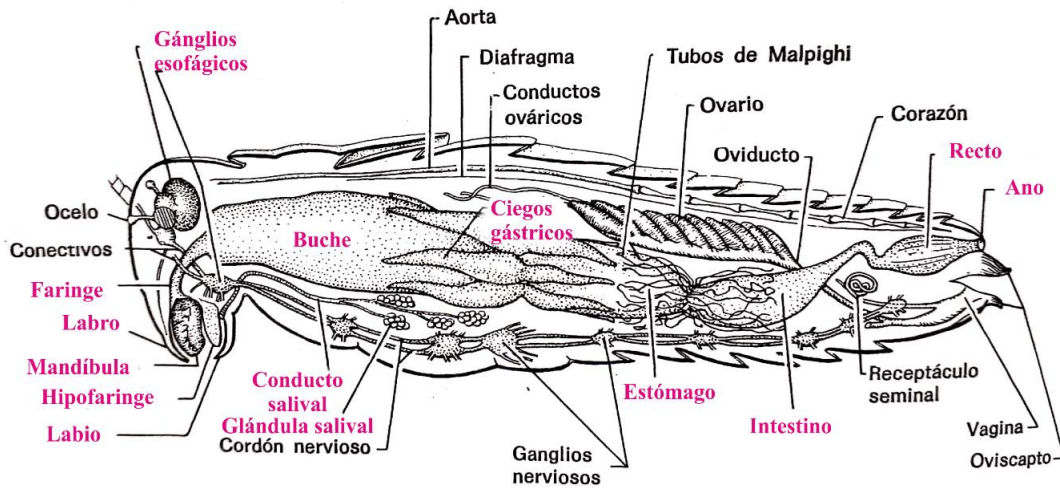
Complete el siguiente cuadro comparativo.

Características	Platelmintos	Nemátodos
Nombre vulgar del material		
Capas embrionarias: número y tipos		
Simetría y forma corporal		
Tipo de esqueleto		
Tipo de sistema digestivo		
Órganos sensitivos		
Hábitat		

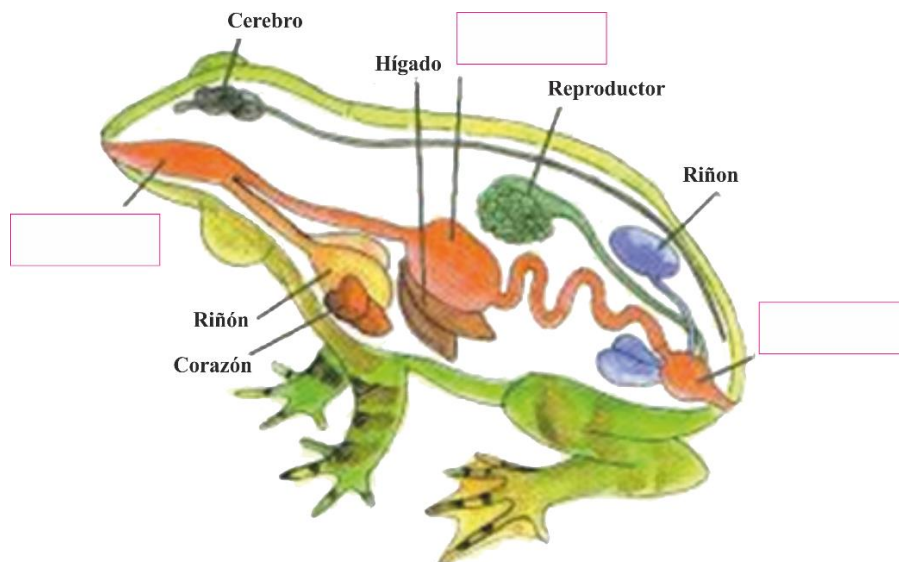
4. Considerando el nivel de organización de **sistemas de órganos** compare las muestras de lombriz de tierra, saltamontes y sapo disponibles en el laboratorio con los animales de las figuras 7 (Anélidos), 8 (Artrópodos) y 9 (Cordados) y señale en las mismas las estructuras reconocidas. Identifique componentes de los siguientes sistemas: digestivo, circulatorio, respiratorio y esquelético.



**Figura 7.** Lombriz de tierra.



**Figura 8.** Organización interna de los sistemas de órganos en el «saltamonte» (Storer, 2010).



**Figura 9.** Sistema de órganos de un anfibio.

Complete el siguiente cuadro comparativo.

Características	Anélidos	Insectos	Anfibios
Capas embrionarias Número y tipos			
Tipo de esqueleto			
Sistema nervioso			
Sistema respiratorio. Estructura de intercambio gaseoso			
Sistema digestivo y alimentación			
Medio de locomoción			

→ **EN PERSPECTIVA DOCENTE**

***Definiendo la Biodiversidad***

¿De qué manera explicarías el significado de los términos necesarios para caracterizar a los organismos del Dominio Eukarya?

***¡A jugar!***

El grupo de alumnos se subdividirá en dos equipos. Cada equipo tendrá su turno. Un representante del equipo pasará al frente en cada ronda de espaldas a la pizarra, en la cual se proyectarán términos vinculados a los temas abordados en los últimos tres trabajos prácticos.

El juego consiste en que los miembros de cada equipo consigan que su representante acierte las palabras proyectadas en la pizarra antes de que se agote el tiempo estipulado. Para ello, los miembros del equipo irán dando pistas sobre características y definiciones relacionadas al término.

Atención: Está prohibido nombrar la palabra, parte de la palabra o dar pistas del tipo “la palabra empieza con...” o “se parece a...”.

Las palabras se irán presentando de manera secuencial. Cada palabra acertada suma un punto. El equipo que resuelva correctamente un mayor número de palabras en el tiempo estipulado y obtenga un mayor número de puntos, gana.

**BIBLIOGRAFÍA**

Solomon EP, Berg LR, Martin DW (2013). Biología. Editorial Cengage Learning. 9º Edición. Capítulo 30. Introducción a la diversidad animal.