

Guía de Trabajos Prácticos :

# INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia-UNSL



MATERIAL DIDÁCTICO  
PARA ESTUDIANTES  
2024

# SERIE DIDÁCTICA: MATERIAL DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES

## Guía de Trabajos Prácticos: **INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA**

Profesorado en Física

Autores

Dra. Marta Matilde MOGLIA

Dra. Andrea Celeste ISAGUIRRE

Estud. Florencia Valentina COVEPERTHWAITTE ZARANDÓN



FACULTAD DE QUÍMICA, BIOQUÍMICA Y FARMACIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS

2024

## RESPONSABLES DE LA PUBLICACIÓN

Decano

*Dra. Sebastián ANDUJAR*

*Secretaria Académica*

*Dra. Mónica OLIVELLA*

*Comisión de la Serie Didáctica:  
Material Didáctico para Estudiantes*

Coordinadora

*Dra. Yamina DÁVILA*

Integrantes

Departamento de Biología

Mg. Karina Ethel MARCHEVSKY

Dra. María Beatriz NÚÑEZ

Departamento de Bioquímica

*Dra. Verónica FILIPPA*

*Dra. Ethelina CARNELUTTI*

Departamento de Farmacia

*Dra. Cecilia PERALTA*

*Dra. Ana VICARIO*

Departamento de Química

*Dr. José A. BOMBASARO*

*Dra. Cinthya A. MAGALLANES NOGUERA*

Edición

*Secretaría de Investigación, Vinculación y Extensión*

## SUMARIO

La publicación periódica Serie Didáctica ha sido creada en el ámbito de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de San Luis (Ordenanza N° 008/07-CD) con el fin de proporcionar material de estudio a los estudiantes de las Carreras de grado impartidas en la Facultad.

Actualmente, la SERIE DIDÁCTICA: MATERIAL DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES (Resolución N°269/16) ofrece guías de Trabajos Prácticos de Laboratorio y de campo, guías de resolución de problemas, material teórico, propuestas de estudio dirigidos y comprensión de textos, entre otros materiales, elaborados por el cuerpo docente de las diferentes Áreas de Integración Curricular de la Facultad. Estas producciones didácticas significan un aporte para cubrir necesidades académicas acordes al enfoque de cada asignatura o que no se encuentran habitualmente en bibliografía específica. Las mismas están disponibles en la página de la UNSL (<http://www.fqbf.unsl.edu.ar/mde.html>) lo que facilita la accesibilidad por parte de los estudiantes, docentes y comunidad educativa en general, garantizando la calidad de la visualización y la amplia difusión del material publicado en este sitio. De igual modo, la Serie Didáctica realiza una extensión invitando a docentes y alumnos de diferentes niveles educativos a participar, crear, producir y utilizar este espacio fomentando así el vínculo entre esta Institución y la comunidad.

En nuestra opinión, es de vital importancia producir y compartir el conocimiento con los estudiantes y la sociedad. De este modo, se tiende a facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje y la transmisión de una idea directriz de conducta humana y científica, fortaleciendo los vínculos entre docentes-alumnos-conocimientos y sociedad.

Dado que la presente SERIE DIDÁCTICA resulta de la participación de numerosos actores, ante los posibles errores humanos y cambios en la ciencia, ni los editores ni cualquier otra persona que haya participado en la preparación del material didáctico garantizan íntegramente que la información sea precisa o completa.

## ÍNDICE

Presentación de la asignatura	III
Medidas de seguridad en el laboratorio	III
Resumen de Trabajos Prácticos	XI
Trabajo Práctico N°1: Microscopía y el estudio de la célula.	1
Trabajo Práctico N°2: Membrana celular (MC). Estructura y función (Transporte).	29
Trabajo Práctico N°3: Organelas: sistema intracelular de membranas. Citoesqueleto.	36
Trabajo Práctico N°4: Metabolismo I, Respiración, fermentación.	42
Trabajo Práctico N°5: Metabolismo II, Fotosíntesis.	50
Trabajo Práctico N°6: División Celular. Mitosis y Meiosis.	61
Trabajo Práctico N°7: Genética. Problemas.	67

**AUTORES:**

**Dra. MARTA MATILDE MOGLIA.**

**Dra. ANDREA CELESTE ISAGUIRRE.**

**Estudiante de Farmacia FLORENCIA VALENTINA COVEPERTHWAITÉ  
ZARANDÓN**

En esta guía encontrará las actividades prácticas que realizará en el transcurso del cursado de la asignatura. Es importante prestar atención a todo lo que contiene, desde los objetivos planteados en cada trabajo práctico, el temario que deberá conocer y que será evaluado, los materiales, normas de seguridad y procedimientos que se utilizarán, hasta la bibliografía que podrá consultar. Nuestros propósitos son que, a través de estas actividades, logre incrementar, redescubrir o rever, sus conceptos previos sobre Biología y afianzar los trabajados en las clases teóricas. También pretendemos que pueda, de a poco, incorporar habilidades para el trabajo de laboratorio, la investigación y la resolución de problemas que podrá aplicar en las materias que forman parte de su carrera.

**MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO**

Cuando se trabaja en un laboratorio existe el peligro potencial de ACCIDENTES, debido a las sustancias químicas y elementos que se utilizan y la posibilidad de cometer algún error al realizar un experimento, por tal motivo la seguridad y la protección de la salud son indispensables para un ambiente de estudio y trabajo seguro en un laboratorio. Todo estudiante, profesor o empleado debe cumplir las reglas de seguridad e higiene en el laboratorio.

**Buenas prácticas de laboratorio:**

Las buenas prácticas incluyen reglas, recomendaciones o prohibiciones relacionadas con el conocimiento, el sentido común y la solidaridad en el ambiente de trabajo. Algunas de estas medidas son:

\*No entrar al laboratorio sin estar presente el profesor.

\*Seguir todas las indicaciones del profesor.

\*Estudiar cada experiencia antes de clase.

\*No usar el teléfono celular mientras se está trabajando en el laboratorio.

\*Está PROHIBIDO comer, beber (incluye tomar mate), almacenar alimentos, fumar, maquillarse o manipular lentes de contacto en el laboratorio. Aun cuando no se estén realizando Trabajos Prácticos (teóricos, seminarios, etc.).

\*Mantener una actitud responsable, su seguridad y la de sus compañeros depende de esto.

### **Durante cada actividad práctica**

- Es OBLIGATORIO usar vestimenta adecuada: guardapolvo de MANGA LARGA que cubra la ropa de calle, preferentemente de algodón (que no será utilizado fuera del laboratorio), zapatos cerrados (no sandalias, ni ojotas) y tener el pelo recogido.
- Si las mangas del guardapolvo son anchas, arremangarse de manera de dejar las manos libres y no entorpecer las tareas al momento de hacer un experimento científico.
- El área de trabajo debe estar limpia y ordenada. No deben colocarse libros, abrigos o bolsas sobre las mesadas. Se deberá verificar que la mesa de trabajo esté limpia al comenzar y al terminar el trabajo realizado. Si se salpica la mesa, se deberá limpiar con agua y luego secarla con un paño.
- Al terminar la práctica, limpiar y ordenar el material utilizado.
- Es obligatorio el uso de ANTIPARRAS O ANTEOJOS DE SEGURIDAD, durante la realización de los Trabajos Prácticos que así lo requieran. Los ojos son órganos muy vascularizados que pueden absorber rápidamente algunos compuestos químicos, por esto, aunque no estemos trabajando directamente con compuestos volátiles, estamos expuestos a posibles aerosoles y vapores. Las gafas son de uso personal y no pueden ser intercambiadas entre los estudiantes.
- Es de CARÁCTER OBLIGATORIO usar guantes **apropiados** acorde a los riesgos y los reactivos que se manipulen. Los guantes previenen el contacto con agentes tóxicos o biológicos, quemaduras por superficies calientes, frías o corrosivas y cortes por objetos punzantes. Recordar no utilizar guantes si trabaja con mechero.
- Los guantes deberán descartarse al alejarse de la mesada de trabajo, no se tocarán con ellos lapiceras, carpetas, picaportes, teclados, etc.
- Los estudiantes y docentes deben estar familiarizados con los elementos de seguridad disponibles: salidas, extintores, botiquín de primeros auxilios, lavaojos, cámaras de seguridad.
- Toda herida, aún los pequeños cortes, que se produzca durante un trabajo práctico deben ser informados obligatoriamente al docente.

**No debe confundirse orden con represión, las normas de seguridad surgen como una forma de conservar la vida en plenitud**

**Riesgos químicos:**

- Todo producto químico debe ser considerado un tóxico potencial por sí mismo o por su reacción con otros.
- No tocar ningún producto químico en forma directa, en el caso de hacerlo accidentalmente, no llevarse las manos a la cara y lavarse inmediatamente antes de tocar cualquier otra cosa.
- Nunca probar, ni oler ningún producto.
- PROHIBIDO pipetear con la boca. Se podrán utilizar pipetas de vidrio o plástico con propipetas o pipetas automáticas. Cuando el trabajo práctico involucre gases, vapores, humos o partículas sólo podrá realizarse en laboratorios que dispongan de campanas.
- Lavarse las manos con jabón después de tocar cualquier producto químico.
- No devolver nunca a los frascos de origen los sobrantes de los productos utilizados.
- Los ácidos y las bases fuertes deben manipularse con mucha precaución, ya que la mayoría son corrosivos y si caen sobre la piel o la ropa pueden producir heridas y quemaduras importantes.
- Al mezclar algún ácido (por ejemplo, ácido sulfúrico) con agua, añadir el ácido sobre el agua, nunca al contrario, pues el ácido «saltaría» y podría provocar quemaduras en la cara y los ojos.
- No dejar destapados los frascos ni aspirar su contenido. Muchas sustancias líquidas (alcohol, éter, cloroformo, amoníaco, etc.) emiten vapores tóxicos.
- Al preparar una solución, colocarla en un frasco limpio y rotularlo conveniente.
- No manipular sustancias inflamables (gases, alcohol, éter) cerca de fuentes de calor. Si hay que calentar tubos con estos productos, se hará a Baño de María, nunca directamente a la llama, se debe usar una pinza adecuada para su manejo en caliente.

**Riesgos biológicos:**

- Todo el personal docente debe conocer el nivel de riesgo que implica la manipulación de microorganismos, cultivos celulares, animales, muestras de fluidos o tejidos, etc. y sus protocolos de trabajo.



## Normas para manipular instrumentos y aparatos eléctricos

- Antes de manipular un aparato eléctrico, desconectarlo de la red eléctrica.
- No poner en funcionamiento un circuito eléctrico sin que el profesor haya revisado la instalación.
- No utilizar ninguna herramienta o máquina sin conocer su uso, funcionamiento y normas de seguridad específicas.

## Normas para manipular material de vidrio

- Informar al profesor del material roto o averiado.

Cuando se trabaja en un laboratorio es necesario conocer el etiquetado de los productos químicos que allí se manipulan. El Reglamento (CE) nº 1272/2008 (CLP, acrónimo de clasificación, etiquetado y envasado de sus siglas en inglés) entró en vigencia el 20 de enero de 2009 debido a la necesidad de incorporar a la legislación comunitaria los criterios del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de las Naciones Unidas sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas químicas para lograr una armonización a nivel internacional. El CLP tiene entre sus principales objetivos determinar si una sustancia o mezcla presenta propiedades que deban ser clasificadas como peligrosas. Una vez identificadas dichas propiedades y clasificada la sustancia o mezcla en consecuencia, deberán comunicarse los peligros detectados a través del etiquetado. En la **Fig. 1** se muestran las etiquetas comprendidas en el reglamento CLP.



**Figura 1.** Etiquetado de productos químicos según el reglamento CLP

### Almacenamiento de productos químicos

En el laboratorio, el almacenamiento de productos químicos presenta unas características de peligrosidad que pueden materializarse en accidentes importantes si no se toman las medidas técnicas u organizativas necesarias. Estos riesgos están relacionados con la peligrosidad intrínseca de los productos, la cantidad almacenada, el tipo y tamaño del envase, la ubicación y el material de los armarios, la distribución dentro del mismo, su gestión, el mantenimiento de las condiciones de seguridad y el nivel de formación e información de los usuarios del mismo.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que el almacenamiento prolongado de productos químicos presenta ya por sí mismo un riesgo, puesto que pueden tener lugar reacciones de polimerización o de descomposición, con la formación de peróxidos inestables, o con acumulación de gas por descomposición lenta de la sustancia, pudiendo llegar a causar la ruptura del recipiente de vidrio. En la **Fig. 2** se observan los pictogramas que muestran la incompatibilidad para el almacenamiento de productos químicos.

					
	+	-	-	-	+
	-	+	-	-	-
	-	-	+	-	+
	-	-	-	+	0
	+	-	+	0	+

+	Se pueden almacenar juntos
0	Solamente podrán almacenarse juntos, adoptando ciertas medidas
-	No deben almacenarse juntos

**Figura 2.** Incompatibilidad en el almacenamiento de productos químicos

## **Estantes y armarios de laboratorio**

- No colocar en estantes elevados recipientes más grandes de medio litro.
- Los recipientes más grandes hay que colocarlos a los niveles más bajos.
- Las estanterías deberán ser metálicas; si se almacenan líquidos en ellas es recomendable que dispongan de bandejas para recoger posibles vertidos.
- Los armarios deben poseer patas regulables que permitan nivelarlo y si se trata de armarios para corrosivos deberán estar hechos con material anticorrosivo (ej. Polietileno).

## **Trasvases**

El proceso en el que tienen lugar mayor número de accidentes es en el trasvase, durante el cual pueden tener lugar proyecciones, salpicaduras, contactos dérmicos, intoxicaciones y quemaduras por incendio. Las medidas preventivas y de protección a tomar son las siguientes:

- En la operación de trasvase, incluidos los de pequeñas cantidades, deben emplearse los elementos de protección adecuados a los riesgos específicos que presenten los productos a manipular, con especial atención a la protección de manos, cara y aparato respiratorio.
- Deben emplearse procedimientos seguros de manipulación.
- Deben evitarse los trasvases a recipientes más pequeños en el interior de una habitación, excepto si se dispone de ventilación forzada.
- No se permiten operaciones de trasvase de productos muy inflamables en sótanos. Disponer de bandejas para recoger eventuales derrames o goteos.
- Disponer de extracción localizada de los vapores, en ausencia o como complemento de la ventilación general, para diluir los vapores desprendidos.
- En lugares próximos donde se trasvasen o manipulen productos peligrosos deben existir lavaojos y duchas de emergencia.

## **Primeros Auxilios en caso de accidente**

Los accidentes más frecuentes en un laboratorio son: cortes, heridas, quemaduras o corrosiones, salpicaduras en los ojos e ingestión de productos químicos.

## **Cortes y heridas**

Lavar la parte del cuerpo afectada con agua y jabón. No importa dejar sangrar algo la herida, pues ello contribuye a evitar la infección. Aplicar después desinfectante (solución yodada), tapar con gasa esterilizada (no algodón) y sujetar con venda. Si persiste la hemorragia o han quedado restos de objetos extraños (trozos de vidrio, etc.), se acudirá a un centro sanitario.

## **Quemaduras o corrosiones**

Por fuego u objetos calientes: enfriar la lesión con agua potable. Optativo: lavar con jabón neutro. Cubrir con gasa con Furacín. No usar ninguna crema. No poner hielo.

Por productos químicos: en el caso de salpicaduras en piel y ojos deben lavarse con abundante agua. No intentar neutralizar y acudir al médico con prontitud aportando la información contenida en la etiqueta o ficha de datos de seguridad.

## **Salpicaduras en los ojos**

Por ácidos o álcalis: inmediatamente después del accidente irrigar los dos ojos con grandes cantidades de agua templada. Mantener los ojos abiertos, de tal modo que el agua penetre debajo de los párpados. Continuar con la irrigación por lo menos durante 15 minutos. Acudir al médico.

## **Ingestión de productos químicos**

Antes de cualquier actuación concreta: URGENTE ATENCIÓN MÉDICA. Retirar el agente nocivo del contacto con el paciente. No darle a ingerir nada por la boca ni inducirlo al vómito.

Ácidos corrosivos: no provocar jamás el vómito. Administrar leche de magnesio en grandes cantidades y/o grandes cantidades de leche.

Álcalis corrosivos. No provocar jamás el vómito. Administrar abundantes tragos de disolución de ácido acético al 1 %. Suministrar grandes cantidades de leche.

## **Fugas, derrames y salpicaduras**

En caso de derrames accidentales se debe actuar rápidamente para su absorción, neutralización o eliminación.

La eliminación de pequeños derrames se hará, según el caso, con agentes absorbentes o neutralizantes que una vez usados se depositarán en recipientes para residuos. Como norma general se descarta el uso de aserrín como absorbente para líquidos inflamables y corrosivos, recomendando carbón activado u otros.

Durante el proceso de limpieza se utilizarán los elementos de protección adecuados. En el caso de derrames o vertidos sobre la ropa de trabajo, ésta debe quitarse rápidamente, lavándola, o colocarse bajo una ducha, según la magnitud de la impregnación. Si hay contacto con la piel acudir al médico.

### SEGREGACIÓN Y DESACTIVACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS

RESIDUO	TIPO DE RECIPIENTE DONDE SE DEBE COLOCAR	DISPOSICIÓN Y/O DESACTIVACIÓN
Ordinarios o comunes	Bolsa negra	Son recolectados por la dependencia correspondiente.
Infecciosos o de riesgo biológico	Bolsa roja	Desactivación previa en autoclave, luego se incinera.
Animales de experimentación	Bolsa roja	Se congelan y luego se incineran.
Punzo cortantes: agujas, cuchillas, restos de ampollas, láminas de bisturí, etc.	Recipiente para punzo cortantes	Se almacenan en los recipientes adecuados, luego son recolectados e incinerados.
Residuos ácidos o básicos	Recipientes plásticos	Neutralizar con una base o ácido débil, según sea el caso, hasta un pH cercano a la neutralidad, luego verter en el desagüe.

### TELÉFONOS PARA CASOS DE EMERGENCIAS

AMBULANCIA: 2664 635903  
 BOMBEROS: 100  
 HOSPITAL COMPLEJO SANITARIO SAN LUIS: 107  
 POLICÍA COMANDO RADIOELÉCTRICO: 101

## **RESUMEN DE TRABAJOS PRACTICOS**

### **Trabajo Práctico Nº 1: Microscopía y el estudio de la célula**

Práctico de laboratorio en el que se abordan los conocimientos necesarios para construir habilidades en el uso del microscopio y en el manejo de técnicas que se usan para la visualización de muestras con este instrumento. Además, durante el TP se visualizan y reconocen las estructuras y diferencias entre célula procariota y eucariota, célula animal y vegetal y organismos representantes de los diferentes Dominios y Reinos biológicos. Se propone, asimismo, una opción adaptada a la virtualidad, para ser utilizada el caso en que las circunstancias sanitarias no permitan el acceso al laboratorio.

### **Trabajo Práctico Nº 2: Membrana celular (MC). Estructura y función (Transporte)**

Práctico de laboratorio propuesto para ser desarrollado en instalaciones de la universidad, o en domicilios particulares, si las circunstancias no permitieran el acceso a la institución, cuyo objetivo es analizar distintos mecanismos de transporte pasivo, diferenciarlos de aquellos de transporte activo y observar el comportamiento de células animales y vegetales frente a soluciones con diferente presión osmótica. Asimismo, este TP permite consolidar los conocimientos sobre la estructura de las membranas biológicas y sobre el efecto de factores físicos y químicos sobre su fluidez, a través de la resolución de problemas.

### **Trabajo Práctico Nº 3: Organelas. Sistema intracelular de membranas. Citoesqueleto.**

Práctico de aula en el que, a través del uso de recursos audiovisuales y de modelización, se propone el estudio de las estructuras subcelulares eucariotas y su funcionamiento. Se propone la aplicación del aprendizaje basado en problemas y del aprendizaje visual, en los que se hace uso de las TIC, promoviendo la incorporación en el aula de la tecnología para la comprensión.

**Trabajo Práctico Nº 4: Metabolismo I, Respiración, fermentación.**

Práctico que propone actividades de aula. Incluye la resolución de un cuestionario de aula sobre Metabolismo celular, Bioenergética, Glucólisis, Mitocondria, Respiración celular y Fermentación.

**Trabajo Práctico Nº 5: Metabolismo II, Fotosíntesis.**

Práctico de aula y laboratorio, que permite conocer los principales mecanismos y compuestos químicos que intervienen en el proceso fotosintético, a través de experiencias sencillas de extracción de pigmentos vegetales y la visualización del intercambio de gases que se produce durante la fotosíntesis.

**Trabajo Práctico Nº 6: División Celular. Mitosis y Meiosis**

Práctico de aula y laboratorio, a través del cual los y las estudiantes, mediante la observación de imágenes de preparados para microscopía, pueden reconocer células en diferentes estadios de la división celular. Además, utilizando distintos elementos de librería como recurso de modelización de la célula, el huso mitótico y los cromosomas, pueden comprender la mecánica del ciclo, la división celular y las diferencias principales entre la mitosis y la meiosis.

**Trabajo Práctico Nº 7: Genética. Problemas**

Práctico de aula en el que, a través de problemas sencillos de genética, el estudiante aplica en problemas prácticos las leyes básicas de la genética y se familiariza con el vocabulario propio de esta disciplina.



**TRABAJO PRÁCTICO N°1**  
**MICROSCOPIA Y EL ESTUDIO DE LA CÉLULA**  
**GUÍA DE ACTIVIDADES**

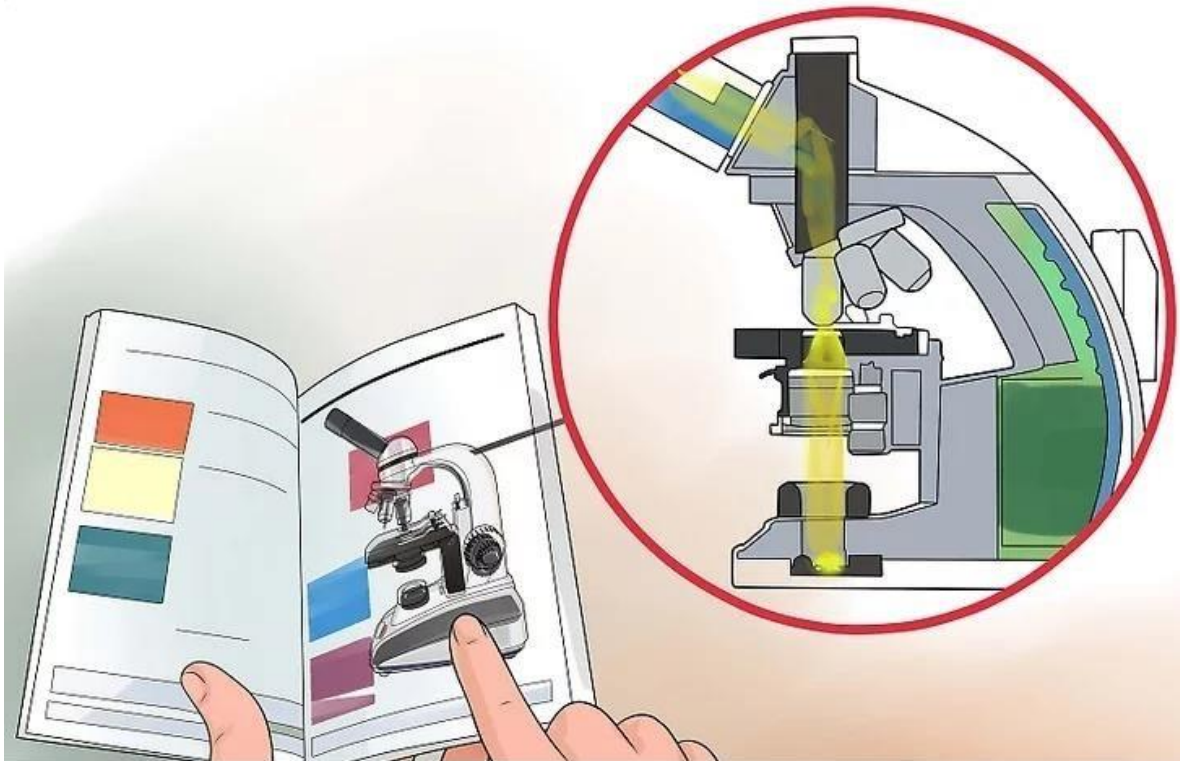


Imagen extraída de: <https://es.wikihow.com/usar-un-microscopio-compuesto>

### **Introducción teórica**

Hace más de 300 años, la creación del microscopio ponía fin a la idea de que solamente existía aquello que se veía con los ojos, mediante una observación directa. Es así que la creación de un instrumento óptico, que permitió ver más allá de lo que la vista humana permitía, produjo un cambio profundo en la interpretación de la naturaleza por los científicos de la antigüedad.

En Holanda, un vendedor de telas llamado Antoni Van Leeuwenhoek había aprendido a pulir vidrios, que usaba como lupas para verificar la calidad de cada lienzo que vendía. Estos vidrios pulidos, sostenidos con un metal, eran parecidos a los anteojos que hoy conocemos y, en esa época, mucho mejores que las lupas comercializadas en el mercado. Es así que este señor, luego de dejar su empleo vendiendo telas y adquiriendo otro en la municipalidad, pudo dedicar más tiempo a mirar diferentes superficies con su instrumento. A medida que hacía observaciones, enviaba sus descripciones a una agrupación de científicos de ese momento llamada Royal Society, que se encontraba en Inglaterra. Simultáneamente, Robert Hooke



también perfeccionaba la observación con instrumentos similares, llegando a publicar un libro llamado *Micrographia*, en donde detallaba las imágenes que le devolvía ese aparato. Ninguno de estos investigadores tuvo un verdadero reconocimiento por parte de la comunidad científica por aquellos años. Esto puede haber sido, debido a que Leeuwenhoek no poseía una educación que avalara sus publicaciones y Hooke no pertenecía a la Royal Society. Este último fue el primero en esbozar la palabra “célula” (lat. celda), al observar una lámina de corcho en la que se observaban estructuras de tipo celda, que constituían lo que hoy se denominan células vegetales.

No fue hasta comienzos del siglo XIX, cuando se produjo el perfeccionamiento de los microscopios, que empezó a tener auge su uso para la observación. Así, en esa época, Matthias Jakob Schleiden, un alemán que se dedicaba a la botánica, expresó que las plantas se constituían por células, concepto que amplió Theodor Schwann, zoólogo, diciendo que todos los animales estaban también constituidos por células. Más tarde, en 1858, Rudolf Virchow, enunció que toda célula proviene de otra preexistente, sentando las bases para la Teoría Celular. Esta teoría tuvo mucho impacto en la biología de ese momento, marcando un hito en el pensamiento científico. Posteriormente, las investigaciones realizadas por otros científicos permitieron ampliar esta teoría, que incluye los siguientes postulados:

- Todos los organismos están compuestos por una o más células (unidad de estructura).
- Toda célula proviene de otra célula (unidad de origen).
- Todas las funciones vitales de los organismos vivos ocurren dentro de las células (unidad de función).
- Las células contienen la información genética hereditaria que pasa a las células hijas (unidad de información hereditaria).

**En consecuencia, se puede definir a la célula como la unidad básica de estructura, función, origen e información hereditaria de los seres vivos.**

Si bien durante el siglo XIX surgieron los microscopios que utilizaban dos lentes (compuestos), la revolución mayor se dio cuando se creó en la década del 30' del siglo XX, el primer microscopio electrónico. Este instrumento permitió ver estructuras más pequeñas, que estaban dentro de la célula. Desde esa época se siguen perfeccionando, tanto los microscopios ópticos (que poseen lentes) como los electrónicos, permitiendo que la microscopía avance al ritmo de la ciencia.

En la actualidad, existen diferentes tipos de microscopios. A continuación, se hará una descripción de los más importantes.

## Tipos de microscopios

### Microscopio estereoscópico o Lupa estereoscópica o binocular

Este instrumento es utilizado mayormente por biólogos, botánicos, geólogos, etc., para poder observar detalles de las superficies de objetos opacos que no pueden ser observadas a simple vista.

Cuando hablamos de los aumentos que poseen estos instrumentos, como el microscopio estereoscópico (lupa) u otros tipos de microscopios, nos referimos a los mismos con una letra X y la misma significa "aumento". Es decir, por ejemplo, que una lente tiene un aumento de 4X, nos indica que permite aumentar 4 veces lo que estamos observando. Es decir, lo que estamos observando, o sea, lo vemos 4 veces más grande que a ojo desnudo.

Si observamos la imagen a continuación (**Fig. 1**), notaremos inmediatamente que en la parte superior (oculares) existen un par de lentes y que, en la parte media (objetivo) también existe una lente. Esta combinación de dos vidrios pulidos, es la que hace que nuestro objeto observado se vea con un aumento total que resulta del proporcionado en conjunto por ambas lentes. La mayoría de las lupas binoculares de uso corriente proporcionan un aumento de entre 40X y 60X.



**Figura 1.** Imagen de un microscopio estereoscópico o Lupa binocular y sus partes. Extraído de <https://productos.avantijobs.com/microscopio-estereoscopico/>

Un microscopio estereoscópico proporciona una imagen tridimensional del objeto observado al que los rayos de luz no atraviesan. Es decir que, con este instrumento, **no se podrá obtener una imagen de la estructura interna de una muestra**, aunque **se podrá visualizar detalladamente su estructura externa**.

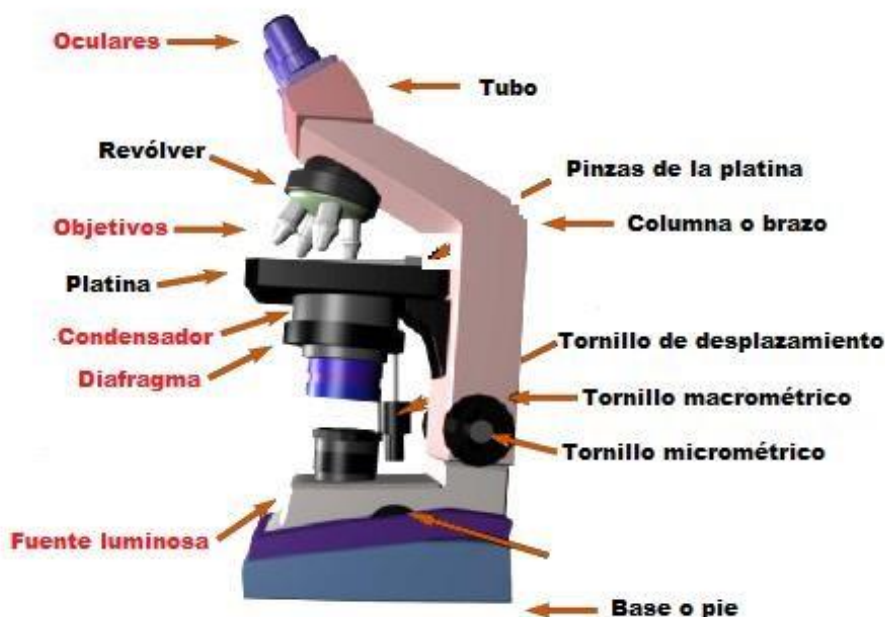
No todas las personas poseen la misma distancia entre sus pupilas. Es por esto que, al usar una lupa binocular, se deben acomodar los oculares (acercando o alejando uno respecto del otro) de modo que con ambos ojos se pueda observar una sola imagen. Además, se debe corregir, con el mando de enfoque (hacia arriba y hacia abajo), la altura a la que las lentes se encuentran de la muestra, hasta lograr una visión nítida.

La imagen final que se obtiene es **DERECHA, AUMENTADA y VIRTUAL**.

### Microscopio óptico o compuesto

El microscopio óptico (M.O.) es un instrumento que permite visualizar cuerpos no visibles al ojo desnudo mediante el aumento de su imagen, utilizando una combinación de lentes de vidrio.

En la **Fig. 2**, se observa un microscopio óptico en el que se mencionan cada una de sus partes componentes:



**Figura 2.** Imagen de un microscopio óptico y sus partes. Extraída y modificada de <https://mmegias.webs.uvigo.es/6-tecnicas/6-optico.php> y modificada.

La imagen final obtenida con el M.O. será **AUMENTADA, INVERTIDA y VIRTUAL**. Es decir, si se coloca un objeto en una determinada posición, la imagen que devuelven los oculares será una imagen subjetiva, más grande y exactamente al revés de la original.

### Condiciones que debe reunir la muestra a ser utilizada en un M.O.

Es importante saber que para realizar observaciones con este instrumento es necesario que la muestra que se vaya a colocar reúna algunas condiciones como:

- Ser **TRANSPARENTE**, de lo contrario los rayos de luz no la atraviesan y no se podrá visualizar la estructura interna de la misma.
- Ser **DELGADA**, lo cual está en relación con el punto anterior respecto de los rayos de luz.
- Tener un **TAMAÑO REDUCIDO**, puesto que el espacio del M.O. destinado a la misma no es demasiado grande (aproximadamente 1cm x 1cm).

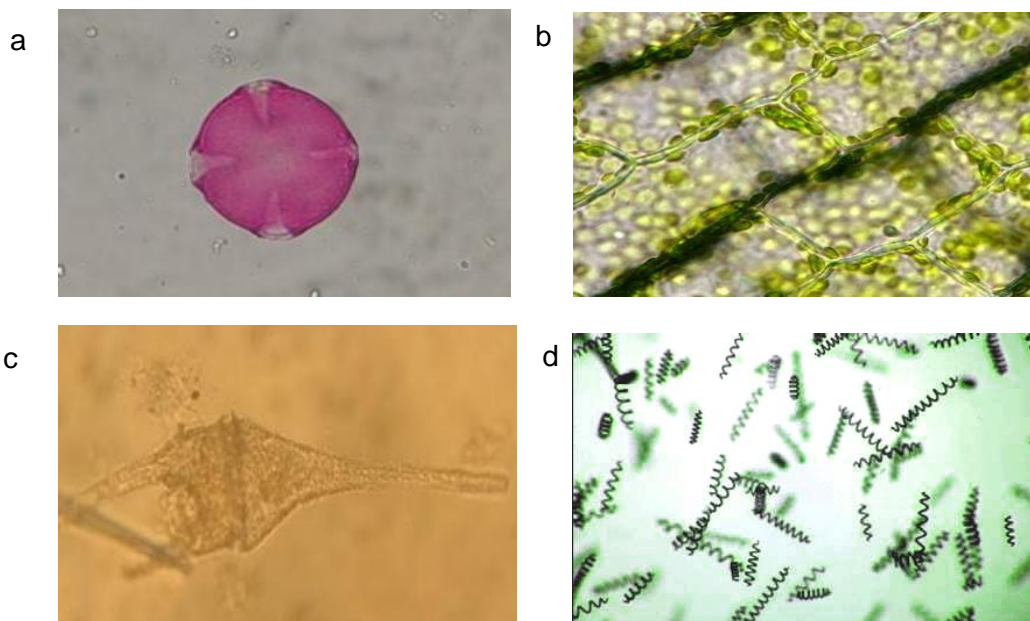
Un microscopio óptico podrá aumentar la imagen del objeto observado de 20 a 2000 veces.

### Pero... ¿Cómo se puede saber exactamente cuánto aumenta la imagen del objeto que se observa?

Existe un cálculo que permite saber cuál es el **AUMENTO TOTAL** del objeto observado con un microscopio óptico. El mismo se realiza de la siguiente manera:

Se multiplica el Aumento del ocular (AOc) por el Aumento del objetivo (AOB) (**Fig. 3**).

$$AT = AOc \times AOB$$



**Figura 3.** Micrografías obtenidas con el microscopio óptico (AT: 400X). a. Grano de polen de paraíso (*Melia azedarach*). b. Cloroplastos en células de elodea (*Egeria densa*). c. Protista de agua dulce (*Ceratium* sp.). d. Espirulina (*Arthrospira platensis*)

El microscopio óptico, también llamado compuesto, consta de dos partes:

**Parte Mecánica** (señalada con leyenda negra en la **Fig. 2**): posee una serie de piezas cuya función es sostener y mover a las lentes del instrumento. Tiene mecanismos de movimiento controlado para poder enfocar correctamente la muestra que se desea estudiar. Dichas piezas son:

- Columna o brazo: sostiene al tubo en un extremo y está unida a la base por el otro extremo. Esta pieza del microscopio sirve para trasladarlo de un lugar a otro, es decir, siempre que se requiera movilizar el instrumento se tomará firmemente desde esta parte.
- Base o pie: parte que sirve de apoyo al instrumento.
- Tubo: se conecta con los oculares en su parte superior y con el revólver, que porta los objetivos, en su parte inferior.
- Tornillo macrométrico: es el más grande de los tornillos del microscopio y permite realizar movimientos amplios y verticales de la platina, acercando la muestra a la lente del objetivo elegido para visualizarla.
- Tornillo micrométrico: una vez que el objeto a observar o muestra ya está ubicado muy cerca de la lente del objetivo (gracias a la acción del tornillo macrométrico), este tornillo permitirá movimientos verticales muy finos que lograrán el enfoque adecuado.
- Revólver: es una estructura circular que porta a los objetivos con diferentes aumentos y que puede girar, permitiendo elegir el objetivo con el que se desea trabajar.
- Platina: es una estructura plana sobre la cual se va a colocar la muestra u objeto a observar. La misma tiene una abertura a través de la cual pasan los rayos luminosos provenientes de la fuente de luz, ubicada en la parte inferior del instrumento.
- Tornillos de desplazamiento: su función es desplazar la muestra u objeto hacia la derecha o la izquierda y hacia adelante y atrás, dependiendo de las necesidades de visualización. Esto hace que se pueda “barrer” o visualizar el objeto en toda su extensión.
- Pinzas de la platina: su función es sujetar el objeto a observar, preparado o muestra y evitar, de este modo, que se mueva del lugar al momento de la observación.

**Parte Óptica** (señalada con leyenda roja en la **Fig. 2**): se conforma por un conjunto de lentes convergentes y accesorios, cuya función es aumentar la imagen del objeto observado y darle nitidez a la misma.

Sus partes son:

- Oculares. Existen M.O: con una sola lente ocular (monocular) o con dos lentes (binocular), que se ubican en la parte superior del instrumento. Se denominan oculares porque los ojos del observador se ubican próximos a ellos. Su función es aumentar la imagen del objeto observado. Generalmente aumentan 10 veces el tamaño de dicha imagen, es decir, tienen un aumento de 10X.
- Objetivos (**Fig. 4**): sostenidos por el revólver, son estructuras cuyas lentes se encuentran más cerca del objeto a observar. Se distinguen dos tipos de objetivos: “a seco” y “de inmersión”.

Los objetivos “a seco” se denominan así, dado que no es necesario añadir ninguna sustancia entre ellos y la preparación. Sus aumentos pueden ser de 4X, 10X, 40X.

El objetivo “de inmersión” aumenta 100 veces a imagen del objeto observado, es decir, permite un aumento de 100X. Cuando se trabaja con este objetivo es imprescindible colocar, entre él y el preparado, una gota de aceite de cedro o aceite de inmersión. Esta sustancia, actuando igual que una lente, permite que los rayos de luz no se desvíen y se concentren más sobre el objeto observado.



**Figura 4.** Imagen de los objetivos a seco y a inmersión de un microscopio óptico

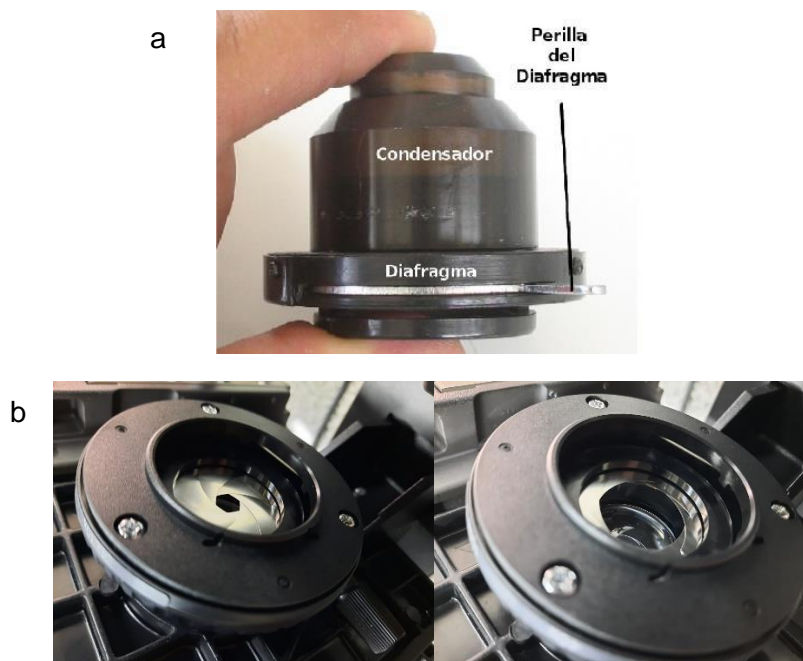
- Condensador (**Fig. 5**): es una lente o un sistema de lentes ubicado debajo de la platina cuya función es concentrar los rayos provenientes de la fuente de luz sobre el objeto observado.





**Figura 5.** Imagen del condensador de un microscopio óptico. Obtenida de: [www.upload.wikimedia.org](http://www.upload.wikimedia.org)

- Diafragma (**Fig. 6**): está ubicado en la parte inferior del condensador. Su función es regular la cantidad de luz que atravesará el condensador y, posteriormente, el preparado que se observa.



**Figura 6.** Diafragma del M.O. a. Diafragma situado debajo del condensador. b. Diafragma óptico con diferentes niveles de apertura. Extraído de: <https://edu.glogster.com/glog/el-microscopio/22kody45wc0?=&glogpedia-source>.

- Fuente luminosa: se ubica en el pie del microscopio y emite rayos de luz que hacen posible visualizar el preparado.

### Precauciones generales en el uso del microscopio óptico:

- Siempre que se desee trasladar el microscopio se deberá tomar por el brazo o columna con una mano y por la base con la otra. Antes de levantar el instrumento se deberá verificar que los tornillos que sostienen la parte óptica estén bien ajustados y que la misma no se encuentre floja.
- Nunca se deberá transportar al microscopio invertido ni demasiado inclinado, puesto que se corre el riesgo de que se caigan los oculares que no se encuentren fijos al aparato.
- Siempre que se desee limpiar las lentes de los objetivos u oculares se utilizará papel tissue. De ningún modo se empleará pañuelo personal o los dedos, dado que se puede dañar la superficie óptica.
- Una vez concluido el uso del instrumento, se deberá **apagar la fuente de luz** del microscopio y **colocar el objetivo de menor aumento sobre el eje óptico** de observación. **NUNCA se dejará el microscopio con el objetivo de mayor aumento en la posición de observación.**
- Los oculares poseen distancia regulable entre los mismos y un dispositivo graduado que indica la separación conveniente para cada observador, según la distancia interpupilar, lo cual se deberá tener en cuenta al momento de usar el microscopio. Siempre que se utilice un M.O. binocular el observador deberá poder visualizar una sola imagen utilizando ambos ojos.
- Siempre se deberá cubrir el microscopio con la funda correspondiente, una vez terminada la tarea de observación.

### Formación de la imagen

La imagen que proporciona un microscopio óptico es producto de los rayos luminosos que hacen contacto con el objeto observado. Éstos, una vez emitidos por la fuente luminosa, pasan por el diafragma y el condensador, antes de atravesar la muestra ingresando a través de la apertura de la platina.

El objetivo, la lente que se encuentra por encima de la muestra, recoge los rayos reflejados por ésta y proyecta una imagen real, invertida y aumentada hacia el tubo. Ésta es recogida por el ocular formándose otra imagen que es la que visualizará el observador. Ésta última es la **imagen final del microscopio óptico** que es **VIRTUAL, INVERTIDA Y AUMENTADA.**



## Propiedades de las lentes

### Aumento total (AT)

Como ya se mencionó, el aumento total se refiere a la cantidad de veces que se aumenta la imagen de un objeto respecto de su tamaño real, gracias a un instrumento de observación. Dicho de otra manera, el aumento total representa la relación existente entre el tamaño real del objeto y la imagen producida por el instrumento utilizado para observarlo. Se calcula, como ya se indicó más arriba, multiplicando el aumento del ocular por el aumento del objetivo.

### Límite de Resolución (LR)

Es la mínima **DISTANCIA** que deberá existir entre dos puntos para que puedan ser visualizados por separado y no como uno solo. Por ejemplo: si dos partículas se encuentran separadas entre sí a una distancia de 0,4  $\mu\text{m}$  se podrán ver de esta manera (separadas), siempre que el LR del instrumento usado es de 0,3  $\mu\text{m}$ , mientras que si fuesen examinadas por un instrumento cuyo LR es 0,5  $\mu\text{m}$ , aparecerán unidas, como si fuese una sola partícula de mayor tamaño, pero no dos partículas individuales.

$$LR = \frac{0,61 \cdot \lambda}{AN}$$

LR: límite de resolución  
 0,61: constante de proporcionalidad  
 $\lambda$ : longitud de onda de la luz  
 AN: apertura numérica

### Poder de Resolución (PR)

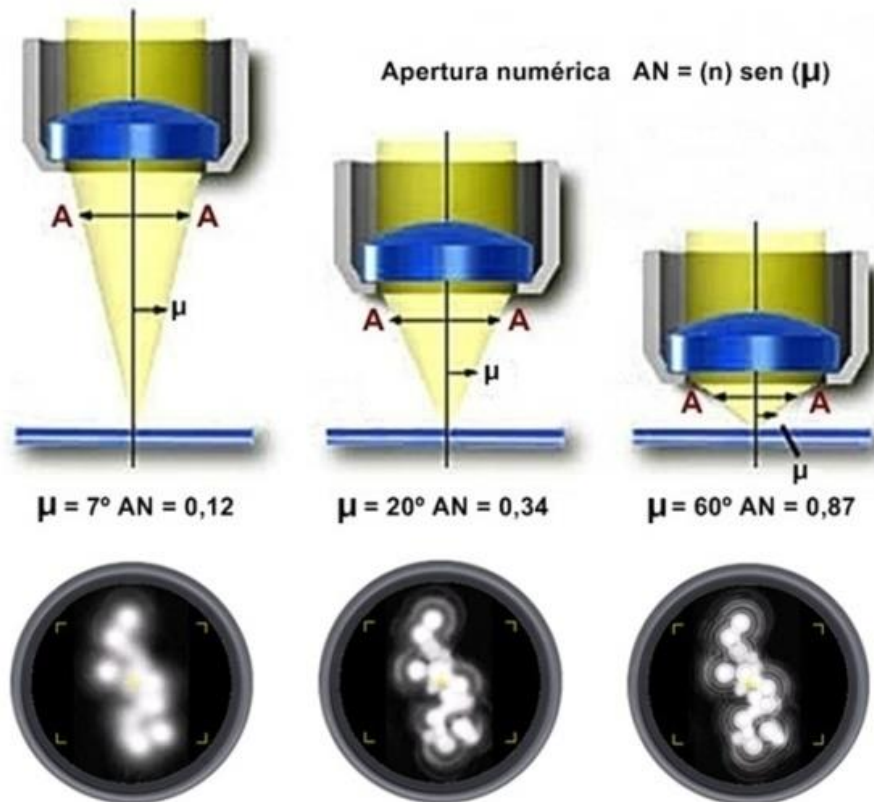
Es la **CAPACIDAD** del instrumento para poder separar dos puntos situados uno muy cerca del otro y dar de ellos una imagen definida y clara.

$$PR = \frac{1}{LR} = \frac{AN}{0,61 \cdot \alpha} = \frac{n \cdot \text{sen } \alpha}{0,61 \cdot \alpha}$$

PR: poder de resolución  
 LR: límite de resolución  
 AN: apertura numérica  
 $\alpha$ : semiángulo de apertura del cono luminoso que penetra en la lente frontal del objetivo  
 n: índice de refracción del medio interpuesto entre el objetivo y el preparado a observar

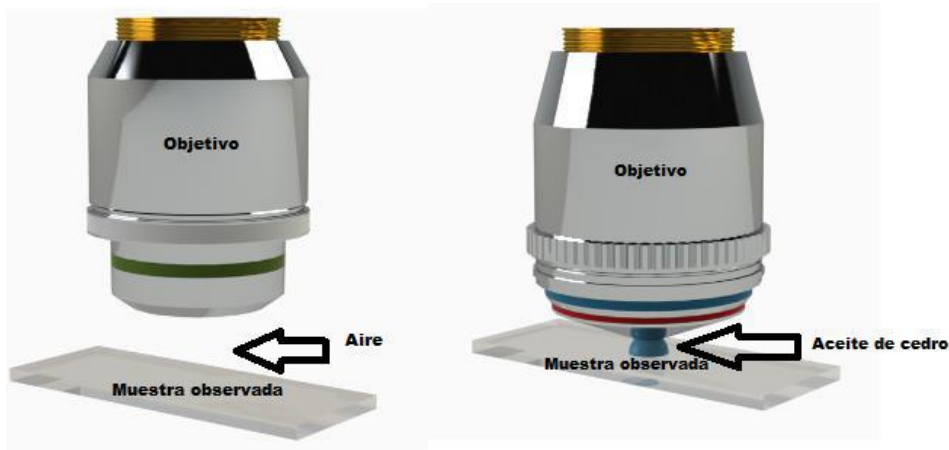
### Apertura numérica AN (Fig. 7)

Es el tamaño del cono de luz que llega al objetivo luego de atravesar la muestra.



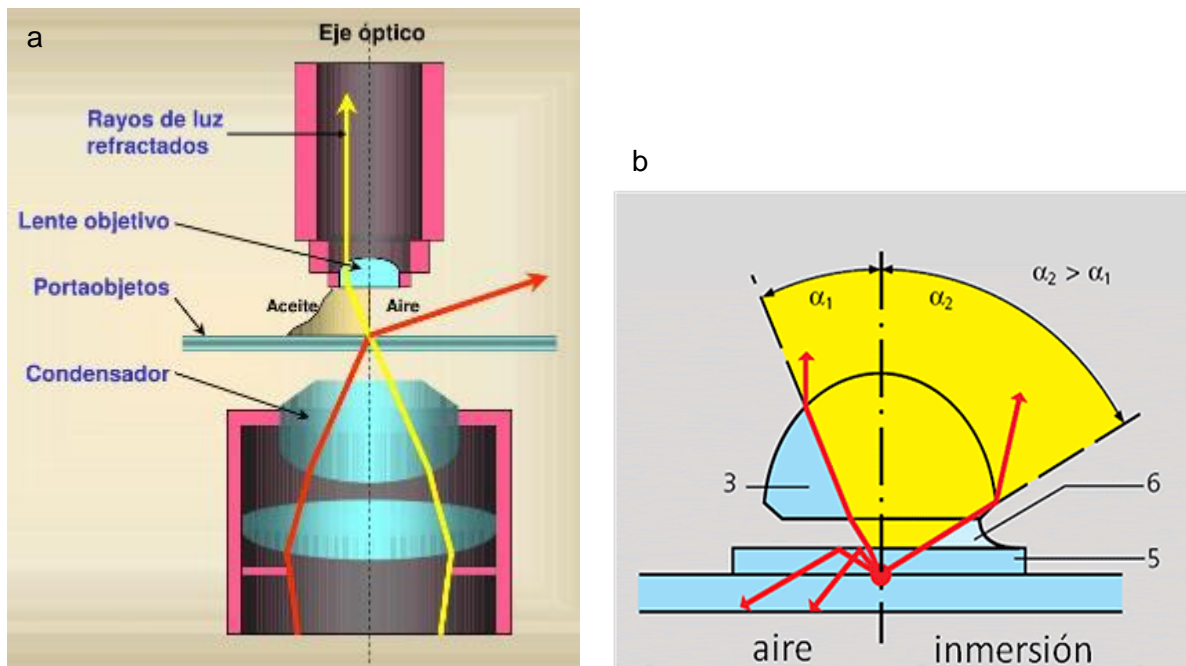
**Figura 7.** Cono de luz que atraviesa la muestra y llega a los objetivos del microscopio óptico. Imagen extraída de <https://histoptica.wordpress.com/resolucion-en-microscopios/>.

La apertura numérica es importante porque determina la capacidad del instrumento de dar detalles finos con un determinado objetivo. Esta magnitud no solo tiene en cuenta el tamaño del cono luminoso, sino también el índice de refracción del medio que se interpone entre la lente del objetivo y la muestra. El índice de refracción se entiende como la diferencia entre la velocidad de la luz al vacío y de otro medio que se quiere calcular. Este medio puede ser aire, en los objetivos a seco (no se coloca ninguna sustancia entre el objetivo y la muestra), o aceite de cedro, que se coloca entre la lente del objetivo de inmersión y la muestra (**Fig. 8**).



**Figura 8.** Izquierda: Objetivo a seco, se observa que entre el objetivo y la muestra existe una película de aire. Derecha: Objetivo a inmersión, se observara que el objetivo de 100X está en contacto con la muestra mediante el uso de aceite de cedro, el cual presenta índice de refracción similar al vidrio.  
 Imágenes extraídas de: <https://www.mundomicroscopio.com/objetivo/> y modificadas

La colocación del **aceite de cedro** aumentará la **apertura numérica del objetivo** y logrará que éste brinde imágenes con mayor detalle. El aceite **permite la concentración de los rayos luminosos sobre la muestra**, impidiendo que se dispersen al atravesarla (Fig. 9).



**Figura 9.** a. Refracción de la luz a través del aire y del aceite de inmersión. A la izquierda, el espacio entre el cubreobjeto (5) y el objetivo (3) es ocupado por el aire. A la derecha, el espacio es ocupado por un líquido de inmersión (6). Imagen extraída de: <https://es.slideshare.net/Yosdaly/diapositiva-plan-microscopio>.

La **AN** se calcula con la siguiente fórmula:

$$AN = n \operatorname{sen} \alpha$$

$n$  = índice de refracción del medio interpuesto entre el objetivo y el preparado a observar.

$\alpha$  = semiángulo de apertura del cono luminoso que penetra en la lente frontal del objetivo.

Ejemplos de índices de refracción:

$n$  (aire) = 1

$n$  (agua) = 1,33

$n$  (aceite) = 1,51

$n$  (vidrio) = 1,52

Para aumentar el poder de resolución del microscopio se dispone de dos recursos:

1. Aumentar su apertura numérica (AN).
2. Disminuir la longitud de onda ( $\lambda$ ) de la luz utilizada.

El aumento de la AN se puede lograr interponiendo entre el objetivo y la muestra una sustancia de índice de refracción mayor que el aire y similar al vidrio, como por ejemplo el aceite de cedro. De este modo se aumenta considerablemente la luminosidad, ya que los rayos luminosos no se desvían y llegan a la lente frontal del objetivo un mayor número de ellos. La disminución de la longitud de onda se puede lograr trabajando con luz monocromática azul-violeta (468 nm) en lugar de luz amarilla-verdosa (574 nm).

## MÉTODOS DE EXAMEN

Las muestras que se observen al microscopio deberán reunir algunas condiciones como ser delgadas y presentar contraste.

Existen distintos métodos de examen de las muestras:

### Examen inmediato, *In vivo*:

Este método de examen permite visualizar células o tejidos en estado vivo. Además, es posible observar con él movimientos celulares. Sin embargo, tiene limitaciones respecto a

que los objetos observados deberán ser transparentes y muy delgados. El empleo de este tipo de metodologías no es el adecuado para la observación de detalles estructurales de las células, ni tampoco se pueden hacer observaciones prolongadas del preparado. A veces, en los exámenes in vivo, se procede a realizar coloraciones vitales. Es decir, con colorantes muy diluidos que no matarán a las células en observación. Uno de estos colorantes es el verde de Jano, que permite observar las mitocondrias de las células, teñidas de color verde.

### **Examen mediato, *In vitro* o *post-mortem*:**

Los componentes de la estructura celular poseen, en general, la misma propiedad de refractar la luz. En consecuencia, no se pueden diferenciar al ser observados al microscopio óptico, sin una coloración previa. Es por esto que se utilizan colorantes que generan un mayor contraste entre ellos, lo cual permite una mejor observación. Antes de cualquier coloración es necesario realizar una fijación de la estructura de las células que constituyen la muestra. Dicha fijación da muerte a las células del preparado conservando su estructura y composición química similar al estado vivo.

### **Tipos de preparaciones citológicas**

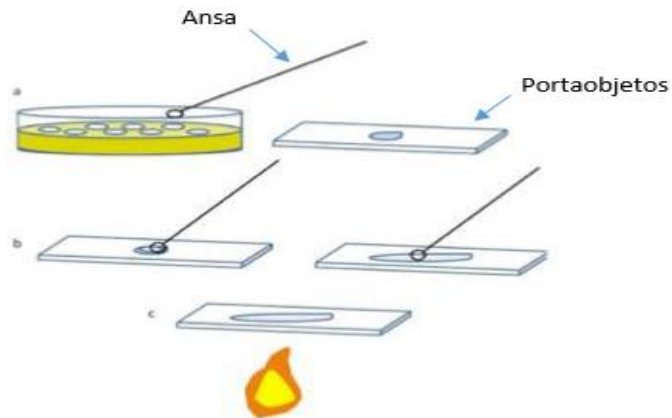
Existen dos tipos de preparaciones citológicas:

**Temporales:** se realizan al momento de la observación para luego desecharse. Si bien son fáciles de preparar tienen la limitación de no poder conservarse por demasiado tiempo, además de que tampoco permiten un estudio detallado del material que se observa.

**Permanentes:** se conservan por mucho tiempo y brindan la posibilidad de un estudio detallado y profundo de la muestra. Sin embargo, para realizar estas preparaciones citológicas, se requiere de técnicas más complejas y prolongadas.

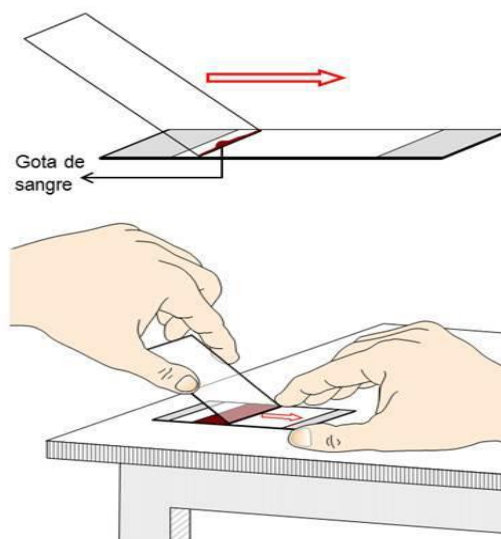
### **Técnicas de preparación de muestras**

**Frotis (Fig. 10):** se utiliza para preparar muestras provenientes de suspensiones celulares como bacterias, levaduras (hongos), células de mucosas como la bucal, etc. Para realizar esta técnica se toma un portaobjetos y con un ansa o hisopo se extiende sobre el vidrio del mismo el material a estudiar. Se puede observar directamente o, de ser necesario, se deberá fijar y colorear.



**Figura 10.** Confección de un frotis: a) Con un ansa se toma un poco de muestra y se deposita en el portaobjetos b) Se distribuye la muestra sobre el vidrio del portaobjetos con el ansa c) Se fija, en este caso, con calor a la llama. Imagen extraída de: <https://paesteamesper.tk/34> y modificada.

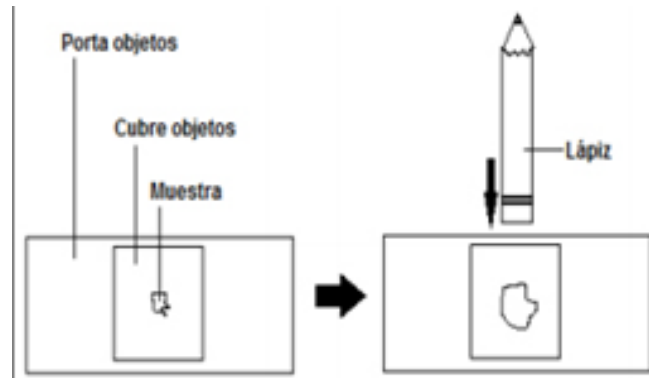
**Extendido de sangre (Fig. 11):** la técnica consiste en colocar una gota de sangre en el extremo de un portaobjetos y “extenderla” con la ayuda de otro portaobjetos. Éste último se colocará delante de la gota, inclinado con un ángulo de 45° respecto de la superficie del vidrio. Luego de realizar un leve movimiento hacia atrás, con el fin de hacer contacto con la sangre, se moverá hacia el extremo opuesto a la gota. Posteriormente, se debe realizar fijación y coloración.



**Figura 11.** Técnica para realizar un extendido de sangre. Imagen extraída de: <http://www.ehu.es/immunologia/cells/leucocitos/>

**Aplastamiento o “squash” (Fig. 12):** se coloca el material que constituye la muestra, y que previamente fue ablandado, entre un portaobjetos y un cubreobjetos. Luego

se presiona fuertemente con el dedo para dispersar el material, o con la ayuda de la parte posterior de un lápiz o lapicera, dando pequeños golpes y cuidando de que no se rompa el cubreobjetos. Se puede observar de modo directo o, de ser necesario, previa fijación y coloración.



**Figura 12.** Técnica de aplastamiento o squash. Imagen extraída de <http://peces.ens.uabc.mx/bcym/practica/PRACTICA02.html>

### Preparados histológicos (de tejidos):

#### Temporales

- Se hace un corte en el material con un bisturí para obtener una superficie lisa, aplicando el filo del bisturí de forma suave y uniforme sobre la superficie del material.
- Cuando el material está demasiado hidratado se debe emplear, previamente, alcohol de mediana concentración para deshidratarlo.
- Los cortes obtenidos se colocan en el centro de un portaobjetos, al que previamente se le colocó una gota de agua. Para ello, es necesario contar con un pincel de pelo fino, humedecido con agua, que servirá para depositar la muestra en el vidrio.

#### Permanentes

Existen técnicas que frecuentemente se deben utilizar para la realización de preparados permanentes:

- **Fijación:** consiste en matar rápidamente a la célula, conservando su estructura y composición química. Se puede realizar mediante métodos físicos o químicos.

- **Inclusión:** consiste en infiltrar el material con una sustancia que, luego de su enfriamiento, logra endurecer la muestra, facilitando la realización de cortes más finos. La sustancia mayormente empleada para realizar inclusión en microscopía óptica es la parafina.
- **Corte:** deben ser lo más delgados posible, para que los rayos luminosos del microscopio óptico puedan atravesar la muestra. Para lograr los cortes requeridos en microscopía óptica se utilizan unos instrumentos llamados micrótomos, que realizan cortes muy finos del material. Los microscopios electrónicos (más sofisticados que el óptico y que se describirán más adelante) requieren muestras cortadas con ultramicrótomos, que posibilitan cortes ultra finos.
- **Coloración:** permite destacar diferentes estructuras aumentando el contraste entre ellas.
- **Montaje:** es la adhesión del material en el portaobjetos, usando sustancias que inhiben la desecación del material.

### Reactivos utilizados en las técnicas de microscopia

#### Fijadores:

Matan rápidamente a la célula y conservan su estructura y composición química semejante al estado vivo, impiden alteraciones post – mortem:

1. **Químicos:** coagulan o precipitan las proteínas y endurecen los tejidos. Los más usados en microscopía óptica son alcohol etílico y formol. En microscopía electrónica se usa el tetróxido de osmio y el glutaraldehído.
2. **Físicos:** detienen los procesos vitales por aplicación de calor, congelación o desecación al aire.

#### Colorantes:

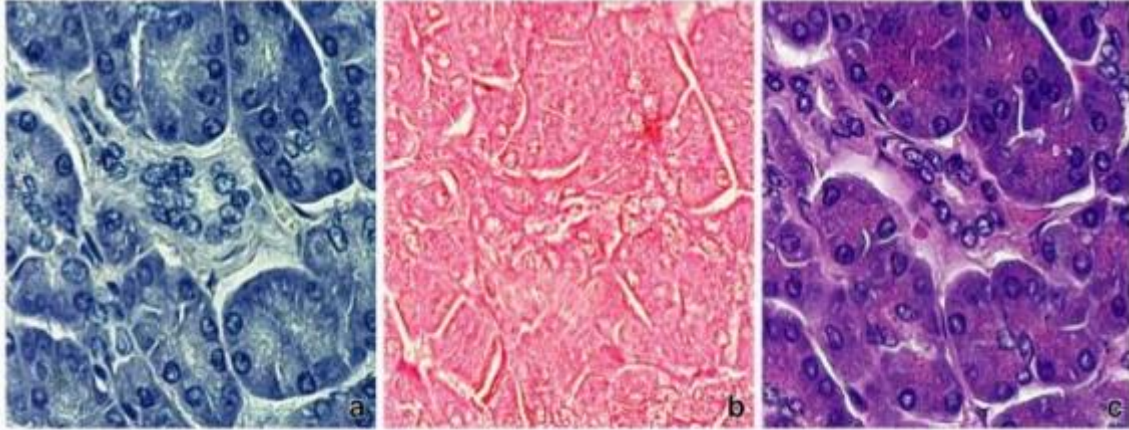
Tiñen selectivamente ciertas estructuras que de otro modo no serían visibles al microscopio. En la **Fig. 13** se presenta un ejemplo de coloración básica (con hematoxilina), ácida (con eosina) y neutra (combinación hematoxilina-eosina).

Según su grupo cromóforo (el que da color) pueden ser:

1. **Ácidos:** son colorantes citoplasmáticos: eosina, azul de anilina.



2. Básicos: son colorantes nucleares: azul de metileno, azul de toluidina, cristal violeta, hematoxilina.
3. Neutros: tiñen el núcleo de un tono y el citoplasma de otro: eosinato de azul de metileno, rojo neutro, rojo fenol, hematoxilina-eosina.



**Figura 13.** Imágenes de células teñidas con diferentes colorantes y vistas al microscopio óptico; a. Coloración con Hematoxilina (colorante básico), b. Coloración con Eosina (colorante ácido) y c. Coloración con Hematoxilina-Eosina (colorante neutro). Imagen extraída de:

<https://pt.slideshare.net/RosiVallejo/coloraciom-hematoxilina-eosina-y-medios-de-montaje/5>

Para los casos de coloración vital se emplean: alizarina, rojo neutro, verde Jano y azul de metileno.

### Microscopio electrónico

En 1932, Bruche y Johnson construyeron el primer microscopio electrónico reemplazando las lentes por bobinas electromagnéticas. Este tipo de microscopio, utiliza un flujo de electrones en lugar de luz y consta de un "tubo de rayos catódicos", el cual debe mantenerse al vacío. En microscopía electrónica se emplean soluciones de metales pesados (Pb, Os). La mayoría de las técnicas de coloración no pueden aplicarse a células vivas.

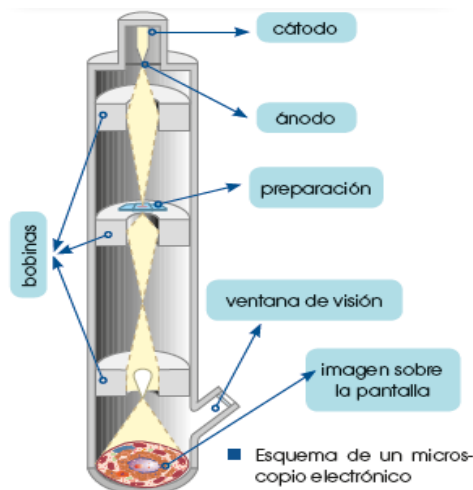
Todos los microscopios electrónicos cuentan con varios elementos básicos. Disponen de un cañón que emite los electrones que chocan contra el espécimen o muestra, creando una imagen aumentada. Se utilizan lentes magnéticas para crear campos que dirigen y enfocan el haz de electrones, ya que las lentes convencionales utilizadas en los microscopios ópticos no funcionan con estas partículas. La explicación que tiene el requerimiento de vacío dentro de este instrumento es que los electrones, si hubiese aire, chocarían con las partículas

de éste y se desviarían. Por último, todos los microscopios electrónicos cuentan con un sistema que registra o muestra la imagen que producen los electrones.

## Tipos básicos de microscopios electrónicos

### Microscopio electrónico de transmisión (MET)

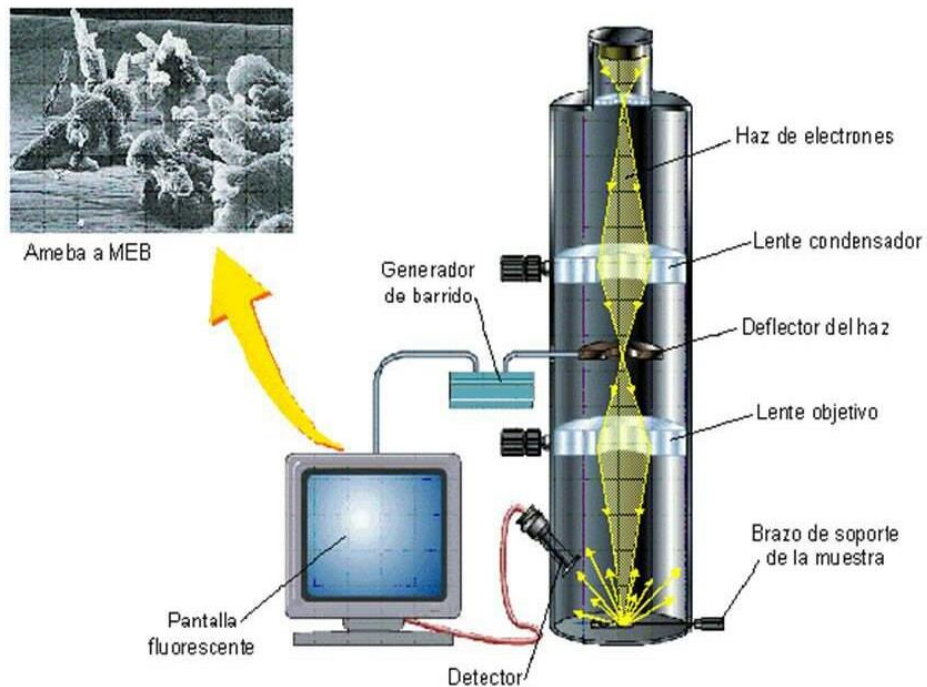
Permite la observación de muestra en cortes ultrafinos. Un MET (**Fig. 14**) dirige el haz de electrones hacia el objeto que se desea aumentar. Una parte de los electrones rebotan o son absorbidos por el objeto y otros lo atraviesan, formando una imagen aumentada del espécimen. Para utilizar un MET debe cortarse la muestra en capas muy finas, no mayores de un par de miles de Ångström. Se coloca una placa fotográfica o una pantalla fluorescente detrás del objeto para registrar la imagen aumentada. Los microscopios electrónicos de transmisión pueden aumentar un objeto hasta un millón de veces.



**Figura 14.** Microscopio electrónico de transmisión. Imagen extraída de: <https://www.traohh.com/2017/01/microscopia-electronica.html>

### El microscopio electrónico de barrido (MEB).

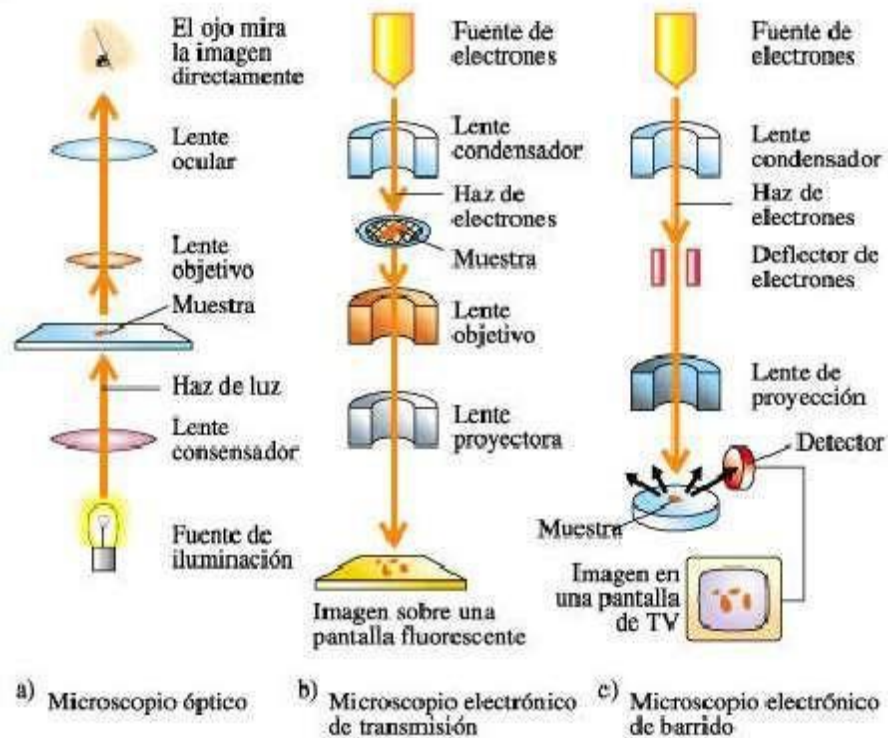
Este microscopio produce imágenes de la superficie de la muestra, dado que sobre ella realiza un “barrido” con un haz de electrones. Este barrido se consigue produciendo, en la columna del instrumento, una diferencia de potencial que genera una aceleración de los electrones. Cuando el material a analizar está siendo barrido por el haz de electrones, algunos de ellos rebotan y son detectados por sensores, que posibilitan que se forme una imagen de la superficie del espécimen (**Fig. 15**). En la tabla 1 y en la **Fig. 16** se observa una comparación entre microscopio óptico y electrónico de transmisión y barrido.



**Figura 15.** Microscopio electrónico de barrido (MEB). Imagen extraída de <https://unabiologaenlacocina.wordpress.com/2014/06/30/microscopiaelectronicaorigenes-y-evolucion-historica/> y modificada.

**Tabla 1. Comparación entre Microscopio Óptico y Electrónicos de Transmisión y Barrido.**

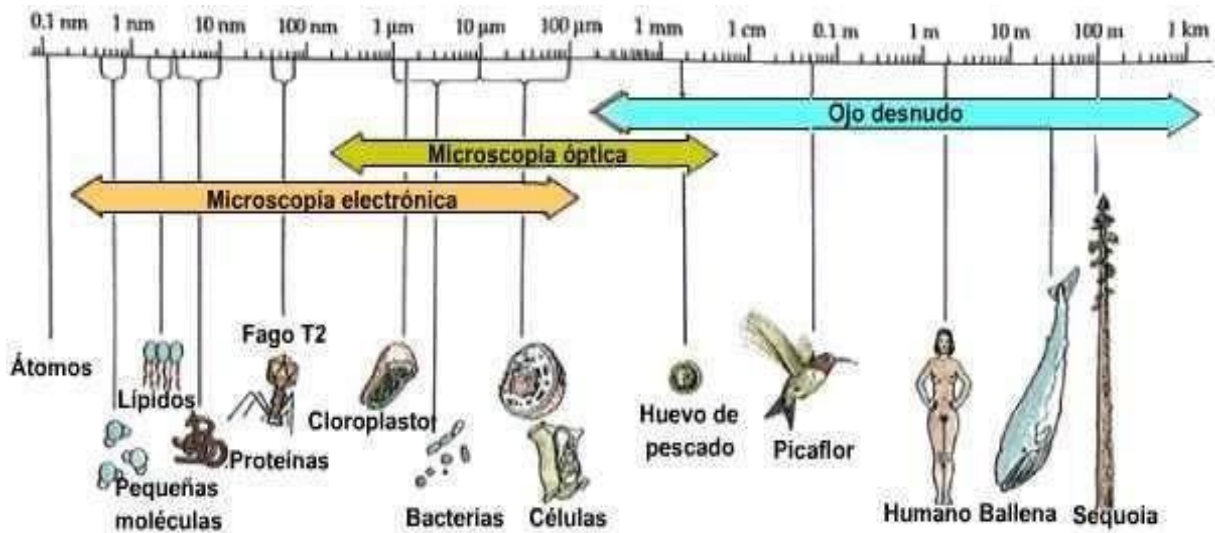
	<b>Microscopio Óptico</b>	<b>Microscopio Electrónico de Transmisión</b>	<b>Microscopio Electrónico de Barrido</b>
<b>Fuente de energía</b>	Lámpara de incandescencia	Filamento de tungsteno	Filamento de tungsteno
<b>Imagen dada por</b>	Refracción de rayos luminosos	Dispersión de electrones	Barrido de electrones
<b>Tubo</b>	Aire	Vacío	Vacío
<b>Guía de radiación</b>	Lentes	Bobinas electromagnéticas	Bobinas electromagnéticas
<b>Material biológico</b>	Vivo o muerto	Muerto	Muerto
<b>Límite de resolución</b>	0.25 $\mu\text{m}$	0.4-3 $\text{\AA}$	60 $\text{\AA}$
<b>Longitud de onda</b>	5000 $\text{\AA}$	0.05 $\text{\AA}$	0.05 $\text{\AA}$
<b>Aumento</b>	1000-1500	750.000-1.000.000	200.000
<b>Fijadores</b>	FAA/Carnoy	Glutaraldehído Tetróxido de osmio	No es necesario. Se puede utilizar FAA
<b>Inclusión</b>	Parafina/Resina epoxi	Resina/Epoxi acrílico	No
<b>Corte</b>	Mano alzada/Micrótomo	Ultramicrótomo	No
<b>Espesor de corte</b>	5-10 $\mu\text{m}$	100-900 $\text{\AA}$	No



**Figura 16.** Comparación entre microscopio óptico y microscopios electrónicos de transmisión y de barrido. Extraída de Curtis & Barnes. Biología. 6a Edición. Editorial Médica Panamericana

### Tamaño de estructuras biológicas

Los biólogos estudian muestras de diferentes tamaños, desde moléculas con diámetros menores a 1nm, hasta organismos de varios metros de longitud. Para ello utilizan distintos instrumentos de observación, como se muestra en la **Fig. 17**.



**Figura 17.** Medidas de la materia viva e instrumentos de observación adecuados. Imagen extraída de [www.biologia.edu.ar/cel\\_euca/celula1.htm](http://www.biologia.edu.ar/cel_euca/celula1.htm)

## Objetivos

- Identificar parte mecánica y óptica del microscopio óptico.
- Reconocer diferencias entre microscopio estereoscópico, microscopio óptico y microscopio electrónico (de transmisión y barrido).
- Aprender a utilizar el microscopio óptico comprobando la función de cada parte.
- Reconocer y practicar algunas técnicas de preparación de muestras.
- Conocer fundamentos de microscopía electrónica.
- Observar al microscopio óptico células de diferentes dominios y reinos.

## Temario que el estudiante debe conocer

Conceptos de microscopía de esta guía. Es decir, el material teórico precedente a esta actividad práctica: Tipos de microscopio: estereoscópico o lupa y óptico o compuesto. De éste último, parte mecánica y parte óptica. Formación de la imagen. Propiedades de las lentes (Aumento total, Límite de resolución y Poder de resolución). Métodos de examen. Inmediato y mediato. Tipos de preparaciones citológicas: temporales y permanentes. Técnicas de preparación de muestras: frotis, extendido y aplastamiento o squash. Preparados histológicos: temporales y permanentes (fijación, inclusión, corte, coloración y montaje). Reactivos utilizados en técnicas de microscopía: fijadores y colorantes. Microscopía electrónica: tipos: microscopio electrónico de transmisión y de barrido. Clasificación de los organismos:

dominios, reinos, características generales. Célula procariota y eucariota, características generales y diferencias fundamentales entre las mismas. Célula animal y vegetal.

Video de YouTube sugerido “Cómo Funciona un Microscopio Electrónico” cuyo enlace es: <https://www.youtube.com/watch?v=iA3juNuFpTY&t=62s>

**Actividades a desarrollar**

**I. Actividades de Integración y repaso**

- 1) Complete el siguiente cuadro de contraste entre lupa (microscopio estereoscópico) y microscopio óptico.

	Lupa o microscopio estereoscópico	Microscopio óptico
Muestras		Delgadas y coloreadas
Imagen final		VIRTUAL, AUMENTADA, INVERTIDA
Lentes	Oculares y objetivos	
Luz	No atraviesa la muestra. No vemos estructuras internas	

- 2) Mencione todos los componentes de la parte mecánica de un microscopio óptico y explique la función de uno de ellos.
- 3) Explique por qué se utiliza aceite de cedro con el objetivo de inmersión.
- 4) Señale para qué sirven los fijadores y mencione los tipos que existen. Ejemplifique en cada caso.
- 5) Complete la tabla de acuerdo al instrumento más adecuado para poder observar las diferentes muestras propuestas.

Muestra a observar	Instrumento de observación más adecuado
Movimiento de un protozoo de vida libre (organismo unicelular).	
Estructura interna del flagelo de una bacteria.	
Superficie de un grano de polen.	
Detalles de los estambres de una flor de <i>Lillium</i> sp.	
Frotis bacteriano coloreado.	



Pelos del tallo de una planta.	
Estructura del virus SARS-CoV-2.	
Extendido de sangre humana.	

## II. Actividades de laboratorio

### Materiales

Microscopio óptico

Microscopio estereoscópico

Portaobjetos

Cubreobjetos

Hojas de bisturí

Pinceles

Cuentagotas

Tijera

Aceite de cedro

Papel tisú

Papel de diario

Extendido de sangre humana

Hojas de *Egeria densa* (Elodea)

Muestras de Procariotas: alga espirulina y bacterias Gram+ y Gram –

Muestras de agua de la laguna del Jardín Botánico (UNSL) para observación de protistas

Muestras de líquenes y hongos de sombrero

### Metodología

1. **Observación de muestras utilizando el microscopio óptico con objetivos “a seco” y objetivo “a inmersión”**

#### A- Letra “e” con objetivos a seco

1. Coloque la letra “e” en un portaobjetos y utilizando un cuentagotas ponga una gota de agua sobre ella. Cubra con cubreobjetos evitando la formación de burbujas de aire.
2. Enfoque con el objetivo de menor aumento, para ello coloque el preparado sobre la platina del microscopio. Ubique el portaobjeto de modo que la letra “e” quede en el centro de la abertura de la platina. Emplee las pinzas de la misma para sostener el portaobjeto en posición. Mirando al microscopio desde un lado, y usando el tornillo macrométrico, suba lentamente la platina. Nunca permita que la lente del objetivo entre en contacto con el preparado. Algunos microscopios están provistos de topes mecánicos que evitan estos inconvenientes.
3. Ahora mire a través del ocular y baje lentamente la platina hasta que la impresión del periódico se haga visible. Si usted todavía no ve ninguna imagen, es que ha pasado la posición de foco correcta.
4. Vuelva a enfocar, mire el microscopio desde un lado, vuelva a la posición original y pruebe nuevamente. Cuando se ve una imagen de material impreso, el tornillo micrométrico debe ser rotado adelante y atrás, para obtener el mejor foco posible. Un ajuste adicional del diafragma, en muchos casos, mejorará la claridad de la imagen.
5. Compare la posición de la imagen de la letra “e” en el ocular con la posición de la misma sobre el portaobjeto. ¿Está al revés, o en la misma posición en que está si se ve a simple vista? Anote sus observaciones.
6. Observe el preparado con los restantes objetivos a seco. A medida que enfoca con los objetivos de 10 x y 40 x, establezca si el campo circular de visión va aumentando o disminuyendo con respecto al aumento de los objetivos.
7. Según las conclusiones a las cuales Ud. arriba, la relación entre el aumento del objetivo respecto al diámetro de campo de visión ¿es directa o inversa?
8. Dibuje la imagen observada con cada uno de los objetivos.

## **B. Observación de organismos de diferentes Reinos/Grupo**

### **1. Observación de células procariotas**

Bacterias: Observe con objetivo de inmersión bacterias: cocos y bacilos, a partir de preparados permanentes que se les entregarán. Al momento de girar el revolver se debe tener cuidado que los objetivos a seco no toquen el aceite de cedro, ya que resultarían dañados.

Realice un dibujo de lo observado. Registre tamaño celular aproximado, técnica empleada en la realización del preparado, coloración utilizada.



Cianobacterias. Coloque sobre un portaobjetos una gota de agua y vierta una pizca de preparado de alga *Spirulina* sp comercial, cubra con cubreobjetos. Observe a 40X y dibuje.

## 2. Observación de células eucariotas

### A- Células vegetales (*Egeria densa*)

- Con la ayuda de una pinza y bisturí, extraiga una hoja de elodea. Coloque el material en un portaobjetos y por encima una gota de agua.
- Coloque encima un cubreobjetos, evite que queden burbujas de aire entre portaobjeto y cubreobjeto.
- Realice la observación microscópica comenzando con el objetivo de menor aumento para luego ir pasando por los de mayor aumento, hasta el objetivo de 40X (objetivo a seco). Localice el área de la preparación más apta.
- Esquematice lo observado indicando: pared celular y cloroplastos.

### B- Protistas (algas y protozoos)

#### *Observación de protistas in vivo en muestras de agua dulce*

- Coloque una gota de agua estancada en un portaobjetos y cubra con un cubreobjetos. Observe con microscopio (10 X y 40 X). Distinga protistas pigmentados e incoloros. Dibuje lo observado.
- Indique el tipo de nutrición principal para ambos tipos de organismos.

### C- Hongos

- Observación de hongos unicelulares (levadura: *Saccharomyces cerevisiae*) · Coloque una gota de suspensión de levadura de cerveza en un portaobjetos y cubra con un cubreobjetos. Observe con microscopio (10 X) y dibuje lo observado. Reconozca células en gemación (tipo de reproducción asexual). Dibuje lo observado.
- Observación a ojo desnudo de hongos pluricelulares (División Basidiomycota, Reino Fungi) · Reconozca, en el hongo que se le proporcionará, el pie, sombrero y las laminillas (lugar en el que se producen esporas de origen sexual). Dibuje lo observado.

## D- Células Animales

### *Extendido de sangre humana*

- Observe el extendido permanente de sangre humana utilizando el objetivo de 100 X.
- Realice un dibujo de las células del extendido. Registre tamaño celular aproximado, técnica empleada en la realización del preparado permanente, coloración utilizada.

Para cada una de las observaciones realizadas durante este trabajo práctico indique, teniendo en cuenta el organismo al que pertenecen, lo siguiente:

- ❖ Dominio y Reino o grupo.
- ❖ Tipo de nutrición.
- ❖ Presencia o ausencia de pared celular. En caso de estar presente indique su composición química.
- ❖ Presencia o ausencia de núcleo.
- ❖ Presencia o ausencia de cloroplastos.
- ❖ Unicelular o pluricelular.

## E- Observación de materiales biológicos utilizando el microscopio estereoscópico

Coloque sobre la platina del microscopio estereoscópico el material biológico que se le haya suministrado para observar (insecto, flor, raicilla). Describa la imagen final obtenida.

## Bibliografía

- Alberts B., Johnson, Lewis AJ., Raff M., Roberts K. y Walter P. (2004). *Biología Molecular de la Célula*. Editorial Omega.
- Becker W. M., Kleinsmit L. J., Hardin J. (2006). *El mundo de la célula*. Editorial Addison Wesley autorizado por Pearson Educación, S.A.
- Brock T., Madigan M. (1993). *Microbiología*. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Campbell NA., Reece JB. (2007). *Biología*. Editorial Panamericana.
- Curtis H. (2008). *Biología*. Editorial Panamericana.
- De Robertis EMF., Hib J. y Ponzio R. (1998). *Biología Celular y Molecular*. Editorial El Ateneo.
- Junqueira LC., Carneiro J. (2000). *Histología Básica*. Editorial Panamericana.
- Moglia, M., Daguerre, A., Calderon, M., Nuñez Sada, M., Floriani, F. e Isaguirre, A. (2021). *Guía de trabajos prácticos de Biología General y Celular*. Nueva Editorial Universitaria-UNSL.

Purves WK., Sadava D., Orians GH. y Heller HC. (2003). *La ciencia de la biología*, Vida. Editorial Médica Panamericana

**TRABAJO PRÁCTICO N°2**  
**MEMBRANA CELULAR (MC)**  
**ESTRUCTURA Y FUNCIÓN (Transporte)**  
**GUÍA DE ACTIVIDADES**

**Objetivos**

- Describir la estructura de las membranas biológicas.
- Comprender la importancia fisiológica de los mecanismos de transporte.
- Visualizar el fenómeno de ósmosis.
- Analizar el comportamiento de células animales y vegetales frente a soluciones de diferente presión osmótica.
- Diferenciar los distintos tipos de transporte activo.
- Identificar algunos factores que afectan la integridad de las membranas biológicas.

**Temario que el estudiante debe conocer**

Membrana plasmática. Estructura. Mecanismos de transporte. Transporte pasivo. Ósmosis. Soluciones isotónicas, hipotónicas e hipertónicas. Efectos de las soluciones y de la temperatura sobre diferentes tipos celulares eucariotas. Transporte activo. Diferencias entre transporte pasivo y transporte activo.

**Actividades a desarrollar**

**Materiales**

Zanahorias	Tubos de ensayo	Termómetro
Catáfilas de cebolla	Probetas o pipetas de 5ml	Microscopio
Hojas de <i>Egeria densa (Elodea)</i>	Cajas de Petri	Baño de agua (70 °C)
Remolachas	Capilares	
	Pinzas	
Soluciones de cloruro de sodio (0,85 y 10%)	Gradillas	
Agua destilada	Sacabocados	
Azul de metileno	Vasos de precipitado (150- 200 ml)	
Cloruro de Sodio	Portaobjetos y cubreobjetos	
Azúcar	Lápices marcadores de vidrio	
Pinceles		

## Metodología

### 1. Ósmosis

- a) Cortar dos rodajas de zanahoria, colocarlas en cajas de Petri y añadir a una rodaja cloruro de sodio y a la otra azúcar; teniendo cuidado de cubrir toda la superficie de tejido expuesta. Dejar 30 minutos y describir lo observado.
- b) En base a los resultados obtenidos y con sus conocimientos de transporte a través de las membranas biológicas, fundamente el fenómeno observado. ¿Encuentra alguna diferencia entre ambas rodajas? Explique.

### 2. Comportamiento de células vegetales en soluciones salinas de diferentes concentraciones

#### A- Catáfila de Cebolla

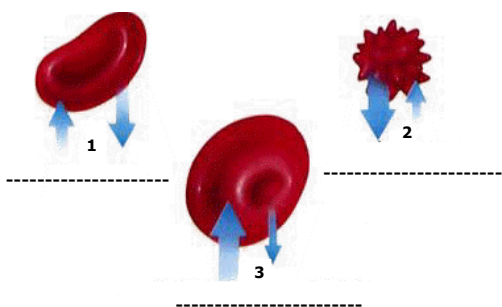
- a) Numerar dos cajas de Petri y colocar en cada una catáfilas de cebolla.
- b) A la caja nº 1 agregarle solución de NaCl al 10 % y a la nº 2 agua destilada.
- c) Colocar a cada muestra azul de metileno.
- d) Numerar dos portaobjetos y ubicar las muestras en los mismos con la ayuda de pinza y pincel. Tapar las muestras con cubreobjetos y después de 10 minutos observar al microscopio con 40X.
- e) Dibujar lo observado consignando la mayor cantidad de detalles posibles. Explicar en cada caso el fenómeno ocurrido.
- f) Predecir qué ocurrirá cuando a una catáfila de cebolla se la coloque en solución de NaCl al 0,85%.

#### B- Hojas de *Egeria densa* (Elodea)

- a) Numerar dos cajas de Petri y colocar en cada una 1 hoja de elodea.
- b) A la caja nº 1 agregarle solución de NaCl al 10 % y a la nº 2 agua destilada.
- c) Numerar 2 portaobjetos y ubicar las muestras en los mismos con la ayuda de pinza y pincel. Tapar las muestras con cubreobjetos observar al microscopio con 40 x.
- d) Dibujar lo observado consignando la mayor cantidad de detalles posibles. Explicar en cada caso el fenómeno ocurrido.

### 3.- Comportamiento de células animales en soluciones de diferentes concentraciones

a) El esquema siguiente (**Fig. 1**) muestra el comportamiento de los glóbulos rojos sometidos a las siguientes soluciones: NaCl al 0,85 %, solución de NaCl al 10 %, agua destilada. Indicar en cada caso a qué tipo de solución estuvieron expuestos. Investigue el transporte que utiliza.



**Figura 1.** Glóbulos rojos sometidos a soluciones con distintas concentraciones de soluto. Imagen modificada de [www.podotroclear.com](http://www.podotroclear.com)

### 4. Efecto de la temperatura sobre la fluidez de las membranas

- Extraer dos segmentos de remolacha (3 cm de largo) con un sacabocado (**Fig. 2**).
- Colocarlos en un vaso de precipitado y lavar con abundante agua corriente a fin de extraer el pigmento que se haya liberado de las células, producto de la rotura por extracción.
- Colocar los segmentos de remolacha en los tubos de ensayo rotulados del 1 al 2.



**Figura 2.** Extracción de segmentos de remolacha con sacabocado. Imagen extraída de: <http://academic.uprm.edu/~jvelezg/lab7.pdf>

- d) Al tubo 1, añadir 5 ml de agua destilada y colocarlo a temperatura ambiente por 30 min.
- e) Al tubo 2, añadir 5 ml de agua destilada y colocarlo en un baño de agua caliente a 70° C durante 30 min.
- f) Remover el segmento de remolacha de los dos tubos.
- g) Comparar la intensidad de color de las soluciones en los tubos.
- h) Colocar los resultados (intensidad de color vs. temperatura) en la siguiente tabla.

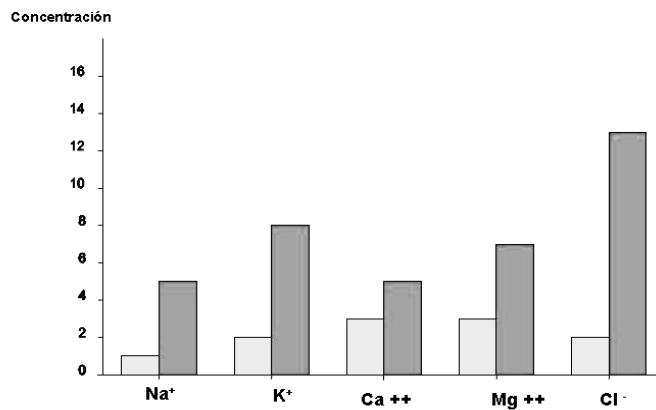
EFECTO DE LA TEMPERATURA		
Tubo	Temperatura	Intensidad de color de la solución
1		
2		

**Responda:**

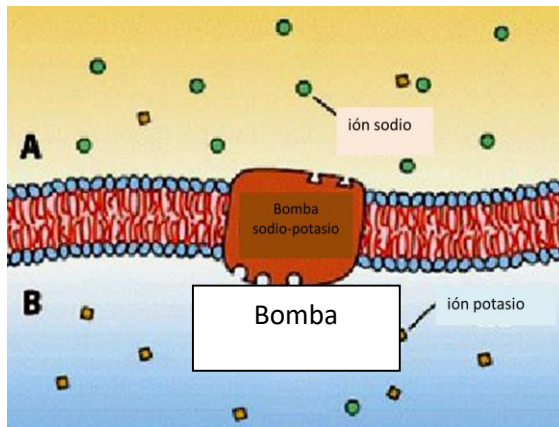
1. ¿Qué tubo mostró más intensidad de color?
2. ¿Qué indica la intensidad del color?
3. ¿Cómo afectan las temperaturas altas a las membranas celulares?
4. ¿Qué ocurre con las membranas celulares a temperaturas bajas?

**Actividades de integración y repaso**

- a) En la siguiente gráfica se representan las concentraciones relativas de diferentes iones en el agua de un lago (barras claras) y en el citoplasma del alga *Nitella sp* que se encuentra abundantemente en el mismo (barras oscuras). ¿Qué tipo de transporte a través de la membrana permitirá tales diferencias en la concentración iónica entre las células y su medio circundante?



b) Observe el siguiente esquema:

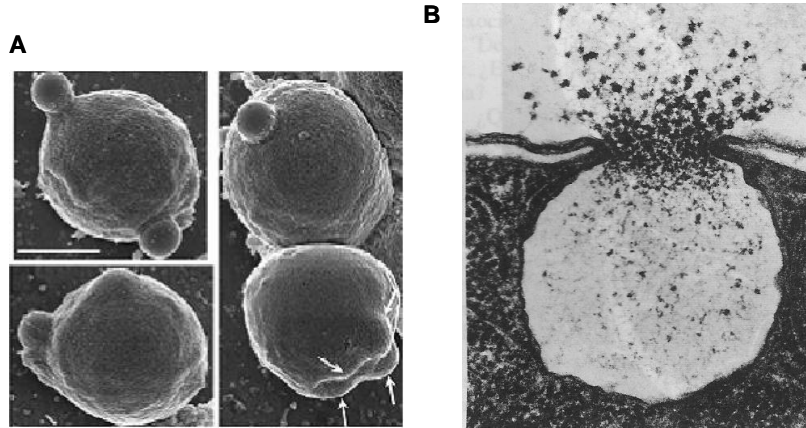


1. Establezca en la imagen cual es el medio extracelular y el intracelular.
2. ¿Qué tipo de transporte a través de membrana está involucrado en la relación esquematizada?
3. Explique la dirección del transporte de los iones indicados.
4. Justifique si es necesario o no, el uso de energía. ¿Qué molécula es la que contiene la energía, en el caso de que fuera necesaria?

c) Las siguientes figuras corresponden a micrografías obtenidas por microscopía electrónica, en ellas se observa:

- A. un glóbulo blanco fagocitando bacterias durante una respuesta de defensa del organismo.
- B. un segmento de una célula secretora en pleno proceso de liberación hacia el medio extracelular.





Imágenes extraídas de: Invitación a la Biología. H. Curtis, N Barnes. 4ª Edición.

**Responda:**

1. ¿Cómo se denominan los procesos que aparecen en las micrografías? Identificar cada uno de ellos.
2. ¿Por qué supone que en estos casos, no son utilizados mecanismos de transporte como la difusión simple o mediada por proteínas?
3. ¿Cómo se reemplazará la membrana utilizada para fabricar una vesícula que ingresa a la región citoplasmática como en **A**?
4. ¿Cómo se evitará que la célula crezca desmesuradamente al agregar las membranas de las vesículas que liberan sustancias al exterior como se ve en **B**?

**Actividad de integración y repaso**

Indique en la columna de la derecha los números correspondientes a cada tipo de transporte

1. Agua		ÓSMOSIS
2. Ca <sup>2+</sup> (entra a favor de gradiente)		
3. Esteroides		ENDOCITOSIS
4. Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )		
5. Benceno		
6. Glucosa		DIFUSIÓN FACILITADA A TRAVÉS DE CANALES IÓNICOS
7. Moléculas hidrofóbicas		
8. Vitaminas liposolubles		DIFUSIÓN SIMPLE
9. Alcoholes de bajo peso molecular		
10. Oxígeno (O <sub>2</sub> )		

11. Glicerol		
12. Na <sup>+</sup> (entra a favor de gradiente)		AQUAPORINAS
13. Proteínas grandes (entra)		
14. H <sup>+</sup> (sale en contra de gradiente)		BOMBA DE IONES
15. Na <sup>+</sup> (sale en contra de gradiente)		
16. Urea		TRANSPORTE ACTIVO SECUNDARIO-COTRASNPORTE
17. Sacarosa (entra en contra de gradiente)		
18. Cl <sup>-</sup> (sale en contra de gradiente)		DIFUSIÓN FACILITADA A TRAVÉS DE PROTEÍNAS TRANSPORTADORAS O CARRIERS
19. Nitrógeno (N <sub>2</sub> )		
20. K <sup>+</sup> (entra en contra de gradiente)		
21. K <sup>+</sup> (sale a favor de gradiente)		
22. Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup> (sale en contra de gradiente)		EXOCITOSIS
23. Proteína grande (sale)		

### Bibliografía

Campbell N. A., Reece J. B. (2007). *Biología*. Editorial Panamericana.

Curtis H. (2008). *Biología*. Editorial Panamericana.

Escudero, N. y Cangiano, A. (2013). *Guía de trabajos prácticos Biología Celular y Molecular*. Nueva Editorial Universitaria-UNSL.

Moglia M., Daguerre A., Calderon M., Nuñez Sada M., Floriani F. e Isaguirre A. (2021). *Guía de trabajos prácticos de Biología General y Celular*. Nueva Editorial Universitaria-UNSL.

Reyes H., Forestier D. (2004). *Guía de trabajos prácticos*. Departamento de Biología. Biol 3013. Universidad de Puerto Rico en Ponce.

## TRABAJO PRÁCTICO Nº3

### ORGANELAS: SISTEMA INTRACELULAR DE MEMBRANAS. CITOESQUELETO

#### GUÍA DE ACTIVIDADES

#### Objetivos

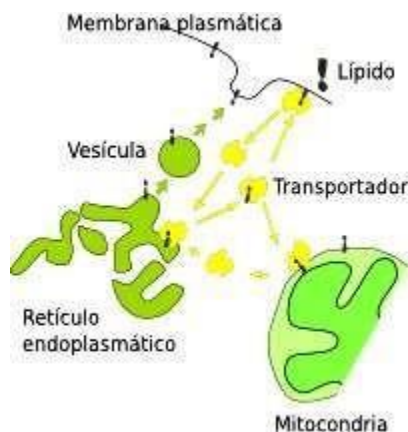
- Reconocer las organelas celulares representadas en un video educativo.
- Describir las organelas del sistema intracelular de membranas.
- Distinguir los componentes del citoesqueleto y explicar su estructura y función.
- Identificar las etapas del tránsito dinámico vesicular y su relación con el citoesqueleto.
- Resolver problemas utilizando los conocimientos adquiridos.

#### Temario que el estudiante debe conocer

Organelas e inclusiones. Sistema intracelular de membranas. Retículo endoplásmico, tipos morfológicos y funcionales. Ribosomas. Aparato de Golgi. Lisosomas. Vacuolas. Vesículas. Peroxisomas. Citoesqueleto: microtúbulos, filamentos intermedios, microfilamentos, septinas, centriolos, cilios y flagelos. Morfología y función de cada una de estas organelas.

#### Actividades a desarrollar

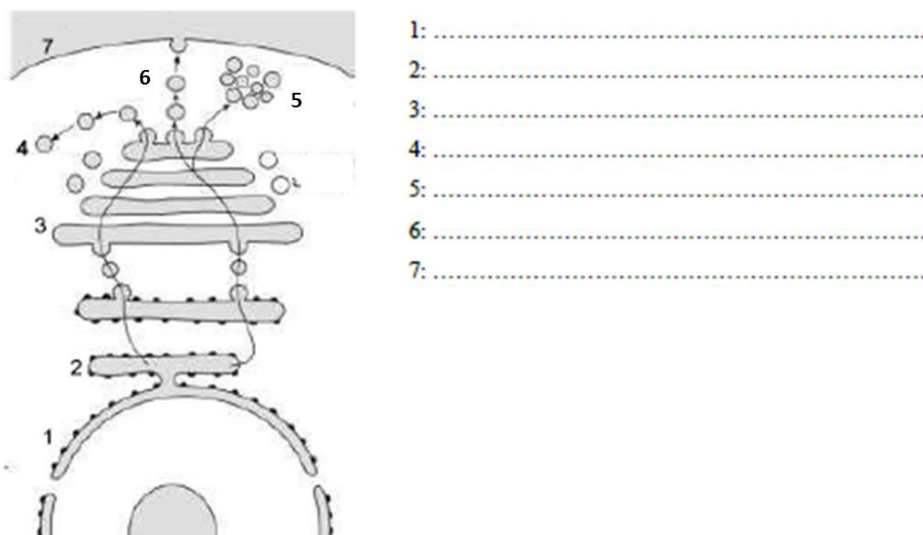
1. Observación del video educativo.
2. Reconocer las organelas celulares representadas en el video "The inner life of the cell" (BioVisions Harvard University. 2007, link: <https://youtu.be/dLkkc4xMcOU>).
3. El siguiente esquema (**Fig. 1**) muestra el transporte de lípidos sintetizados en el Retículo Endoplasmático Liso (REL) hacia los distintos destinos.



**Figura 1.** Imagen obtenida del sitio Web de la universidad de Vigo, España

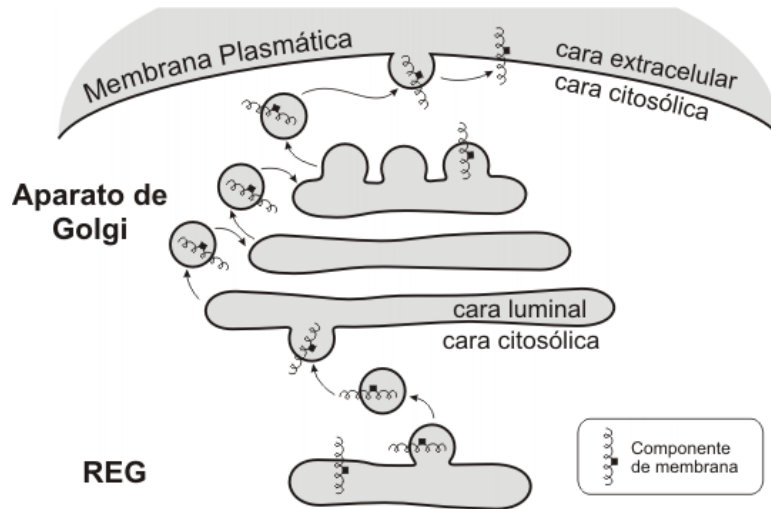
Responda. ¿De qué forma se dirigen los fosfolípidos sintetizados en el REL hacia las diferentes membranas celulares? ¿Cómo se mantiene la asimetría de las membranas en relación a la composición fosfolipídica?

4. En el siguiente esquema (**Fig. 2**) identifique las estructuras señaladas con números:



**Figura 2.** Imagen extraída de [www.genomasur.com](http://www.genomasur.com) y modificada

5. Ordene cronológicamente la siguiente secuencia de pasos en la síntesis de una glicoproteína de membrana plasmática:
- I. Síntesis y glicosilación de la proteína en el Retículo Endoplasmático Rugoso (RER).
  - II. Reconocimiento del péptido señal.
  - III. Modificación del terminal glucídico de la proteína en el aparato de Golgi.
  - IV. Unión del ARNm a ribosomas libres.
  - V. Formación de una vesícula de transporte en el Trans Golgi.
6. En la siguiente imagen (**Fig. 3**) se representa el itinerario de una glicoproteína perteneciente a la membrana plasmática desde su origen hasta su destino final. En este recorrido, el polipéptido debe transitar por los componentes del sistema de endomembrana. Según el dibujo, la cadena peptídica es representada por el espiral mientras que el cuadrado junto a ella, representa a la porción glucídica que forma parte de la glicoproteína en cuestión. Explique por qué una glicoproteína de membrana expone su porción glucídica hacia el medio extracelular. ¿Todas las glicoproteínas de membrana tendrán su porción glucídica en la cara extracelular?



**Figura 3.** Imagen extraída de <http://www.genomasur.com/lecturas/Guia05.htm>

7. Responda. ¿Cuáles son los posibles destinos que podría presentar una proteína sintetizada en ribosomas asociados al RER? ¿Qué destino tienen las proteínas sintetizadas en los ribosomas libres? Las proteínas sintetizadas en éstos últimos, ¿son glicosiladas?
8. Marque la/s opción/es correcta/s:
 

Un ejemplo de proteína sintetizada en ribosomas que se asocian a la membrana del RER es:

  - ( ) la trombina, proteína de secreción.
  - ( ) SREBP, proteína integral de la membrana del REL.
  - ( ) el receptor LDL, proteína de la membrana plasmática.
  - ( ) Histona, proteína asociada al ADN.
9. Identifique la organela esquematizada a continuación (**Fig. 4**). ¿Dónde son sintetizados sus constituyentes membranosos y su contenido? ¿Qué función tienen las proteínas ubicadas en su interior, mencionadas en el esquema? ¿Cómo describiría la membrana de esta organela? ¿A través de qué mecanismo mantiene el pH interno inferior al pH citoplasmático?

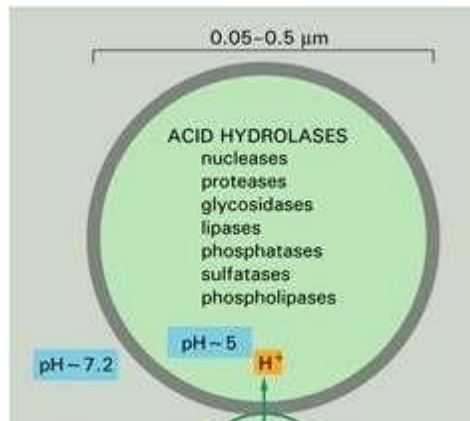


Figura 4. Imagen obtenida de Albert y col. 1998

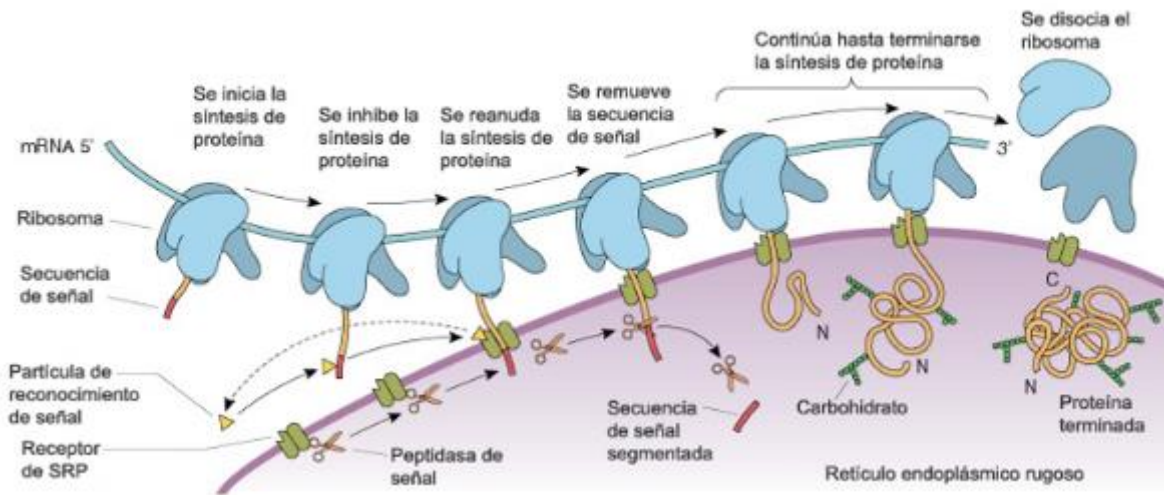
10. Compare estructuralmente y diferencie funcionalmente los siguientes orgánoides: peroxisomas, lisosomas, vesículas y vacuolas.
11. Realice un cuadro comparativo entre los componentes del citoesqueleto eucariota en cuanto a:

Componente del citoesqueleto				
Característica				
Proteínas componentes				
Estabilidad				
Polaridad				
Diámetro de las fibras				
Localización celular				
Funciones				

12. Observación del video “TRÁFICO INTRACELULAR”

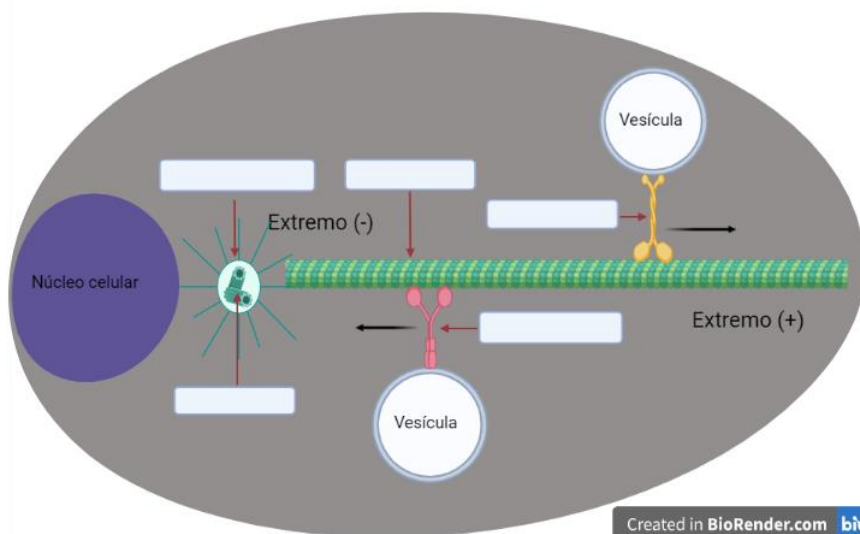
- a) Responda. ¿A qué tipo celular corresponde la célula que se observa? ¿Qué macromolécula sale del núcleo a través de los poros nucleares? ¿Hacia dónde se dirige? ¿Qué función va a cumplir?
- b) Tanto en el video como en la siguiente imagen (**Fig. 5**) se muestra cómo un ribosoma citosólico libre, se adosa al retículo endoplasmático para la síntesis de una proteína. Elabore un texto que explique la secuencia de dicho proceso usando los siguientes

términos: ribosomas libres, ARN mensajero, péptido señal para RER, traslocador, proteína integral de membrana, proteína en la luz del RER.



**Figura 5.** Imagen obtenida de <http://medicinaapuntes.blogspot.com/2014/05/reticulo-endoplasmatico-rugoso.html>

- c) Explique el procedimiento por el cual una vesícula se transporta desde una organela del sistema intracelular de membranas hacia otra organela del mismo sistema.
- d) Indique en la siguiente imagen (**Fig. 6**), completando cada recuadro, qué estructuras celulares están presentes. Además, establezca qué función realiza cada una de ellas y qué relación guardan entre sí. Relacione la formación de vesículas con la endocitosis, la exocitosis y el sistema intracelular de membranas.



**Figura 6.** Movimientos de vesículas mediante proteínas asociadas a los microtúbulos.



- e) Describa estructuralmente al aparato de Golgi. ¿Cuál es su función?
- f) Responda. ¿Cuál es el contenido interno del aparato de Golgi que le permite modificar las sustancias que a él le llegan?

### **Bibliografía**

Alberts B., Hopkin J., Lewis R., Roberts W. (2006). *Introducción a la Biología Celular*. Editorial Médica Panamericana.

Campbell N. A., Reece J. B. (2007). *Biología*. Editorial Panamericana.

Curtis H. (2008). *Biología*. Editorial Panamericana.

Lodish H., Berk A., Zipursky L., Matsudaira P., Baltimore D. y Darnel J. (2005). *Biología Celular y Molecular*. Editorial Médica Panamericana.

Moglia, M., Daguerre, A., Calderon, M., Nuñez Sada, M., Floriani, F. e Isaguirre, A. (2021). *Guía de trabajos prácticos de Biología General y Celular*. Nueva Editorial Universitaria-UNSL.

Purves W. K., Sadava D., Orians G. H. y Heller H. C. (2003). *La Ciencia de la Biología, VIDA*. Editorial Médica Panamericana.

### **Sitios web**

Liebler, J. (2007). The inner life of the cell (animation). *Harvard University*. Machamer, P., Darden, L., & Craver, CF (2000). *Thinking about mechanisms*. Recuperado de <http://www.xvivo.net/animation/the-inner-life-of-the-cell>.

Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (2017). Atlas de histología animal y vegetal. *Vigo, España: Universidad de Vigo*. Recuperado de <http://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/1-introduccion.php>.

Sabbatino, V., Lassalle, A., & Márquez, S. (2007). Biología celular y humana. *Guía Práctica*. Ediciones WorldCopy. Recuperado de <https://www.genomasur.com>



**TRABAJO PRÁCTICO N° 4**  
**METABOLISMO CELULAR**  
**GUÍA DE ACTIVIDADES**

**Objetivos**

- Comprender procesos involucrados en el metabolismo celular.
- Diferenciar reacciones anabólicas de catabólicas y endergónicas de exergónicas.
- Reconocer los sitios celulares donde se llevan a cabo los diferentes procesos relacionados con la degradación de la glucosa.
- Describir la mitocondria y comprender su importancia en la producción de energía.
- Entender el rol del transporte de electrones en la síntesis de ATP en los organismos aeróbicos.
- Comprender el balance energético derivado del catabolismo aerobio y las diferencias fundamentales con el proceso anaerobio.

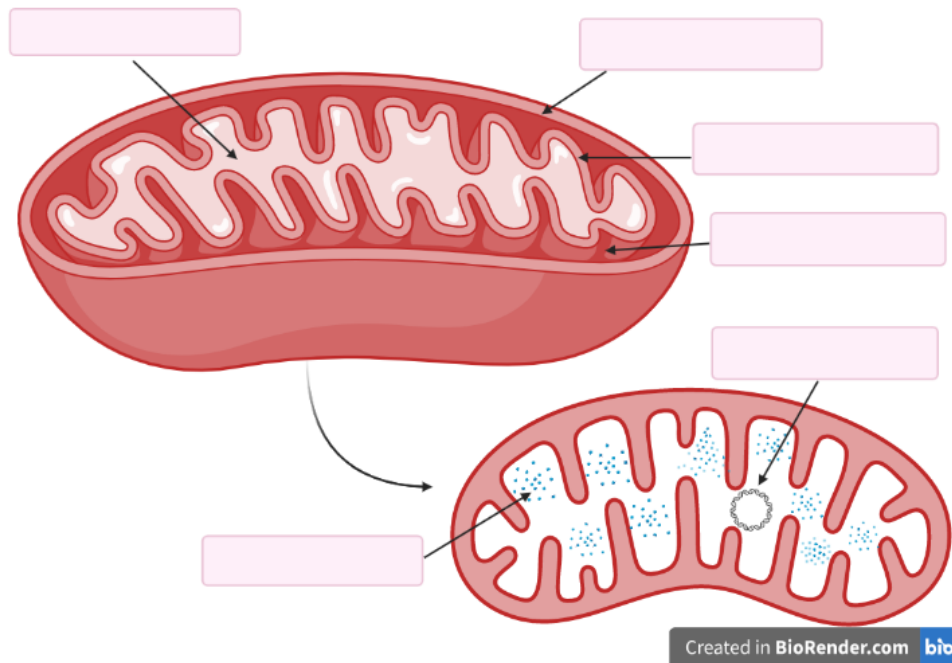
**Temario que el estudiante debe conocer**

Metabolismo celular. Obtención de energía. Respiración celular. Glucólisis. Oxidación del piruvato. Ciclo de Krebs. Cadena respiratoria. Teoría quimiosmótica. Fermentación. Rendimiento energético.

**Actividades a desarrollar**

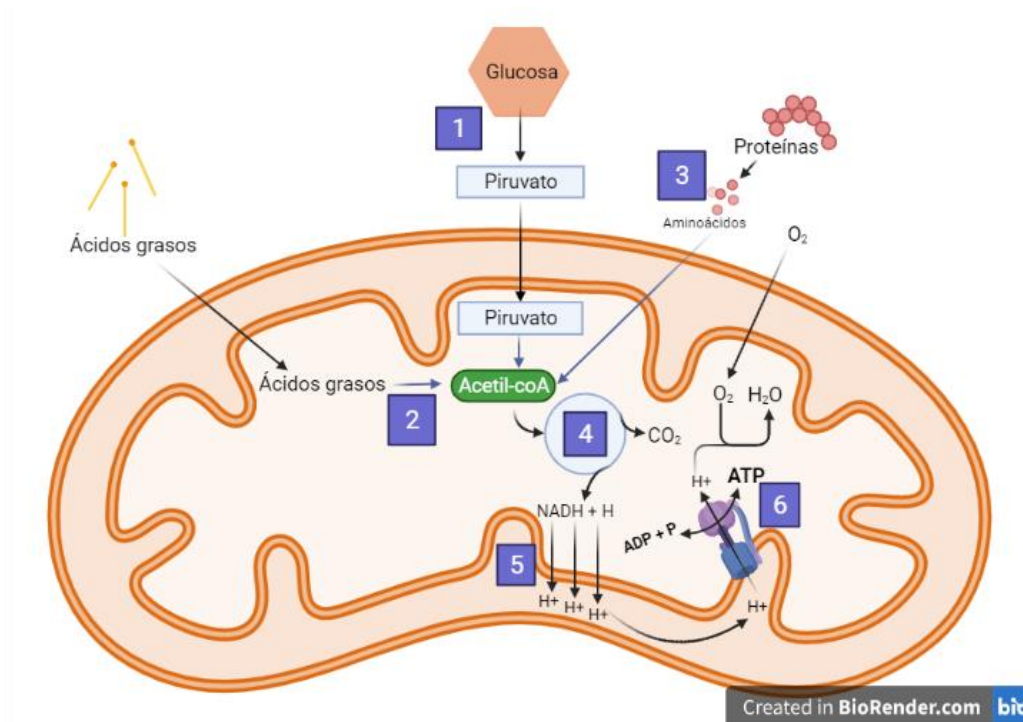
1. Defina metabolismo y relacione este concepto con otras características de los seres vivos (al menos tres).
2. Responda. ¿Cómo se clasifican las reacciones químicas desde el punto de vista energético?
3. Defina reacción catabólica y reacción anabólica. De ejemplos de reacciones catabólicas y anabólicas.
4. Responda. ¿Qué es una enzima? ¿Qué función cumple en las células? ¿De qué manera realiza su función?
5. Responda. ¿Qué son los cofactores enzimáticos? ¿Qué función cumplen? Mencione ejemplos de ellos.

6. Cuando se habla de metabolismo celular es ineludible el concepto de energía metabólica. Responda. ¿A qué molécula se hace referencia con este término? Descríbala y mencione para qué es utilizada por la célula.
7. En la siguiente imagen (**Fig. 1**) se muestran, en la parte superior, el esquema tridimensional de la mitocondria y, en la parte inferior, el esquema del corte transversal longitudinal de una mitocondria. Identifique las partes señaladas y responda las preguntas que siguen:



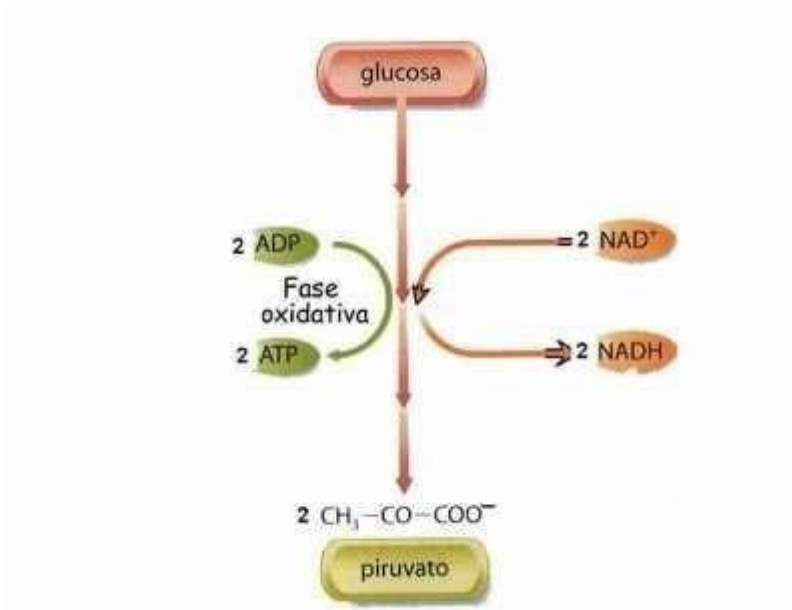
**Figura 1.** Estructura de la mitocondria. Imagen creada en <https://biorender.com>

- a. ¿Qué función tienen las mitocondrias en las células?
- b. ¿Poseen mitocondrias las células vegetales, la mayoría de los protistas y los hongos?
- c. ¿Poseen mitocondrias los procariontes? ¿Cómo respiran los organismos aerobios que carecen de mitocondrias? Explique.
- d. Explique brevemente el origen evolutivo de las mitocondrias.
8. En el esquema adjunto (**Fig. 2**) se numeran diversos procesos celulares que tienen lugar en el citoplasma y en la mitocondria. Identifíquelos y, específicamente, en aquellos que se producen en la mitocondria, señale en qué lugar de ésta se llevan a cabo.



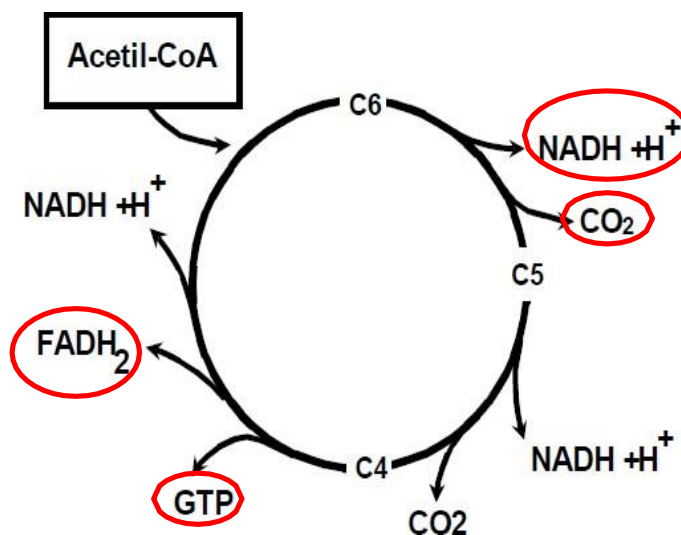
**Figura 2.** Procesos metabólicos que ocurren en la mitocondria, los cuales permiten la degradación de los diferentes compuestos orgánicos. Imagen creada en <https://biorender.com>

9. Coloque Verdadero (V) o Falso (F), según corresponda, a las siguientes afirmaciones. Justifique aquellas que sean falsas.
  - a. La síntesis de proteínas es un proceso anabólico pues desde moléculas más complejas como los monosacáridos, se forman compuestos de menor complejidad y de alto peso molecular como los polipéptidos.....
  - b. La glucólisis es una vía catabólica en la que se degrada la glucosa, por lo cual, necesita energía durante el proceso, es decir, es endergónica.....
  - c. La beta oxidación de ácidos grasos, en la cual, éstos se degradan, es una vía catabólica y exergónica.....
  - d. En la fermentación alcohólica es una vía metabólica en la cual la glucosa se transforma en piruvato.....
  - e. La fermentación láctica es una vía alternativa que se da cuando hay carencia de oxígeno en la célula.....
10. La siguiente imagen (**Fig. 3**) permite visualizar a la glucólisis de manera esquemática y resumida. Responda las siguientes preguntas en referencia a este conjunto de reacciones químicas de gran importancia para los seres vivos:



**Figura 3.** Degradación parcial de la molécula de glucosa (Glucólisis). Imagen extraída de: <https://biologia.literaturamagica.net/glucolisis/>

- a. ¿En qué sitio celular se lleva a cabo esta vía metabólica?
  - b. Los glóbulos rojos son células que no tienen organelas en su interior, por lo que también carecen de mitocondrias. Intenta explicar por qué la glucólisis adquiere una singular importancia en estas células sanguíneas.
11. En la siguiente imagen (**Fig. 4**) se indican una serie de reacciones cíclicas que tienen lugar en la mitocondria. (C6, C5 y C4 son compuestos de 6, 5 y 4 átomos de carbono, respectivamente).

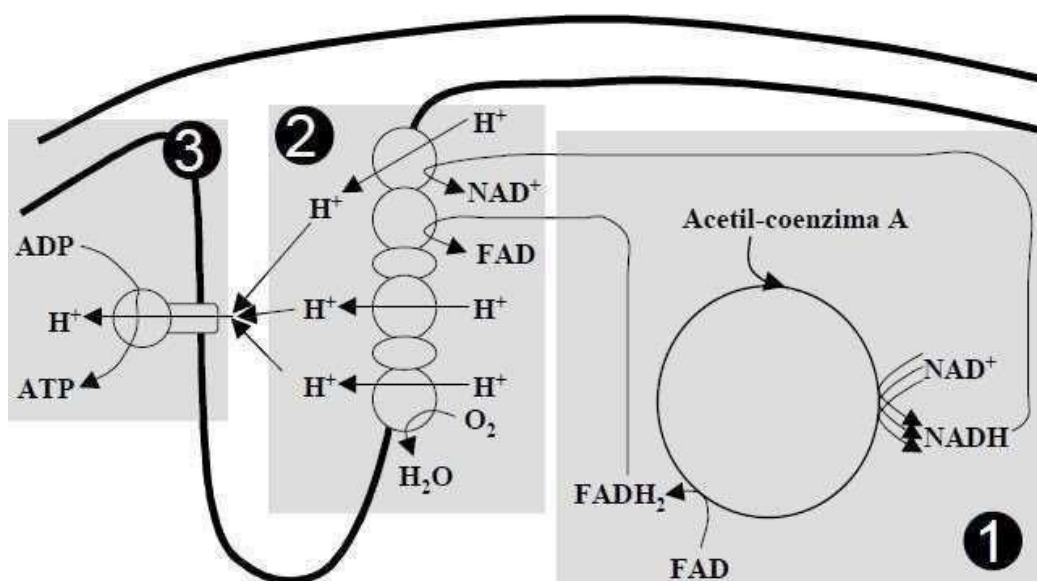


**Figura 4.** Ciclo de Krebs. Imagen extraída de [www.genomasur.com](http://www.genomasur.com) y modificada

- ¿Qué proceso metabólico se representa? ¿De dónde proviene el Acetil CoA y qué destino tiene una vez producido? ¿Qué función cumple la coenzima A?
- ¿En qué lugar de las células se llevan a cabo las reacciones de la imagen?
- Usando sus conocimientos acerca de metabolismo celular, indique cuál es el destino de las diferentes moléculas producidas en el ciclo y encerradas con un círculo.

12. Resuelva las siguientes consignas de acuerdo a la imagen presentada:

- Mencione los procesos numerados en la imagen (**Fig. 5**).
- Mencione en qué lugar de la mitocondria ocurre cada uno de los procesos indicados en a.



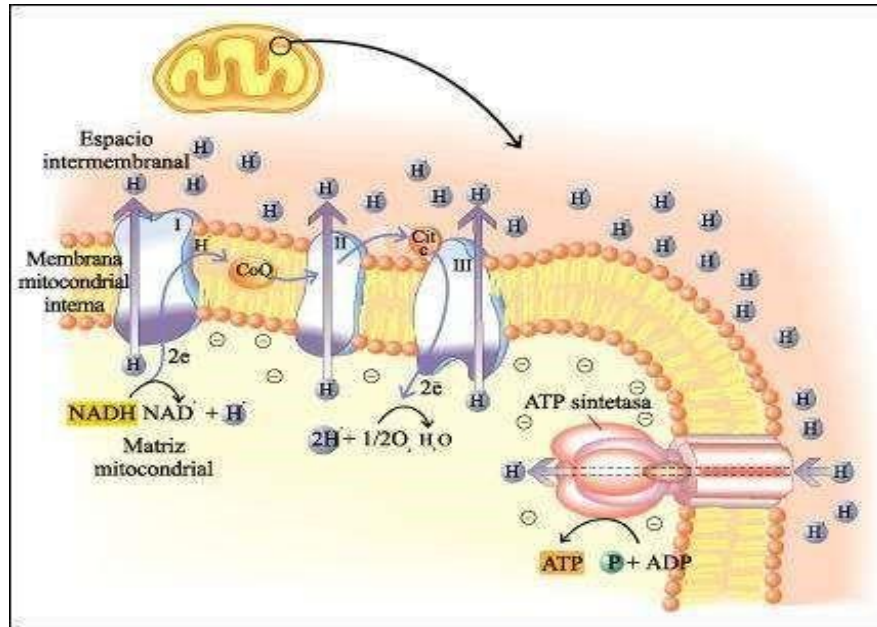
**Figura 5.** Procesos metabólicos que ocurren en la membrana interna de la mitocondria. Imagen extraída de [www.genomasur.com](http://www.genomasur.com) y modificada

- En los procesos abordados existen biomoléculas orgánicas importantes que es preciso definir con claridad. Esto ayudará a no confundirlas durante el estudio de la temática. Defina las características moleculares de: ATP, ADP, NAD<sup>+</sup>, NADH, FAD, FADH<sub>2</sub>.

13. En la imagen que se mostrará a continuación (**Fig. 6**), se observa la cadena de transporte electrónico en la mitocondria. En referencia a ella, responda las siguientes preguntas:

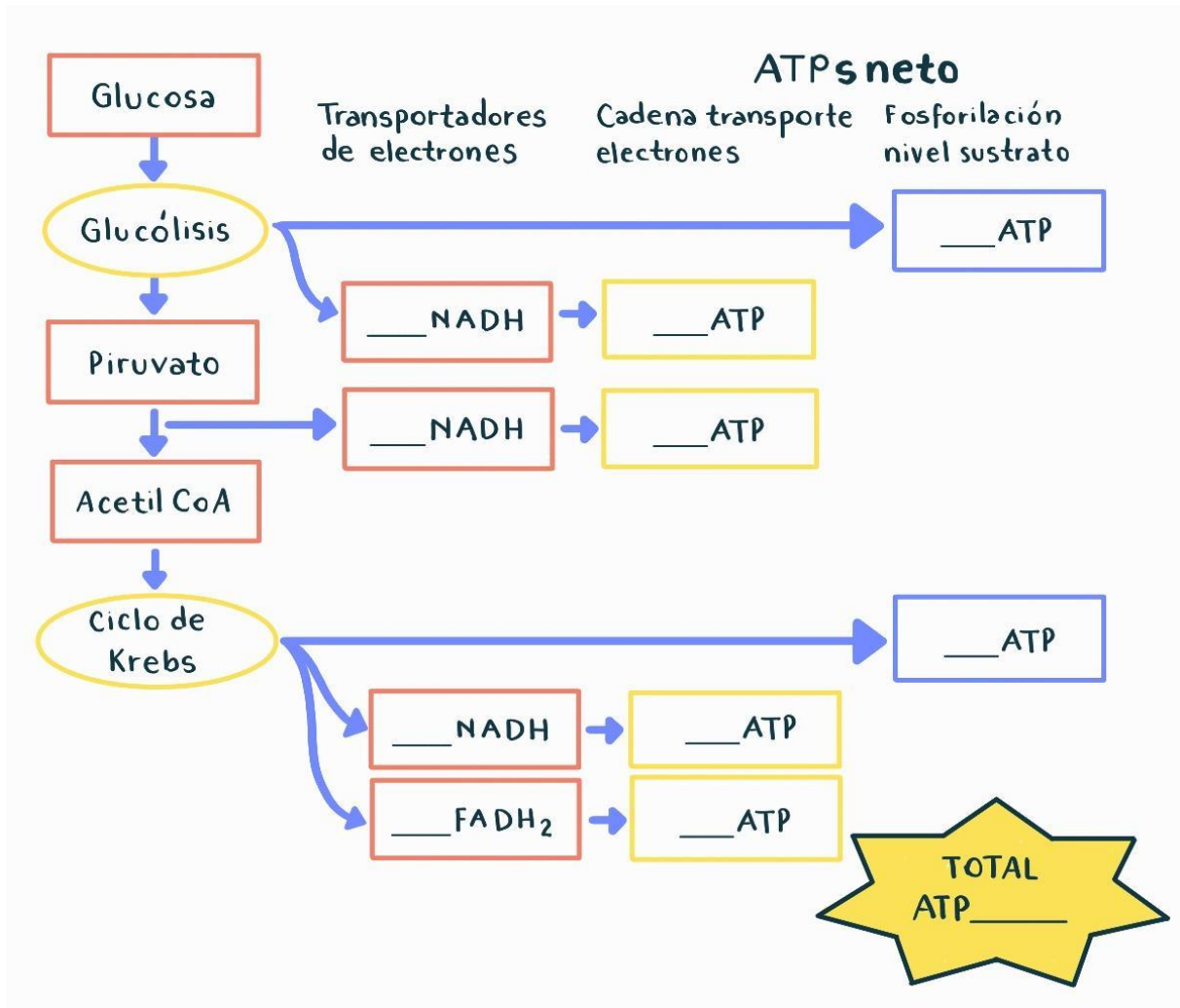
- ¿Cómo se compone la cadena de transporte electrónico y en qué lugar específico de la mitocondria se encuentra?

- b. ¿Desde dónde y hacia dónde transporta electrones esta estructura? Intente explicar el proceso de transporte de electrones y generación de ATP de modo general.
- c. Diferencie la generación de ATP a través de este proceso y la que se genera “a nivel de sustrato”.



**Figura 6.** Cadena transportadora de electrones y fosforilación oxidativa. Imagen extraída de: <http://producciondeenergiacelular.blogspot.com/2011/12/cadena-transportadora-de-electrones.html>

14. A continuación, se presenta un esquema del proceso general de la glucólisis (**Fig. 7**), el ciclo de Krebs y la cadena de transporte electrónico mitocondrial. Complete el balance energético (número de moléculas de ATP) en cada sitio indicado:



**Figura 7.** Balance energético obtenido de la Respiración celular. Imagen extraída y modificada de: <https://www.yumpu.com/es/document/read/31967700/ejercicios-respiracion-celular-y-fermentacionpdf>

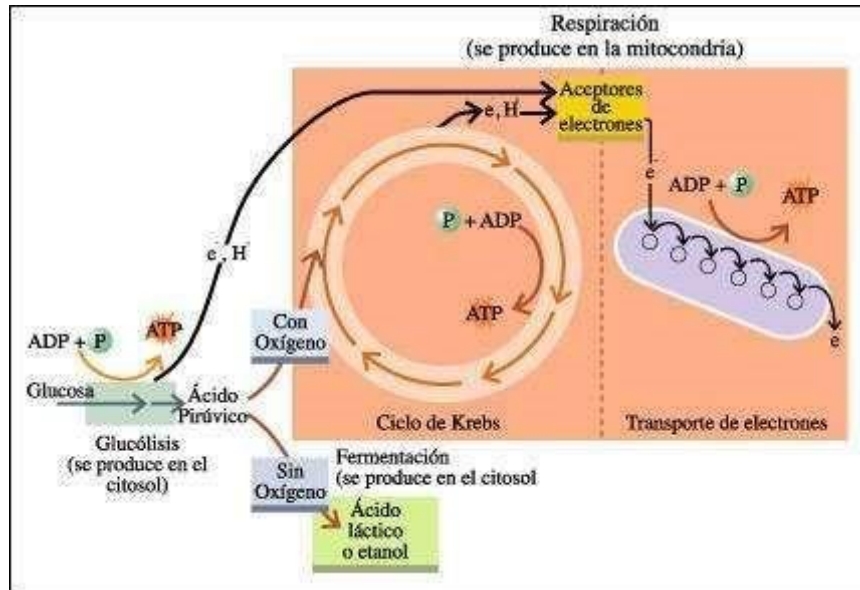
## 15. Fermentación

Responda las siguientes preguntas:

- Defina fermentación.
- Explique cuando se da este proceso en los organismos vivos.
- Diga cuáles son los principales tipos de fermentación conocidos.
- ¿Por qué la fermentación es energéticamente menos favorable que la respiración celular que implica utilización de oxígeno?

16. Imagine que un amigo suyo o un familiar le pide que le explique el proceso de obtención de energía a través de una molécula de glucosa por las vías aeróbica y anaeróbica disponiendo de la siguiente imagen (**Fig. 8**).





**Figura 8.** Degradación completa de la molécula de glucosa (Glucólisis y Respiración celular). Imagen obtenida de:  
[http://www.ffis.es/volviendoalobasico/2metabolismo\\_cerebral.html](http://www.ffis.es/volviendoalobasico/2metabolismo_cerebral.html)

Redacte un texto que explique todo el proceso mostrado en la imagen, utilizando el vocabulario técnico adquirido durante el estudio del tema.

### Bibliografía

Campbell N. y Reece J. (2007). *Biología*. Editorial Médica Panamericana.  
 Curtis H., (2000). *Biología*. Editorial Médica Panamericana  
 Curtis H., Barnes Sue N., Schnek A. y Massarini A. (2008). *Biología*. Editorial Médica Panamericana.  
 Moglia, M., Daguerre, A., Calderon, M., Nuñez Sada, M., Floriani, F. e Isaguirre, A. (2021). *Guía de trabajos prácticos de Biología General y Celular*. Nueva Editorial Universitaria-UNSL.  
 Sadavia D., Heller H., Orians G., Purves W. y Hillis D. (2009). *Vida: la ciencia de la biología*. Editorial Médica Panamericana.



**TRABAJO PRÁCTICO N° 5**  
**METABOLISMO CELULAR II; FOTOSÍNTESIS**  
**GUÍA DE ACTIVIDADES**

**Objetivos:**

- Observar cloroplastos en células vegetales
- Relacionar a la fotosíntesis y a la respiración con la producción y consumo de CO<sub>2</sub>
- Conocer los diferentes pigmentos fotosintéticos que se presentan en las plantas.
- Identificar los productos de la fotosíntesis en órganos de reserva.
- Comprobar la presencia de otros plastos en plantas.

**Temario que el estudiante debe conocer**

Fotosíntesis. Organismos fotosintéticos. Captación de la energía luminosa. Plastos: estructura y función. Fotosistemas. Etapas de la fotosíntesis

**Materiales**

Hojas frescas de acelga	Discos de papel de filtro	Mortero
Hojas frescas de remolacha	Papel de filtro	Vasos de precipitación
Plantas de <i>Egeria</i> sp.	Cartulina negra	Placas de Petri
Fuente de luz	Algodón	Erlenmeyer
Banana, papa y/o arroz	Tizas blancas enteras	Tubos capilares
Alcohol etílico	Embudo	Bisturí
CaCl <sub>2</sub> anhidro	Tubos de ensayo	Portaobjetos y cubreobjetos
Azul de bromotimol	Pipetas	Microscopio
Solución de lugol	Probeta	
Arena lavada	Gradillas	

## Actividades de laboratorio

### 1.- Observación de cloroplastos en células de *Egeria densa* (elodea)

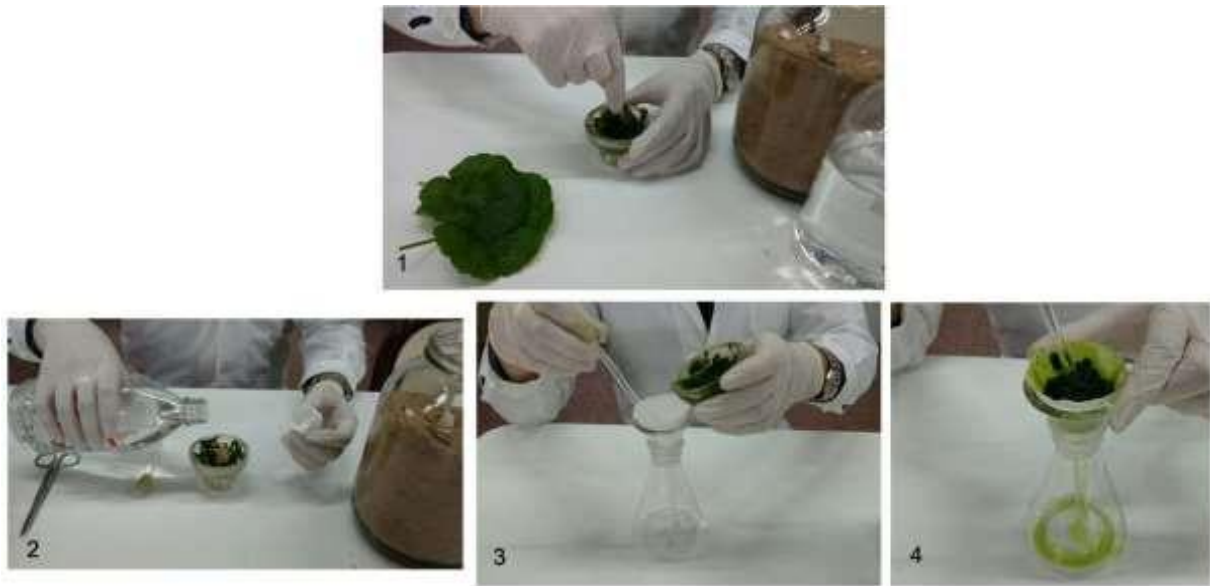
- Extraiga con una pinza una hoja de elodea y colóquela sobre un portaobjetos con una gota de agua y cubra con un cubreobjetos y observe el preparado con el objetivo de 40X
- Identifique los cloroplastos y observe el movimiento de los mismos, denominado ciclosis.

### 2.- Extracción de pigmentos fotosintéticos

Los pigmentos fotosintéticos son solubles en solventes orgánicos, pudiendo extraerse simultáneamente todos ellos de la hoja y realizar con posterioridad una separación de los mismos mediante su corrida diferencial en un medio adecuado para tálfin.

En la siguiente experiencia se extraerán los distintos pigmentos liposolubles presentes en hojas frescas de plantas usando como solvente extractante alcohol etílico. Posteriormente, mediante una técnica sencilla de cromatografía en papel, usando también alcohol etílico como solvente de corrida, se procederá a la separación y diferenciación de los distintos pigmentos presentes. Dichos pigmentos aparecerán en el cromatograma a diferentes alturas.

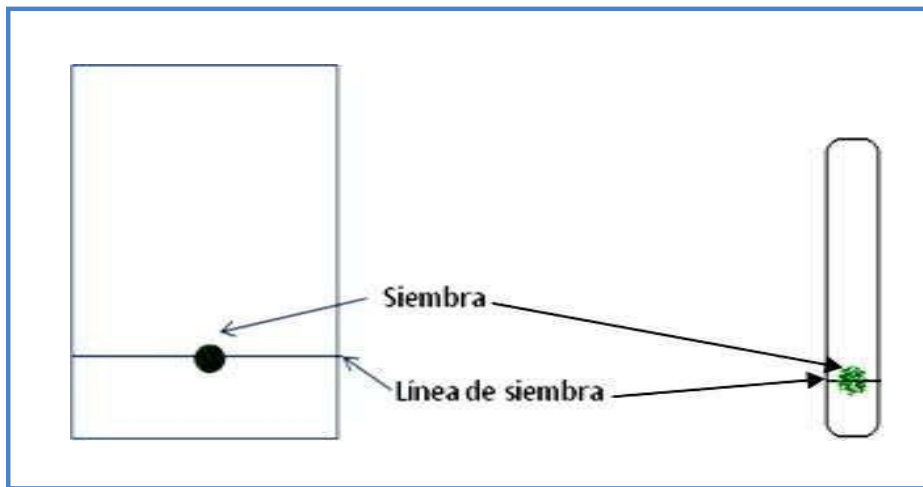
- a) **Extracción de pigmentos:** para la realización de esta experiencia observe las siguientes imágenes (**Fig. 1**).
1. Tomar las hojas, descartar las nervaduras, cortar en partes pequeñas y machacarlas en el mortero. Agregar arena lavada y cantidad necesaria de alcohol de manera de obtener un extracto.
  2. Filtrar el extracto a través de algodón y luego a través de un disco de papel de filtro colocado en un embudo para obtener una solución de pigmentos en alcohol etílico.
  3. Agregar al filtrado una pizca de cloruro de calcio anhidro para extraer el agua.



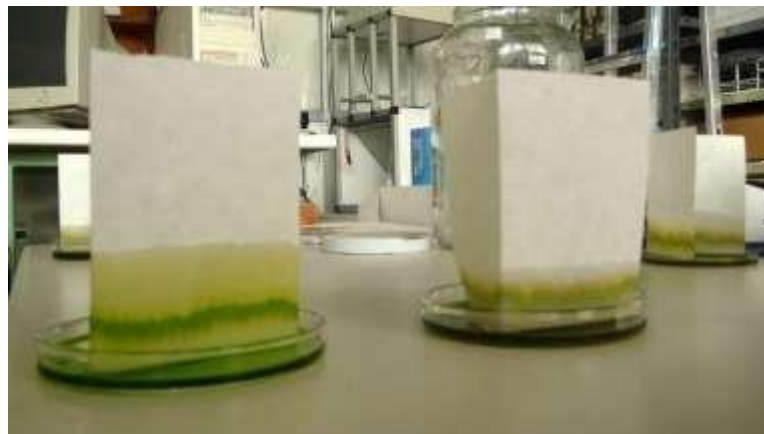
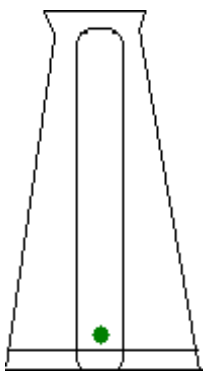
**Figura 1.** Extracción de pigmentos.

b) **Separación de pigmentos:**

1. En rectángulos de papel de filtro, sembrar con un tubo capilar, el extracto de pigmentos a 2 cm del extremo del papel (línea de siembra), dejando secar cada gota antes de agregar la siguiente. Realizar el mismo procedimiento en una tiza de color blanco (**Fig. 2**).
2. Se coloca el rectángulo de papel de filtro doblado por la mitad formando un ángulo, en un vaso de precipitado o una placa de Petri conteniendo alcohol de modo que éste apenas toque el papel, sin llegar a la línea de siembra. Colocar la tiza en forma vertical dentro de un Erlenmeyer con alcohol de manera que éste quede por debajo de la línea de siembra (**Fig. 3**).
3. Dejar correr hasta que el solvente llegue a 1 cm del extremo superior del rectángulo de papel y la tiza. Retirar ambos y dejar secar. Esquematizar lo observado en cada caso colocando referencias.



**Figura 2.** Siembra del extracto en papel de filtro y tiza.



**Figura 3.** Desarrollo de la técnica cromatográfica. Imagen extraída de <http://www.edu.xunta.gal/centros/iesxoanmontes/node/352>

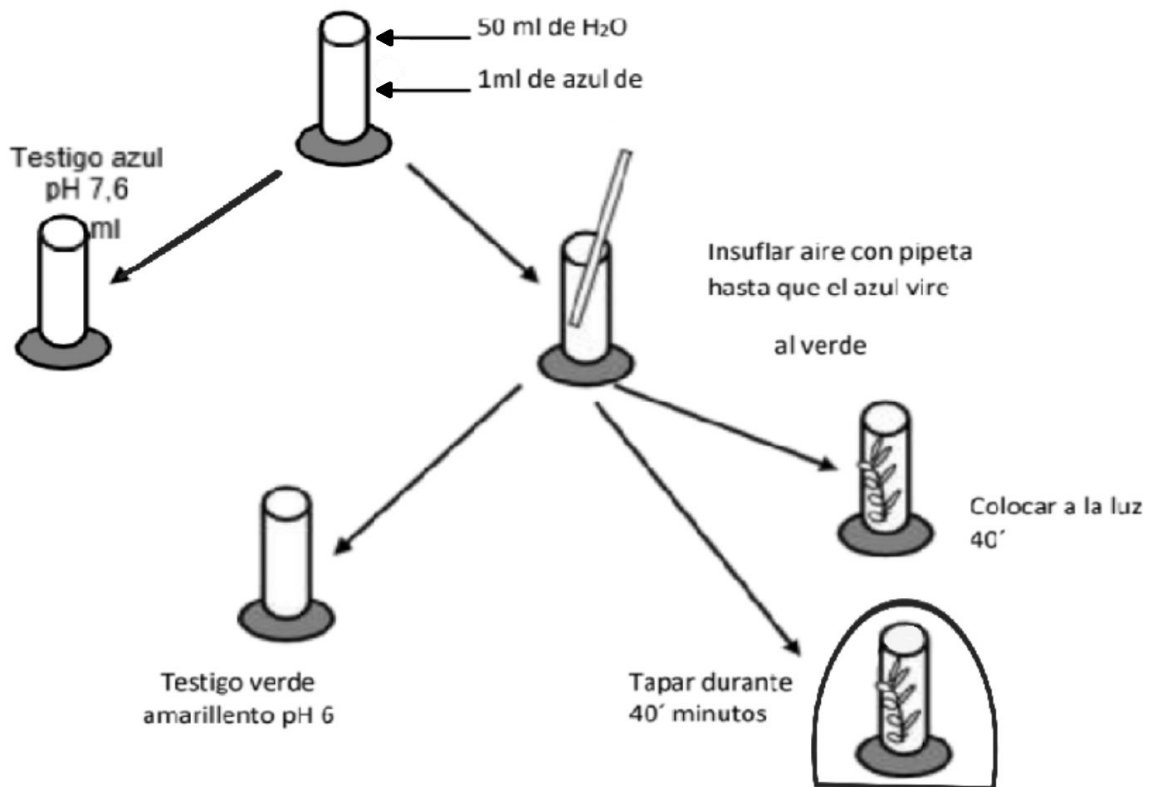
Una vez realizada la experiencia, responda las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Qué pigmentos podría presumir que tienen las hojas de acuerdo al color que puede visualizar en ellas?
- 2.- Luego de realizar la actividad anterior, establezca qué otros pigmentos se encuentran presentes en los vegetales y qué función cumplen.
- 3.- Realizar un cuadro de clasificación de los pigmentos principales y accesorios presentes en las plantas.

### 3.- Consumo de CO<sub>2</sub> durante la fotosíntesis

Para la realización del punto 1 al 5 observar la **Fig. 4**.

1. En una probeta de 50 ml colocar 1 ml de solución de azul de bromotimol y llevar a 50 ml con agua corriente. El azul de bromotimol es un indicador de pH (pH 7,6 azul; pH 6 verde-amarillento). Medir el pH de las soluciones.
2. Colocar 10 ml de esta solución en un tubo de ensayo que será el testigo azul.
3. A la solución remanente de la probeta, insuflarle aire con una pipeta hasta que el indicador de pH, vire desde el azul al verde-amarillento.
4. Repartir la solución de color verde-amarillento en tres tubos de ensayo.
5. Uno de ellos será el testigo verde-amarillento; a otro tubo colocarle una ramita de “elodea” y exponer a la luz durante 40 minutos y al tercer tubo colocarle una ramita de “elodea” y tapar con el sobre de cartulina negra durante 40 minutos.
6. Extraer las ramas de “elodea” de ambos tubos de ensayo. Medir el pH de las mismas.
7. Observar y comparar los colores de las soluciones con los colores de los testigos. Anotar las observaciones realizadas en la Tabla 1.



**Figura 4.** Esquema correspondiente a la experiencia del consumo de CO<sub>2</sub>

**Tabla 1. Comparación de los tubos expuestos a diferentes condiciones de luz y oscuridad**

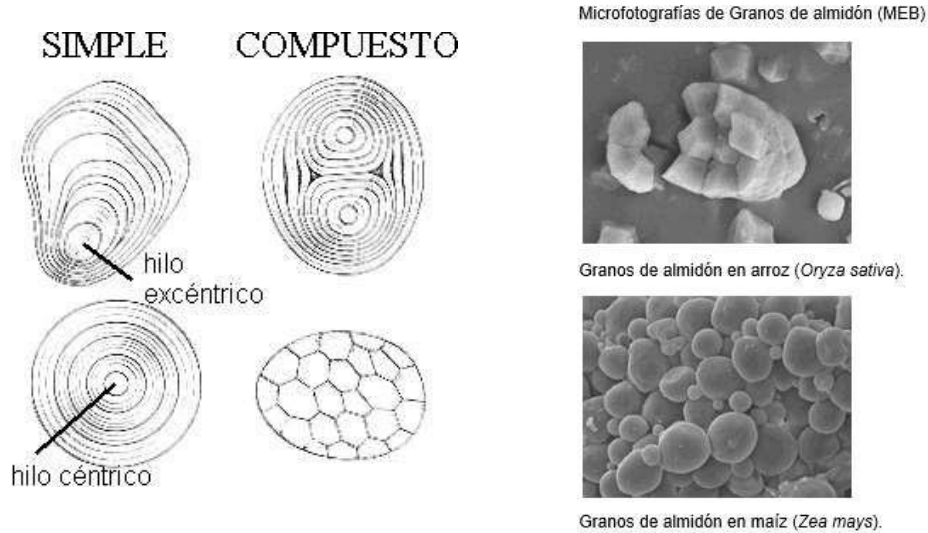
Tratamientos	Color de la solución		pH de la solución	
	Inicial	Final	inicial	Final
<b>Planta + luz</b>				
<b>Planta + Oscuridad</b>				

Una vez realizada la experiencia, responder las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Por qué la solución cambió de color en el tubo con la planta expuesta a la luz?
- 2.- ¿Qué ocurrió con la solución en el tubo que contiene la planta en la oscuridad?
- 3.- Explique los cambios de pH detectados.

#### 4. Identificación de productos de la fotosíntesis: almidón

La glucosa es el producto directo de la fotosíntesis, pero no permanece como tal, sino que a medida que se forma, se sintetiza almidón, el cual se almacena en los **amiloplastos** de los vegetales. Éstos son plastos especiales que reservan almidón en los tejidos no fotosintéticos, tienen forma muy variada, esféricos, ovales, alargados (en forma de fémur). Normalmente muestran una deposición en capas alrededor de un punto, el **hilo**, que puede ser **céntrico** o **excéntrico**, cuando hay más de un hilo se forman **granos compuestos (Fig. 5)**. Para reconocer el almidón se usa una solución de yodo en ioduro de potasio denominada lugol, de color amarillo, que, en contacto con el mismo, vira al azul- negro debido a la adsorción o fijación de yodo por parte del almidón.



**Figura 5.** Estructura de los amiloplastos. Imagen extraída de Nultsch (1966)

Cortar un trozo de papa y frotarla sobre un portaobjetos, colocar una gota de solución de lugol, observar al microscopio con 40X. Esquematizar.

### 5.-Identificación de plastos con otras funciones

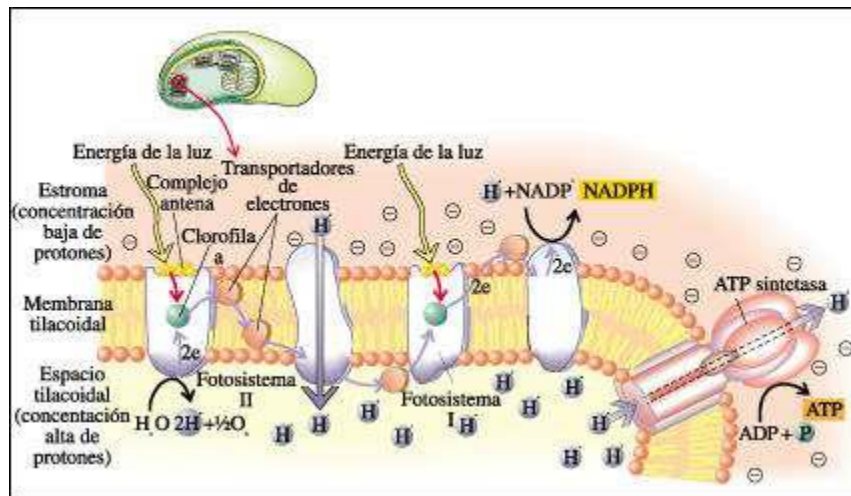
La pulpa de tomate nos muestra células en cuyo citoplasma se observan, a través del microscopio óptico, una serie de gránulos rojizos-anaranjados que son los cromoplastos.

1. Partir en dos mitades el tomate con la ayuda de un bisturí.
2. Hacer un corte fino de la pulpa de una de las dos mitades.
3. Depositar el corte sobre un portaobjetos, sin adicionar agua.
4. Colocar un cubreobjetos y comprimir suavemente la preparación con los dedos hasta obtener un completo aplastamiento de la muestra.
5. Examinar la preparación al microscopio con el objetivo 10x y seleccionar una zona en la que las células estén menos aglutinadas.
6. Examinar la preparación al microscopio con los objetivos 40x.
7. Identificar los distintos orgánulos celulares visibles y dibujar las observaciones.

### Actividades de integración y repaso

- 1) Defina fotosíntesis, indicando qué organismos tienen la posibilidad de realizarla y por qué es importante para ellos, y para la mayoría de los seres vivos, el desarrollo de este proceso.
- 2) Responda. ¿Qué pigmentos participan en el proceso de fotosíntesis?
- 3) Dibuje un cloroplasto y señale todos sus componentes.

- 4) Mencione las etapas de la fotosíntesis y escriba una reseña breve de cada una de ellas.
- 5) Responda. ¿Cómo están compuestos los fotosistemas? ¿En qué sitio del cloroplasto se encuentran? Explique cómo se desarrolla su función en relación con la luz y dibuje.
- 6) Explique, de manera breve y concreta, cómo se desarrolla la fase luminosa. Para la respuesta deberá usar los siguientes términos: fotosistema I, fotosistema II, energía lumínica, electrones, ATP, NADPH, cadena de transporte de electrones, P700, P680, pigmento, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>.
- 7) Responda. ¿A qué hace referencia el término “fotofosforilación fotosintética”? Explique el proceso utilizando la siguiente imagen (**Fig. 6**):

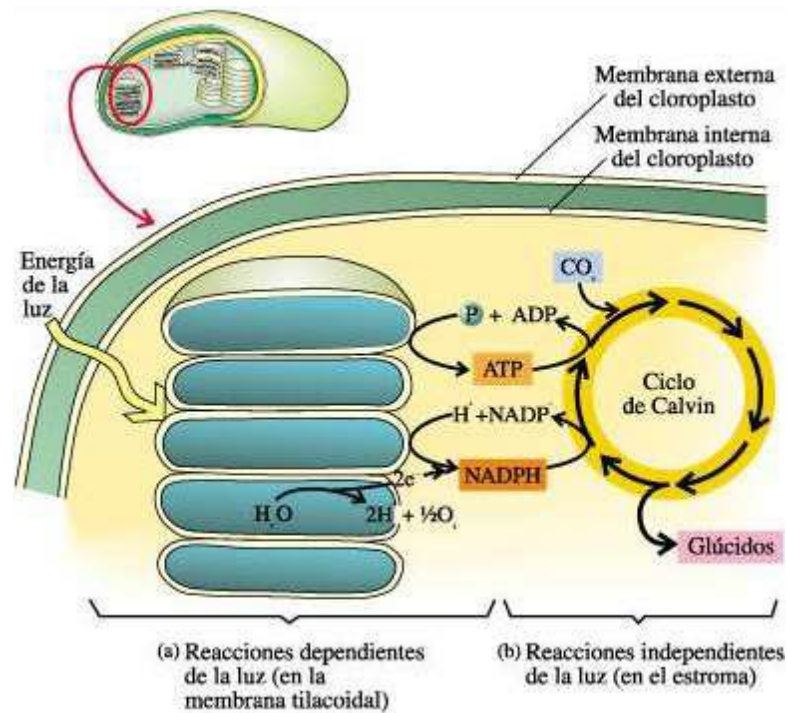


**Figura 6.** Transporte de electrones en las membranas de los tilacoides. Imagen extraída de: <https://biologiahelena.webcindario.com/libro/c9e.htm>

- 8) Responda. ¿Cuáles son los productos de la fase luminosa? ¿Por qué es importante que se produzca cada uno de ellos?
- 9) Indique Verdadero (V) o Falso (F) respecto de la fotofosforilación cíclica:
  - a) No se produce NADPH.
  - b) No se produce ATP.
  - c) Ocurre en presencia de NADP<sup>+</sup>.
  - d) No se produce escisión de agua.
  - e) Se produce oxígeno.
  - f) Interviene sólo el fotosistema P700 o fotosistema II.
- 10) En referencia a la fase oscura de la fotosíntesis, indique Verdadero (V) o Falso (F), justificando aquellas premisas falsas:
  - a) La fase de fijación del carbono se llama así dado que el CO<sub>2</sub> se utiliza como materia prima para generar carbohidratos.



- b) Ocurre en el espacio interior del tilacoide.
  - c) Se puede dar en animales y vegetales.
  - d) Se puede dar en procariotas fotosintéticos.
  - e) El compuesto inicial del Ciclo de Calvin es el ácido oxalacético.
  - f) La enzima que cataliza la unión de  $\text{CO}_2$  a la ribulosa difosfato es la Ribulosa difosfato descarboxilasa y se encuentra, en solución, dentro estroma del cloroplasto.
- 11) Explique brevemente el ciclo de Calvin ayudándose de la pregunta anterior. Utilice en su escrito las siguientes palabras: dióxido de carbono, RUDP carboxilasa, gliceraldehído fosfato, fosfoglicerato, ribulosa difosfato, glúcidos.
- 12) Elabore un texto corto que explique el proceso global de la fotosíntesis, utilizando la siguiente imagen (**Fig. 7**):



**Figura 7.** Etapas de la Fotosíntesis. Imagen extraída de: <https://biologiahelena.webcindario.com/libro/c9d.htm>

- 13) Lea, piense y responda....

Jean Baptista Van Helmont fue un químico, fisiólogo, físico y médico de Bélgica que realizó el siguiente experimento:

Colocó en una maceta unos 90 kilogramos de tierra, plantó en dicha maceta un sauce que pesaba 2,28 Kg al que regó con agua de lluvia o destilada únicamente. Además, la maceta estaba enterrada para evitar que la tierra contenida en el aire se depositara sobre la tierra de la maceta de la que también resguardó la superficie. A los 5 años

pesó el sauce y la tierra y evidenció que el sauce había aumentado su peso unos 75 kg, mientras que la tierra había disminuido su peso solo unos 50 g. Jean Van Helmont explicó con este experimento que las plantas solamente se nutrían de agua y era ésta sustancia la que les permitía generar materia orgánica y crecer.

Si pudiera viajar en el tiempo y estuviera como jurado en un comité científico ¿aceptaría o rechazaría la conclusión a la que llegó Van Helmont? ¿Qué argumentos le daría para aceptar o rechazar su idea?

- 14) Explique por qué es posible afirmar que un mismo átomo de carbono puede estar presente primeramente en una comida a base de papa, luego en el aire atmosférico y finalmente ser parte de la pared de una célula vegetal. Describa todo el itinerario por el cual ese átomo transita para poder estar en distintos momentos en lugares tan diferentes.
- 15) Mencione por qué las siguientes afirmaciones son incorrectas:
  - Todos los organismos capaces de realizar fotosíntesis deben poseer cloroplastos.
  - La fase oscura solo se lleva a cabo durante la noche.
  - Las plantas, durante la noche, respiran con mayor intensidad que otros seres vivos, liberando CO<sub>2</sub> en cantidad, puesto que durante el día sólo realizan fotosíntesis. Por eso no hay que ubicarlas en los dormitorios.
  - Las plantas no poseen mitocondrias ya que hacen fotosíntesis.
- 16) Explique por qué en otoño las hojas de las plantas se ponen de colores amarillo, anaranjado y hasta rojo. ¿A qué pigmentos se deben dichos colores? ¿Qué intervención tienen estos compuestos en el proceso de fotosíntesis?
- 17) Teniendo en cuenta los diferentes tipos de metabolismos fotosintéticos (C3, C4 y CAM) responda. ¿Qué metabolismo considera que va a predominar en las plantas de la Familia Poaceae (conocidas como gramíneas y llamadas vulgarmente pastos) que crecen al Noroeste y en las que crecen al Sur-Este de San Luis? ¿Y en los “claveles del aire” y los “chaguares”, plantas de la misma Familia del ananá (Bromeliaceae), así como en muchas cactáceas que crecen en zonas áridas de la provincia? Justifique su respuesta.

## Bibliografía

Campbell N. y Reece J. (2007). *Biología*. Editorial Médica Panamericana.

Curtis H., (2000). *Biología*. Editorial Médica Panamericana

Curtis H., Barnes Sue N., Schnek A. y Massarini A. (2008). *Biología*. Editorial Médica Panamericana.

Moglia, M., Daguerre, A., Calderon, M., Nuñez Sada, M., Floriani, F. e Isaguirre, A. (2021). *Guía de trabajos prácticos de Biología General y Celular*. Nueva Editorial Universitaria-UNSL.

Sadavia D., Heller H., Orians G., Purves W. y Hillis D. (2009). *Vida: la ciencia de la biología*. Editorial Médica Panamericana.

**TRABAJO PRÁCTICO N°6**  
**DIVISIÓN CELULAR: MITOSIS Y MEIOSIS**  
**GUÍA DE ACTIVIDADES**

**Objetivos**

- Describir las etapas del Ciclo Celular.
- Identificar y analizar las fases de la mitosis y la meiosis.
- Comprender la importancia biológica de la mitosis y la meiosis.

**Temario que el estudiante debe conocer**

Ciclo celular. Etapas. Cromosomas. Número Haploide. Número Diploide. Valor C. Cariotipo. Mitosis: características de cada fase de la mitosis. Citocinesis animal y vegetal. Importancia biológica de la mitosis. Meiosis. Características de cada fase e importancia biológica.

**Actividades a desarrollar**

- 1) Defina ciclo celular y explique brevemente las características de sus etapas.
- 2) Responda. ¿Todas las células atraviesan por el ciclo celular al mismo ritmo? De dos ejemplos bien diferenciados, uno de células que atraviesan por el ciclo celular de una forma acelerada y uno en el cual la célula no complete el ciclo celular.
- 3) Realice un cuadro comparativo de las fases comprendidas en la interfase, describiendo brevemente para cada una de ellas: duración, actividad bioquímica, tamaño celular, cantidad de orgánulos, número de juegos de cromosomas (valor  $n$ ), cantidad de ADN (valor  $C$ ) y estado del ADN (laxo/condensado).
- 4) Una con flechas los siguientes términos, tenga en cuenta que cada término de la izquierda se relaciona con UNO o MÁS término/s de la derecha:

Fase G <sub>1</sub>	Se forma el factor promotor de la mitosis Ruptura de la membrana nuclear Al finalizar se obtienen dos células hijas genéticamente idénticas
Fase S	División del citoplasma Duplicación del tamaño celular
Fase G <sub>2</sub>	División del material genético Estrangulamiento de la célula
Mitosis	Duplicación del ADN Profase, Metafase, Anafase, Telofase
Citocinesis	Punto R Síntesis de ADN Comienza el ensamble del Huso mitótico

5) Responda. ¿Qué importancia biológica tiene la mitosis en organismos unicelulares?

6) Responda. ¿Qué relación cree que puede haber entre la capacidad de las células para dividirse y la edad del organismo? Explique brevemente.

7) Indique cuál de todas estas afirmaciones es INCORRECTA:

- i. Al finalizar la mitosis, la célula posee dos núcleos idénticos, ubicados en extremos celulares opuestos.
- ii. La división mitótica descontrolada y continua de un tipo celular provoca la aparición de tumores.
- iii. En la regulación del ciclo celular intervienen ciclinas dependientes de kinasas.
- iv. La tasa de división celular de un organismo disminuye al alcanzar la madurez.
- v. La ciclina B-Cdk1 actúa activando a la kinasa Cdk1 produciendo la fosforilación de proteínas que originan cambios que conducen a la mitosis. La ciclina y la kinasa dependiente de ciclina, en conjunto forman el factor promotor de la mitosis.

8) Defina y esquematice utilizando diferentes colores: cromatina, cromosoma no duplicado, cromosoma duplicado, cromosomas homólogos, cromátide, cromátides hermanas, gen, alelo.

9) Dibuje un cromosoma metafásico y metacéntrico y escriba los nombres de sus diferentes partes: cromátides hermanas, centrómero, constricción secundaria, cinetocoro, satélites y telómeros.

10) Dibuje los cromosomas de una célula  $2n=8$  en G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> y anafase de la mitosis, indicando con colores los pares homólogos ¿Cuántos cromosomas tiene la célula en cada una de las etapas mencionadas?

11) A. Suponga que está trabajando con un organismo diploide con 3 pares de cromosomas homólogos,  $2n=6$ . Indique el valor  $n$  y número de cromátides al final de las siguientes etapas del ciclo celular que incluye la mitosis:

- i. Fase G1
- ii. Fase S
- iii. Profase
- iv. Metafase
- v. Anafase
- vi. Telofase

B. Responda. En alguna fase del ciclo celular que incluye mitosis ¿el número de cromosomas dentro de las células cambia?

12) Indique qué cambios experimenta el huso mitótico o acromático durante todas las etapas de la Mitosis.

13) Describa al menos 3 diferencias entre la división celular de las células animales y vegetales.

14) Defina Meiosis teniendo en cuenta en qué células se da este tipo de división celular, cuál es su resultado, que importancia biológica tiene y cuál es el objetivo de la misma.

15) Defina y dibuje el proceso de recombinación genética ó crossing over, indique en qué etapa y sub-etapa de la meiosis ocurre y cuál el resultado de dicho entrecruzamiento.

16) Elija la opción CORRECTA en relación con la meiosis.

- a. Se reduce a la mitad el número de cromosomas, con el requisito de que cada célula obtenida lleve todos los cromosomas sexuales.
- b. Se reduce el número de cromosomas, pero no el de moléculas de ADN, por lo que a los gametos les llega la misma información.
- c. Se reduce el número de cromosomas y las 4 células hijas formadas poseen diferente información genética que la célula madre, pero la misma entre sí.
- d. Se reduce a la mitad el número de cromosomas, para que luego de la fecundación el número diploide propio de la especie se mantenga.

17) Un determinado animal tiene un número cromosómico diploide igual a  $2n=16$ . Indique el número de cromosomas que tendrá en:

- I. Una célula en profase II meiótica.....
- II. Una célula en profase mitótica.....
- III. Un óvulo.....
- IV. Un cigoto o célula huevo.....

18) Complete los siguientes cuadros:

MEIOSIS I		
Profase I	n (haploide o diploide)	
	Estado del ADN (condensado o no condensado)	
	Mecanismo de variabilidad	
Metafase I	Ubicación de los cromosomas homólogos	
	Mecanismo de variabilidad	
Anafase I	Ubicación de los cromosomas homólogos	
	Mecanismo de variabilidad	
Telofase I	Ubicación de los cromosomas homólogos	
¿Al final de esta etapa hay citocinesis? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		

¿Cuántas células quedan al finalizar la Meiosis I y cuál es su dotación cromosómica?

- Quedan 2 células diploides
- Quedan 4 células haploides
- Quedan 2 células haploides
- Quedan 4 células diploides

¿Hay duplicación de ADN en la interfase ó intercinesis? SI  NO

MEIOSIS II		
Profase II	n (haploide o diploide)	
	Estructuras celulares que se desarman	
	Estructuras celulares que se arman	
Metafase II	Ubicación de los cromosomas	
Anafase II	Ubicación de las cromátidas	
	Mecanismo de variabilidad	
Telofase II	n (haploide o diploide)	
	Estructuras celulares que se desarman	
	Estructuras celulares que se arman	
¿Al final de esta etapa hay citocinesis? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		

¿Cuántas células quedan al finalizar la Meiosis II y cuál es su dotación cromosómica, si se inició la meiosis en una célula 2n?

- Quedan 2 células diploides
- Quedan 4 células haploides
- Quedan 2 células haploides
- Quedan 4 células diploides

## Actividad de Integración

### CICLO CELULAR – MITOSIS – MEIOSIS

#### ¡EL CIELO ES EL LÍMITE CUANDO DE ARTE SE TRATA!

Esta actividad deberán realizarla lejos de cualquier persona o mascota que se sienta atraída por elementos de tipo lanas, fideos (crudos), colores, crayones, fibras/fibrones, plastilina, papel, cartulina, tijera, fósforos y/o cualquier otro elemento que utilices para llevarla a cabo.

#### **Materiales**

Los materiales a utilizar en esta actividad son de libre elección y los que tengan disponible en sus respectivos hogares. Pueden ser tan sencillos como Uds. quieran, mientras cumplan con la consigna.

#### **Metodología**

En esta actividad ustedes tendrán que representar la METAFASE de la MITOSIS y la METAFASE I y METAFASE II de la MEIOSIS en una célula  $2n=6$  utilizando (todos los materiales son opcionales pero deben ser reemplazados por alguno similar):

1. Discos de cartulina u hojas para representar la célula.
2. Un cordón para representar la membrana plasmática (puede ser dibujado también).
3. Representar todos los componentes del huso.
4. Fideos, fósforos, plastilina, lana cartón, limpiapipas o algún material similar para representar los cromosomas homólogos (un cromosoma homólogo debe estar representado con un color y el otro cromosoma homólogo con otro color). A continuación se muestra un ejemplo de trabajos realizados por estudiantes en años anteriores en células  $2n=4$ :





En esta imagen las membranas celulares se representan con lana, las envolturas nucleares con bandas elásticas, los centrosomas con papel glacé, y los cromosomas con limpiapipas. Los centriolos (dentro de los centrosomas) y los husos, se encuentran dibujados con fibrón.

### Bibliografía

- Alberts, B., Bray, D., y Hopkin, K. (2006). *Introducción a la biología celular*. Editorial Médica Panamericana.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., y Walter, P. (2004). *Biología molecular de la célula*. Editorial Omega.
- Curtis H. y Barnes S. (2000). *Biología*. Editorial Médica Panamericana.
- Escudero, N., Sanchez, S., Cangiano, A., Daguerre, A., Dávila, S., Isaguirre, A., Videla, A., y Daruich, J. (2016). *Guía de Trabajos Prácticos de Biología General y Celular*. Nueva Editorial Universitaria-UNSL.
- Lodish, H. (2005). *Biología celular y molecular*. Ed. Médica Panamericana.
- Purves W. K., SADAVA D., ORINAS G. H. y SÉLLER H.C. (2003). *Vida. La Ciencia de la Biología*. Editorial Médica Panamericana.

**TRABAJO PRÁCTICO Nº 7**  
**GENÉTICA. PROBLEMAS**  
**GUÍA DE ACTIVIDADES**

**Objetivos**

- Interpretar el significado de los principales términos empleados en genética.
- Conocer y aplicar las leyes de la herencia en problemas sencillos.
- Resolver problemas de herencia empleando el tablero o cuadrado de Punnett.

**Temario que los estudiantes deben conocer**

Teoría Mendeliana de la Herencia. Experiencias de Mendel: hibridismo. Ley de la Segregación y Ley de la Distribución Independiente. Conceptos de dominancia y recesividad. Alelos. Homocigocis y heterocigocis. Genotipo y fenotipo. Dominancia incompleta. Alelos múltiples y Codominancia. Herencia ligada al sexo.

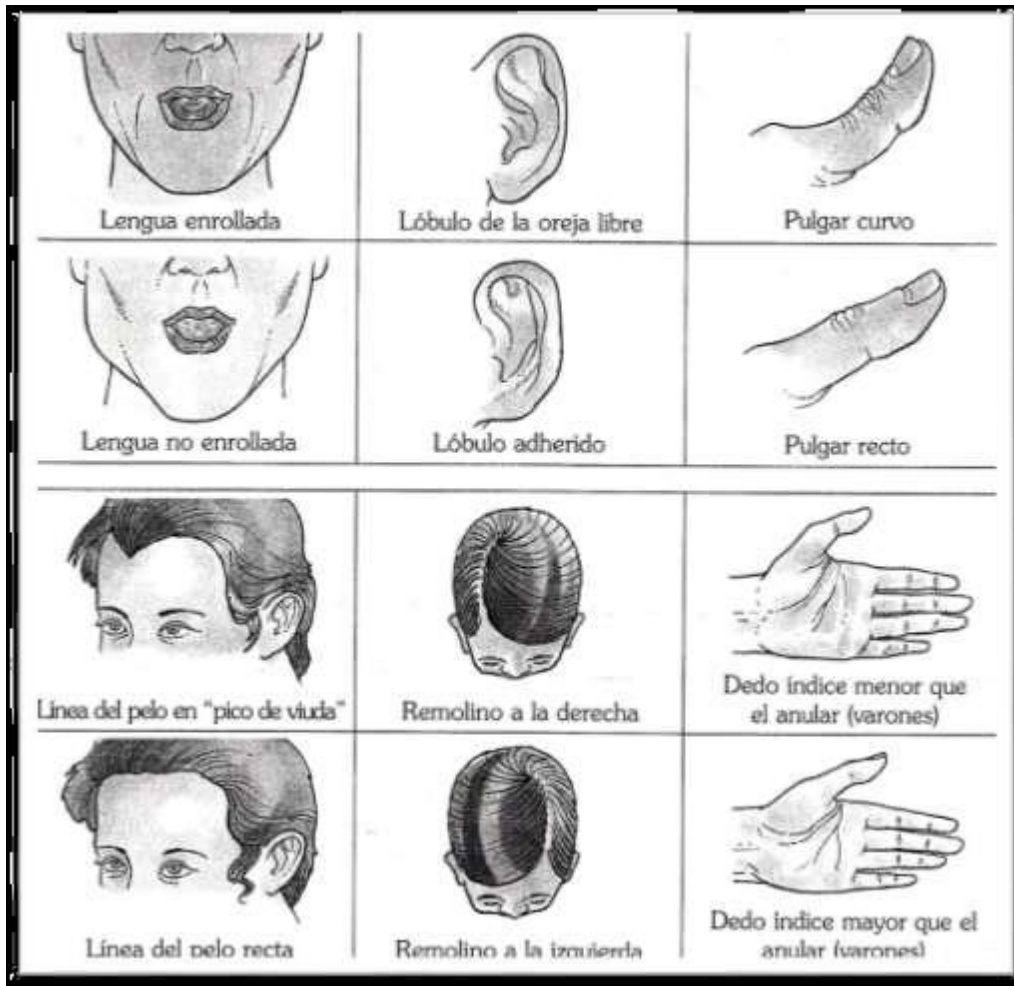
**Introducción teórica**

Gregor Mendel, el monje e investigador conocido como el “padre de la Genética”, para sus estudios, utilizó plantas de arveja *Pisum sativum* L. Esta especie posee una base genética simple y los 7 caracteres de la misma estudiados por Mendel estaban regulados por un solo gen, que poseía dos alelos en la población, de los cuales uno era totalmente dominante sobre el otro. Es, a partir de estos resultados, que pudo desarrollar dos leyes dentro de lo que se conoce como Genética o Herencia Mendeliana: Ley de Segregación de Caracteres y la Ley de Distribución Independiente

Sin embargo, con el correr de los años, se observaron diferentes patrones de herencia que no eran explicados por la genética mendeliana, como los alelos múltiples, codominancia, dominancia incompleta y herencia ligada al sexo. Por esta razón, a este tipo de herencia se la suele denominar Herencia no Mendeliana.

En el ser humano, si bien la herencia de una gran cantidad de caracteres no sigue la herencia mendeliana, existen algunos que sí lo hacen. Entre estos caracteres, que están regulados por un solo gen (herencia monogénica), se encuentran: la presencia del llamado “pico de viuda,” que hace referencia a la forma del nacimiento del pelo en la parte superior de la frente (en pico o no), la capacidad para enrollar la lengua hacia arriba, la capacidad de poder hiperflexionar el dedo pulgar, la disposición del lóbulo de la oreja (despegado o no de

la cabeza) la dirección de giro del remolino del pelo, el tamaño del índice con respecto al anular en varones, etc. (**Fig. 1**).



**Figura 1.** Algunos rasgos monogénicos del ser humano. Extraído de: <https://ximosastre.blogspot.com/p/biologia-igeologia-4r.html>

Una de las formas de realizar el estudio sobre la herencia de los caracteres en un linaje (la línea de antepasados y descendientes de un individuo) es el pedigrí. Para graficar el pedigrí se realiza un árbol genealógico sobre la expresión de un rasgo fenotípico particular (**Fig. 2**).



**Figura 2.** Pedigrí para unión de lóbulos auriculares. Los cuadrados representan hombres, y los círculos mujeres. Además, las figuras sombreadas son los descendientes que portan la característica analizada, en este caso, lóbulos auriculares unidos. También se puede observar las letras debajo de cada figura que representan alelos dominantes (F) y recesivos (f). Para este caso, se puede deducir que tener lóbulos despegados es un rasgo autosómico dominante (Extraído de <https://www.ck12.org/book/ck-12-conceptos-biolog%c3%ada/section/3.11/>).

### Actividades a desarrollar

1. Elija algún rasgo fenotípico que siga la herencia mendeliana de los que se mencionan en el texto. Averigüe entre sus familiares, o en la familia de amigos o conocidos, la expresión del mismo. Deberá tener en cuenta que para realizar esta actividad le servirá realizar un pedigrí para el carácter elegido. Una vez que la haya realizado, tome una foto de la característica estudiada. Puede ser la que tenga Ud. o alguno de sus familiares u otras de las personas que haya elegido para realizar la actividad. A partir de sus resultados responda ¿El rasgo fenotípico elegido, es de tipo dominante o recesivo?
2. Responda las siguientes preguntas:
  - i. ¿Qué es la Genética? y ¿qué es la Herencia?
  - ii. Se considera el éxito de Mendel a tres hechos fundamentales: a) organismo adecuado para experimentar, b) diseño y realización metódica de los experimentos y c) al análisis minucioso de los resultados. ¿Cuál fue el organismo elegido por Mendel y por qué fue el organismo adecuado?
  - iii. ¿Cuál de todas las características ventajosas que presentaba el organismo elegido por Mendel, le permitió obtener plantas de líneas puras? ¿De qué manera Mendel se aseguró que estas líneas fueran realmente puras?

- iv. En los experimentos realizados por Mendel, utilizó la técnica de hibridismo. ¿Qué es el hibridismo?
- v. ¿Qué es un alelo? ¿A qué se denomina alelo dominante y alelo recesivo? Indique un ejemplo.
- vi. Enuncie las leyes de Mendel.

3. Resuelva el siguiente problema de genética.

Se realizó un cruce entre los siguientes organismos:

Planta de línea pura con flores blancas X Planta de línea pura con flores púrpuras y se obtuvo el siguiente resultado: F1: todas las plantas con flores púrpuras. Sobre la base de estos resultados responde las siguientes preguntas

- a. ¿Por cuántos alelos está determinada el color de la flor?
- b. ¿Qué ocurrió con el alelo que codifica para el color blanco y cómo lo denominó Mendel? ¿Y al alelo que se expresó en F1?
- c. ¿Cuál será la proporción de fenotipos y genotipos obtenida del cruzamiento entre dos individuos de la F1?

4. Responda

- a. ¿A través de qué proceso se originan los gametos? ¿Dónde ocurre, en general, este proceso en los animales?
- b. ¿Cómo se denominan los individuos que para una dada característica poseen dos alelos iguales? y ¿cómo se llaman aquéllos que presentan alelos diferentes para una característica dada?

5. Resuelva el siguiente problema.

Mendel dedujo que las semillas de color amarillo en los guisantes son dominantes sobre los de color verde. En los experimentos siguientes, padres con fenotipos conocidos, pero genotipos desconocidos produjeron la siguiente descendencia:

	<i>Parentales</i>	<i>Amarillo</i>	<i>Verde</i>
<b>A</b>	<i>amarillo x verde</i>	<b>82</b>	<b>72</b>
<b>B</b>	<i>amarillo x amarillo</i>	<b>118</b>	<b>39</b>
<b>C</b>	<i>verde x verde</i>	<b>0</b>	<b>50</b>
<b>D</b>	<i>amarillo x verde</i>	<b>74</b>	<b>0</b>
<b>E</b>	<i>amarillo x amarillo</i>	<b>90</b>	<b>0</b>

- a. Indique los genotipos probables de cada parental.
- b. Teniendo en cuenta los resultados de los experimentos, establezca las proporciones fenotípicas.

6. Suponiendo que en las plantas de arveja A es alto, a es enano, B es amarillo y b es verde.

Indique los genotipos de los siguientes individuos:

- a. Homocigoto dominante para amarillo.
- b. Doble heterocigoto.
- c. Enano.
- d. Enano y amarillo heterocigoto.
- e. Filial resultante entre la cruce de individuos b y d.

Teniendo en cuenta los gametos responda: ¿Cuáles serían los gametos resultantes de un individuo alto homocigoto? ¿Y cuáles los de un individuo Aabb?

7. Coloque la letra correspondiente dentro del paréntesis:

( ) Forma alternativa de un gen que se hereda independientemente de cada padre.

- a) Gen dominante
- b) Gen recesivo
- c) Cromosoma X
- d) Cromosoma Y
- e) Alelo.

( ) Células sexuales generalmente haploides.

- a) Gametos
- b) Cromosomas sexuales
- c) Gen
- d) Autosomas
- e) Alelo.

( ) ¿A qué se le llama Segregación?

- a) A la separación de las células somáticas
- b) A la separación de los cromosomas homólogos durante la meiosis
- c) A la formación de dos células hijas a partir de una célula madre
- d) Es sinónimo de mutación
- e) Es la eliminación de caracteres dominantes durante la división celular.

( ) Apareamiento donde un organismo homocigoto recesivo es utilizado para conocer el genotipo de un organismo que expresa el fenotipo dominante.

- a) Cruzamiento de prueba
- b) Autopolinización
- c) Hibridismo

d) Entrecruzamiento

e) Cruzamiento al azar.

( ) El principio indica que cada par de caracteres heredables se separa durante la formación de los gametos de manera tal que cada gameto recibe solo uno de ellos ¿Cómo se denomina este principio?

a) Herencia ligada al sexo

b) Principio de Distribución independiente

c) Principio de la conservación de la materia

d) Principio de Segregación independiente

e) Principio de Uniformidad.

8. Considerando la herencia del sistema ABO de grupos sanguíneos:

a. ¿Qué fenotipos y genotipos pueden aparecer en la descendencia de este matrimonio: mujer A heterocigota x varón AB? ¿Qué fenotipos no pueden aparecer?

b. Si una pareja compuesta por una mujer de grupo A heterocigota y un hombre AB tienen hijos. ¿Qué fenotipo del sistema ABO le daría al padre la certeza de que alguno de los niños no es suyo?

9. La variedad andaluza de gallina, llamada "azul", aunque en realidad es gris, se produce mediante cruce entre las variedades negra y blanca. Interviene sólo un par de alelos. ¿De qué color serían las gallinas (y en qué proporción) si se cruzan una azul y una negra? Explique a qué se debe este resultado.

10. Las mujeres tienen en el par sexual los cromosomas XX, y los hombres los cromosomas sexuales XY. Responda ¿Cuál de los abuelos (materno o paterno) de un hombre no podría ser la fuente de los genes en su cromosoma Y? ¿En qué células de una mujer se va a encontrar el par de cromosomas XX?

11. Tome un ejemplo de herencia ligada al cromosoma X y explíquelo.

## Bibliografía

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J. Raff, M., Roberts, K. y Walter, P. (2004) *Biología Molecular de la Célula*. Ed. Omega.

Alberts, Brain, Hopkin, Johnson, Lewis, Raff, Roberts y Walter. (2006). *Introducción a la Biología Celular*. Ed. Médica Panamericana.

Curtis H. (2008). *Biología*. Editorial Panamericana.

Lodish, H., Berk, A., Zipursky, L., Matsudaira, P., Baltimore, D. y Darnel, J. (2002). *Biología Celular y Molecular*. Ed. Médica Panamericana.

Moglia M., Daguerre A., Calderon M., Nuñez Sada M., Floriani F. e Isaguirre A. (2021). *Guía de trabajos prácticos de Biología General y Celular*. Nueva Editorial Universitaria-UNSL.

### Sitios web

CK-12 Foundation (2020). Herencia Mendeliana en humanos. Recuperado de <https://www.ck12.org/book/ck-12-conceptos-biolog%c3%ada/section/3.11/>

Dirección General de Planeamiento Educativo. (2018). Herencia Mendeliana, actividades para estudiantes segundo año. Recuperado de [https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/profnes\\_areal\\_herencia\\_mendelian\\_a\\_-\\_estudiantes\\_-\\_final.pdf](https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/profnes_areal_herencia_mendelian_a_-_estudiantes_-_final.pdf). <https://ximosastre.blogspot.com/p/biologia-i-geologia-4r.html>.