

# Viceministerio de Ciencia y Tecnología

## Manual de Prácticas de Laboratorio Ciencias Naturales



### Tercer Ciclo de Educación Básica



**GECTI**  
GERENCIA DE EDUCACIÓN EN  
CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Viceministerio  
**Ciencia y Tecnología**

Ministerio de Educación  
Viceministerio de Ciencia y Tecnología  
Gerencia de Educación, Tecnología e Innovación

Programa Cerrando la Brecha del Conocimiento  
Sub-Programa “Hacia la CYMA”

**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO  
DE CIENCIA, SALUD Y MEDIO AMBIENTE  
PARA TERCER CICLO DE EDUCACIÓN BÁSICA**

Versión preliminar para Plan Piloto



## **Ministerio de Educación**

Franzi Hasbún Barake

**Secretario de Asuntos Estratégicos de la Presidencia de la República  
de El Salvador y Ministro de Educación Ad Honórem**

Erlinda Hándal Vega

**Viceministra de Ciencia y Tecnología**

Héctor Jesús Samour Canán

**Viceministro de Educación**

William Ernesto Mejía

**Director Nacional de Ciencia y Tecnología**

Xiomara Guadalupe Rodríguez Amaya

**Gerente de Educación en Ciencia, Tecnología e Innovación**

Carlos Ernesto Miranda Oliva

**Jefe de Educación Básica en CTI (Coordinador de Ciencias Naturales)**

Néstor Josué Ramírez Martínez

**Autor**

Osmany René Aparicio Monjarás

Jorge Alfredo Ávila Moreno

Orlando Leonel Castillo Henríquez

Tonatiuh Eddie Miguel Orantes Ramos

**Asesoría Técnica**

Jorge Vargas Méndez

**Revisor de texto**

Primera edición (Versión preliminar para Plan Piloto)

Derechos reservados. Ministerio de Educación. Prohibida su venta y su reproducción parcial o total.

Edificios A4, segundo nivel, Plan Maestro, Centro de Gobierno, Alameda Juan Pablo II y calle Guadalupe,  
San Salvador, El Salvador, América Central.

Teléfonos: +(503) 2537-4217, +(503) 2537-4218, +(503) 2537-4219, Correo electrónico: [gecti@mined.gob.sv](mailto:gecti@mined.gob.sv)

**Estimadas y estimados docentes:**

El Plan Social Educativo “Vamos a la Escuela” 2009-2014 nos plantea el reto histórico de formar ciudadanas y ciudadanos salvadoreños con juicio crítico, capacidad reflexiva e investigativa, con habilidades y destrezas para la construcción colectiva de nuevos conocimientos, que les permitan transformar la realidad social y valorar y proteger el medio ambiente. Nuestros niños, niñas y jóvenes desempeñarán en el futuro un rol importante en el desarrollo científico, tecnológico y económico del país; para ello requieren de una formación sólida e innovadora en todas las áreas curriculares, pero sobre todo en Matemática y en Ciencias Naturales; este proceso de formación debe iniciarse desde el nivel de Parvularia, intensificándose en la Educación Básica y especializándose en el nivel Medio y Superior. En la actualidad, es innegable que el impulso y desarrollo de la ciencia y la tecnología son dos aspectos determinantes en el desarrollo económico, social y humano de un país.

Para responder a este contexto, en el Viceministerio de Ciencia y Tecnología se ha diseñado el Manual de Prácticas de Laboratorio de Ciencia, Salud y Medio Ambiente para Tercer Ciclo de Educación Básica. El propósito del Manual de Prácticas de Laboratorio es orientar al cuerpo docente para fundamentar mejor su práctica profesional, tanto en dominio de contenidos (sobre todo aquellos contenidos pivotes), como también en la implementación de una metodología y técnicas que permitan la innovación pedagógica, la indagación científica-escolar y sobre todo una construcción social del conocimiento, bajo el enfoque de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), en aras de mejorar la calidad de la educación.

Este Manual es para el equipo docente, para su profesionalización y autoformación permanente que le permita un buen dominio de las disciplinas que enseña. Las prácticas que se desarrollan en el Manual han sido cuidadosamente diseñadas por su importancia pedagógica y por su riqueza científica. Es por eso que para el desarrollo de las prácticas incluidas en este Manual se requiere rigurosidad, creatividad, deseo y compromiso de innovar la práctica docente en el laboratorio de ciencias. Con el estudio de las prácticas (de manera individual o en equipo de docentes), se pueden derivar diversas sesiones de trabajo con el estudiantado para orientar el conocimiento de los temas clave o “pivotes” que son el fundamento de la alfabetización científica en Ciencias Naturales.

La enseñanza de las Ciencias Naturales debe despertar la creatividad, siendo divertida, provocadora del pensamiento crítico y divergente, debe ilusionar a los niños y niñas con la posibilidad de conocer y comprender mejor la naturaleza y sus leyes. La indagación en Ciencias Naturales promueve la diversidad de secuencias didácticas y la realización de actividades de diferentes niveles cognitivos.

Esperamos que este Manual de Prácticas de Laboratorio establezca nuevos caminos para la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales, y que fundamente de una mejor manera nuestra práctica docente. También esperamos que las prácticas que contiene nos reten a aspirar a mejores niveles de rendimiento académico y de calidad educativa, en la comunidad educativa, como en nuestro país en general.

Apreciable docente, ponemos en sus manos este Manual de Prácticas de Laboratorio porque sabemos que está en sus manos la posibilidad y la enorme responsabilidad de mejorar el desempeño académico estudiantil, a través del desarrollo curricular en general, y particularmente de las Ciencias Naturales.

Lic. Franzi Hasbún Barake  
Secretario de Asuntos Estratégicos de la Presidencia de la República  
y Ministro de Educación Ad Honórem

Dr. Héctor Jesús Samour Canán  
Viceministro de Educación

Dra. Erlinda Hándal Vega  
Viceministra de Ciencia y Tecnología

# ÍNDICE

## Parte I

Presentación .....	I
¿Cómo usar el manual? .....	II
Integración de las prácticas con el programa de estudio .....	IV
Cuaderno de laboratorio .....	IX
Reglas de seguridad en el laboratorio .....	X
Peligrosidad de reactivos .....	XIII
Equipo de protección individual .....	XVIII
Acciones comunes y primera respuesta .....	XX
Disposición de residuos .....	XXI
Materiales y equipo de laboratorio .....	XXII

## Parte II

### *Prácticas de Química*

Viajando a través de la Tabla Periódica .....	1
Preparamos mezclas y soluciones .....	9
Métodos de separación de mezclas .....	15
Experimentemos con reacciones químicas .....	22
Identifiquemos ácidos y bases .....	27
Las moléculas de la vida .....	34

### *Prácticas de Física*

Aprendamos a medir .....	45
El movimiento de los cuerpos .....	61
La fuerza de fricción .....	66
La fuerza de empuje .....	71
La dinámica del calor .....	76
Calculemos la gravedad de la tierra .....	80
Así se comporta la electricidad .....	84
Por donde viaja la luz .....	89

### *Prácticas de Biología*

A través del microscopio: El mundo invisible .....	96
Actividad fotosintética y respiración celular .....	107
Extraigamos pigmentos fotosintéticos .....	113
El mundo de los genes .....	121
El crecimiento poblacional .....	126
Desarrollo mi propia práctica de laboratorio .....	135

## I. PRESENTACIÓN

La educación en ciencia comprende dos ámbitos: el teórico, que generalmente se desarrolla en los salones de clase; y el experimental, que se desarrolla en el laboratorio. Este último es un espacio que cuenta con las herramientas y el equipo necesario para que el estudiantado se enfrente de forma directa con los fenómenos naturales. Ambos aspectos de la enseñanza son esenciales en la formación de estudiantes que se convertirán en profesionales, que en el futuro desempeñarán un rol protagónico en el desarrollo científico, tecnológico y económico del país.

El desarrollo de los contenidos programáticos del currículo de Ciencia, Salud y Medio Ambiente implica que cada estudiante sea protagonista y construya sus aprendizajes, por lo que para lograr el aprendizaje significativo de los contenidos debe existir un vínculo estrecho entre la teoría y la práctica, de manera que no sólo logre aprender sino también utilizar el conocimiento para analizar y crear.

En ese sentido, se ha elaborado el presente *Manual de Laboratorio de Ciencias para Tercer Ciclo de Educación Básica*, el cual surge como complemento de los Materiales de Autoformación e Innovación Docente, y que incluye prácticas de laboratorio que permitan el desarrollo de las operaciones básicas en los procedimientos experimentales con el enfoque en Ciencia, Tecnología e Innovación.

El trabajo en el laboratorio de ciencias permite un acercamiento al objetivo de aprendizaje de los programas de estudio, de forma tal que en ocasiones la realización de una práctica de laboratorio o una actividad experimental, se vuelve mucho más efectiva en el logro de aprendizajes significativos que el abordaje teórico de ciertos contenidos, que puede involucrar varias horas de clase.

El propósito de este texto es guiar a cada docente en el abordaje de los métodos y técnicas científicas para ir más allá de los principios teóricos fundamentales, con el fin de conseguir un adiestramiento en las técnicas de laboratorio y de manipulación del material y equipo básico de uso habitual en el laboratorio de ciencias. Con ello, cada docente conseguirá dominar diversos procedimientos que le permitirán enfrentar con éxito sus actividades de enseñanza-aprendizaje, para poder implementarlos con sus estudiantes.

Con este manual se busca que la ciencia “cobre vida”, como una forma de motivación hacia el aprendizaje que requiere el estudiantado, rompiendo así con el esquema tradicional donde docentes son protagonistas principales, y el estudiantado es sólo el receptor pasivo de la clase, ya que sólo repetir conocimientos no resulta suficiente. La amnesia es uno de los resultados de este estado: el estudiantado se olvida de todo, ya que se basa en una especie de fantasía e inercia que consiste en retener la información (en ocasiones equivocada) basada en la transmisión del conocimiento, sin que tenga relación con las experiencias del diario vivir de las personas.

Este manual ha sido elaborado con la finalidad de que ayude a descubrir nuevas y excitantes ideas, y que proporcione una experiencia gratificante al desarrollar la posibilidad de entender y apreciar el papel de la Química, Física y Biología en nuestras vidas.

Las prácticas contenidas en este manual pueden ejecutarse en un proceso efectivo y real, donde el estudiantado tome un papel más activo en su aprendizaje. Este enfoque coincide con la práctica formativa de docentes. La meta es aplicar una estrategia de aprendizaje con la que docentes y estudiantes aprendan, analicen, desarrolle y contribuyan. Es este sentido que cada docente encuentra muy divertido el aprendizaje de lo que tiene que enseñar.

Lo que se pretende es enfatizar que cada docente debe ser guía, facilitar y mediar con sus estudiantes, que retome las experiencias de sus estudiantes como base, y les ayuden a seguir aprendiendo, para que desarrollen competencias científicas que les permitan una mejor comprensión de los fenómenos que observa en su entorno, así como una optimización en la utilización de los recursos con que cuenta. En este proceso, cada estudiante es el agente medular de su aprendizaje. De ahí que se requiera que la formación docente sea efectiva para desarrollar en el estudiantado el pensamiento crítico, la creatividad, la independencia, y la capacidad para construir sus propios conocimientos.

La secuencia de los experimentos que se presentan en este manual, ha sido ordenada de tal manera de iniciar a cada docente con las precauciones que debe tener en el manejo experimental de sustancias químicas, así como la disposición final de los residuos que se generan en las prácticas. Luego, se hace una identificación de los equipos y materiales que se utilizan en el laboratorio, y a continuación, se presentan las prácticas de Química, Física y Biología, para que sean realizadas en el laboratorio.

Cada docente debe orientar a sus estudiantes a utilizar el *Cuaderno de Laboratorio*, para hacer anotaciones sobre el procedimiento realizado, las observaciones de los resultados obtenidos y las dudas que hayan surgido como producto de la práctica, para realizar una investigación posterior que pueda dar una explicación científica de dicho fenómeno. La revisión de este cuaderno se sugiere como una actividad de evaluación con una ponderación asignada, ya que constituye un reflejo del trabajo estudiantil, tal como se establece en los lineamientos de evaluación del programa de estudio de Ciencia, Salud y Medio Ambiente para Tercer Ciclo de Educación Básica.

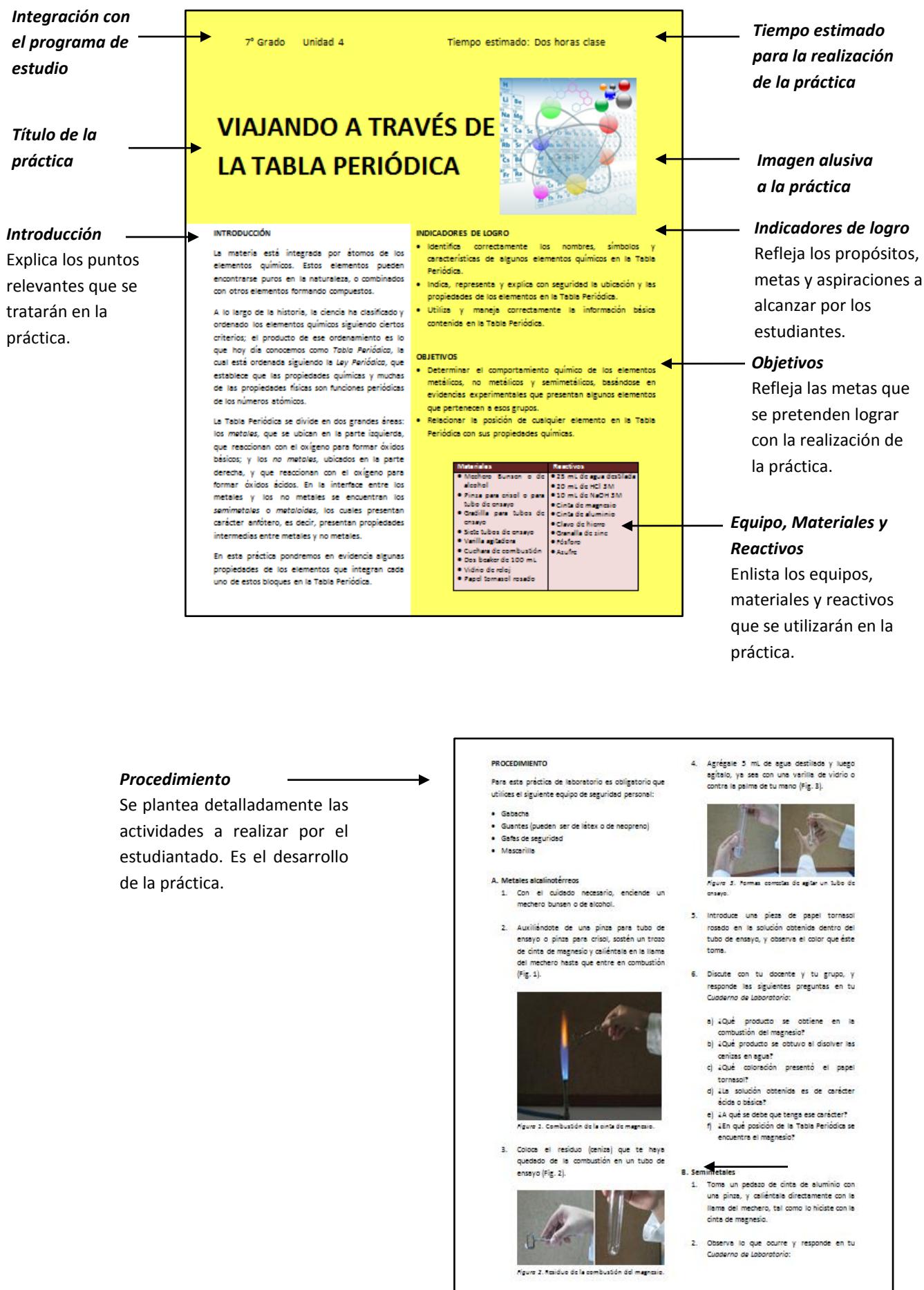
## II. ¿CÓMO USAR EL MANUAL?

El presente Manual fue diseñado como un apoyo a la práctica docente, orientado a las necesidades de aprendizaje del estudiantado, y a los recursos disponibles o factibles de los centros escolares que cuentan con laboratorio de ciencias. Se convertirá en una herramienta fundamental en la adquisición del enfoque investigativo orientado a la comprensión de los fenómenos observables en la naturaleza y a la resolución de problemas.

Asimismo, se pretende romper con el esquema tradicional permitiendo la reproducción parcial del material, con fines educativos únicamente, de la sección correspondiente al procedimiento de cada práctica para ser entregado a cada estudiante. Además, tendrá una parte de uso exclusivo para docente, que incluirá el fundamento teórico, las posibles observaciones y la interpretación de los resultados obtenidos y su vinculación con situaciones de la experiencia cotidiana.

Es imprescindible que leas toda la práctica antes de ser desarrollada con los estudiantes, para que prepares todos los materiales, reactivos y equipo a utilizar, y para que conozcas el fundamento teórico de dicha práctica, las posibles observaciones que puedan surgir en el desarrollo de la misma, y que tenga una idea de los resultados que se pueden esperar, y cómo éstos deben ser presentados y tabulados.

Cada práctica de laboratorio tendrá la siguiente estructura:



## Preparación previa de reactivos

Incluye el procedimiento detallado para la preparación de los reactivos utilizados en la práctica.

### PREPARACIÓN PREVIA DE REACTIVOS

#### a. Solución de ácido clorhídrico (HCl) 3M

Si deseas preparar 100 mL de solución, vierte 25 mL de HCl concentrado en un balón volumétrico de 100 mL; utiliza para ello una pipeta volumétrica de 25 mL provista de propietas: hazlo con precaución y utilizando el equipo de protección personal: gabacha, guantes de látex o de neopreno, mascarilla y gafas de seguridad; de ser posible, realiza este procedimiento en una cámara extractora de gases o al aire libre. Luego agrega agua destilada hasta la marca de aforo del balón; cuando esté cerca de la marca, utiliza una pizca para aforar correctamente, evitando traspasar la marca. Tapa el balón, sujeta bien el tapón y agita la solución, invirtiendo el balón para que se homogeneice la solución (Fig. 5).



Figura 5. Forma de agitar la solución contenida en el balón volumétrico para que sea homogénea.

Finalmente, vierte la solución preparada en un frasco para su almacenamiento; el frasco puede ser de vidrio o de plástico. Rotula el frasco como "solución de HCl 3M".

Para preparar 250 mL de solución, realiza el mismo procedimiento, pero ahora adiciona 62.5 mL de HCl concentrado en un balón volumétrico de 250 mL.

#### b. Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 3M

Para preparar 100 mL de solución, en un beaker de 100 mL pesa 12 g de NaOH en piezas; luego adiciona unos 50 mL de agua destilada y disuelve las piezas de NaOH con la ayuda de una varilla agitadora; hazlo con precaución y utilizando el equipo de protección personal: gabacha, guantes

de látex o de neopreno, mascarilla y gafas de seguridad. Después, vierte esa solución a un balón volumétrico de 100 mL (puedes utilizar un embudo); manteniendo el beaker en la misma posición, enjuágalo con agua destilada utilizando una pizca, vertiendo el agua del enjuague en el balón (Fig. 6). Luego afora hasta la marca y agita sujetando bien el tapón e invirtiendo el balón (Fig. 5).



Figura 6. Forma de vertir la solución al balón volumétrico.

Finalmente, vierte la solución preparada en un frasco para su almacenamiento; el frasco puede ser de vidrio o de plástico. Rotula el frasco como "solución de NaOH 3M".

Para preparar 250 mL de solución, realiza el mismo procedimiento, pero ahora pesa 30 g de NaOH en un beaker de 250 mL, y luego afora en un balón volumétrico de 250 mL.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

La base estructural de la materia son los átomos, los cuales pueden combinarse de múltiples maneras para obtener compuestos, o encontrarse en agrupaciones del mismo tipo de átomos integrando los elementos. Cada elemento presenta propiedades físicas y químicas diferentes; no obstante, muchas de estas propiedades son similares o varían de forma periódica para una serie de elementos.

Sin una clasificación adecuada de los elementos sería muy difícil lograr el aprendizaje de las diferentes propiedades periódicas. Por esta razón, desde hace mucho tiempo atrás se buscaba clasificarlos y

## Fundamento teórico

Se hace un breve planteamiento de la fundamentación teórica relacionada con la práctica.

ordenarios. Desde mediados del siglo XIX se conocía la existencia de similitudes en las propiedades de pequeños grupos de átomos; ello impulsó a muchos científicos de la época a la búsqueda de una clasificación sistemática de los átomos que reflejara las semejanzas entre ellos. El primero que lo logró con éxito fue el químico ruso Dimitri Mendeleiev, quien comprobó que si ordenaba los elementos (en esa época se conocían sólo 63) de forma creciente con base al peso atómico, algunas propiedades mostraban un comportamiento periódico. Los elementos fueron entonces agrupados en una tabla donde ordenaba los elementos con propiedades similares. La tabla original de Mendeleiev tenía huecos, los que el mismo predijo que correspondían a elementos no descubiertos aún, pero que se podrían predecir sus propiedades en función de la posición que ocupaban en la Tabla Periódica. Esta predicción y su posterior confirmación demostraban la utilidad de la Tabla de Mendeleiev.

Posteriormente, un científico inglés llamado Henry Moseley determinó el número atómico de cada elemento, y demostró que las propiedades características de los elementos son funciones periódicas de sus números atómicos, lo que se conoce como Ley Periódica.

Las investigaciones de la mecánica cuántica dieron como resultado una explicación completa a la Tabla Periódica, estableciendo que ésta surge de ir llenando los orbitales atómicos de menor a mayor energía, siguiendo el principio de exclusión de Pauli y la regla de Hund.

La Tabla Periódica se organiza en columnas denominadas grupos o familias, y en filas, denominados períodos. Todos los elementos de un mismo período tienen el mismo valor de número cuántico principal  $n$ , y las propiedades de los elementos que lo integran cambian progresivamente a través del mismo; mientras que los elementos de un mismo grupo tienen en su capa de valencia el mismo tipo de orbitales ocupados por el mismo número de electrones, por lo que los elementos que lo integran mantienen propiedades similares.

De esta manera, los elementos quedan ordenados en tres grandes series: elementos representativos, elementos de transición y elementos de transición interna o tierras raras.

La Tabla Periódica presenta una línea diagonal en forma de grada, la cual sirve para dividir a los elementos en dos grandes grupos. Los elementos ubicados a la izquierda de dicha línea son los metales, siendo estos elementos electropositivos (tienen a perder electrones), y pueden reaccionar con el oxígeno para formar compuestos llamados óxidos básicos, los cuales al reaccionar con agua forman bases o hidróxidos. Los elementos ubicados a la derecha son no metales, siendo electronegativos (tienen a ganar electrones), y reaccionan con el oxígeno formando óxidos ácidos, los cuales al reaccionar con agua forman díolos oxácidos.

Los elementos ubicados entre la líneas en forma de grada son los semimetales o metaloides, los cuales tienen un comportamiento anfotero, es decir, pueden comportarse como metales o como no metales, dependiendo del medio químico en que se encuentren, por lo que tienen la capacidad de formar óxidos ácidos y básicos.

Los elementos más electronegativos de la Tabla Periódica son los pertenecientes a la familia de los halógenos, y se encuentran en la naturaleza como elementos libres o formando sales. El elemento más electronegativo de la Tabla Periódica es el flúor.

### POSSIBLES OBSERVACIONES

- El papel tornasol o papel de litmus puede encontrarse en al menos dos tipos diferentes: uno de color rosaldo, el cual mantiene su coloración en medio ácido, pero cambia a color azul en medio básico; y otro de color azul, el cual mantiene su coloración en medio básico, pero cambia a color rosaldo en medio ácido. Para esta práctica se ha recomendado utilizar el papel tornasol rosaldo, aunque puede ser sustituido por azul, siempre y cuando se tengan las consideraciones del cambio de color, y sean

### Possibles observaciones

Se plantean posibles variantes o problemáticas que puedan surgir en la realización de la práctica.

claradas con antelación al estudiantado. Si no cuentas con papel tornasol, puedes utilizar indicadores como la fenolftaleína o el anaranjado de metilo.

- Si no cuentan con cinta de aluminio, una buena alternativa sería utilizar las anillas que sirven para abrir las latas de los refrescos (Fig. 7), ya que éstas están elaboradas de aluminio.



Figura 7. Anillas para abrir latas de refrescos.

- Si en tu centro escolar no tienen cuchillas de deflagración, puedes utilizar cuchillas metálicas de uso casero que sean resistentes a los llamas para realizar el experimento con fósforo y azufre (si este fuera el caso, deberás considerar que esas cuchillas las vas a destinar exclusivamente para uso de laboratorio, y no debes volver a utilizarlas para consumo de alimentos). Otra buena alternativa es utilizar corcholates, que luego se deberán sujetar con una pinza para realizar la combustión de los elementos; pero antes de utilizarlas deberás removerlos el empaque de plástico que poseen (Fig. 8).



Figura 8. Corcholate sin empaque de plástico.

- En el procedimiento de los no metales, ten en cuenta que tanto el fósforo como el azufre primero se funden y, luego, con la aplicación de más calor, se obtiene la combustión, es decir, que reacciona con el oxígeno y comienza a arder. Se debe tener mucha precaución en este procedimiento debido a que los vapores que se producen en la combustión son tóxicos, por lo que se debe evitar inhalarlos directamente.

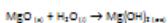
#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

##### A. Metales alcalinotérreos

El magnesio es un metal de la familia de los alcalino-térreos, el cual arde con facilidad al contacto con una llama, dando una reacción de combustión (recuerda que las reacciones de combustión son en realidad reacciones de oxidación en las que el oxígeno actúa como agente oxidante).



El producto que se obtiene en la combustión es el óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ), el cual es un óxido básico que al disolverse en agua origina el hidróxido de magnesio ( $\text{Mg(OH)}_2$ ), que es una base o hidróxido.



Como la solución obtenida tiene carácter básico, el papel tornasol adquirirá un color azul. Recuerda que esto se debe a que los metales tienden a formar sustancias básicas.

##### B. Semimetales

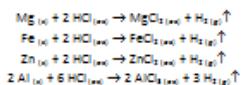
El aluminio es un semimetal resistente a la oxidación y a la combustión, por lo que no se observa reacción cuando entra en contacto con la llama, lo que lo hace muy diferente al magnesio.

##### C. Comparación del carácter metálico

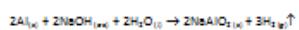
El carácter metálico se define como la tendencia que tienen los elementos a ceder fácilmente

electrones. De acuerdo a la ubicación de los elementos en la Tabla Periódica, el carácter metálico aumenta de derecha a izquierda en un periodo, y de arriba hacia abajo en un grupo.

Los metales son capaces de reaccionar con los ácidos, dando como productos de reacción una sal e hidrógeno gaseoso. Mientras mayor sea el carácter metálico del elemento, mayor será su reactividad frente al ácido, por lo que podrás observar que el más reactivo será el magnesio, seguido del hierro, luego el zinc, y finalmente el aluminio; este último reacciona muy poco con los ácidos (recuerda que es un semimetal). La evidencia de reacción es el desprendimiento de burbujas de hidrógeno gaseoso.

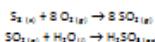
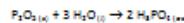
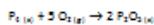


En términos generales, los metales no presentan reacción con las bases o hidróxidos (excepto las reacciones de desplazamiento basadas en la serie de actividad de los metales), de ahí que el magnesio no presente reacción con el hidróxido de sodio; mientras que el aluminio, al ser un semimetal, presenta reacción con el  $\text{NaOH}$ , formando el aluminato de sodio ( $\text{NaAlO}_2$ ) e hidrógeno gaseoso; el desprendimiento de este último es la evidencia de reacción.



##### D. No metales

Los no metales reaccionan con el oxígeno para producir óxidos ácidos, que al ser disueltos en agua dan origen a ácidos oxácidos; para el caso, la combustión del fósforo produce óxido fosfórico ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), que al disolverse en agua produce ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), mientras que el azufre produce el óxido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ), que disuelto en agua origina ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).



Puesto que ambas soluciones son ácidas, el papel tendrá un color rosado. Recuerda que esto se debe a que los no metales tienden a formar sustancias ácidas.

Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:

**Material de Autoformación e Innovación Docente: Química, Lección 3: TABLA PERIÓDICA.** Pág. 52 – 63. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

**Material de Autoformación e Innovación Docente: Química, Lección 6: SUSTANCIAS PURAS.** Pág. 64 – 73. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Petruci, R. (2011). *Química General* (10<sup>a</sup> Edición). Madrid: Prentice-Hall.

Chang, R. (2010). *Química* (10<sup>a</sup> Edición). México: McGraw-Hill / Interamericana editores S.A. de C.V.

Brown, T., LeMay, E., Bursten, B. y Burdge, J. (2004). *Química La Ciencia Central* (9<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

[industrial.umss.edu.bo. Estudio de la Tabla Periódica. Recuperado en enero de 2014, de http://goo.gl/v6rl1v](http://industrial.umss.edu.bo. Estudio de la Tabla Periódica. Recuperado en enero de 2014, de http://goo.gl/v6rl1v)

[escritoriosclumnos.educar. La Tabla Periódica de los elementos. Recuperado en enero de 2014, de http://goo.gl/0mNLed](http://escritoriosclumnos.educar. La Tabla Periódica de los elementos. Recuperado en enero de 2014, de http://goo.gl/0mNLed)

#### OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

Experimentemos con reacciones químicas.

Identifiquemos ácidos y bases.

#### Fuentes de consulta

Incluye algunas fuentes bibliográficas a consultar para enriquecer los conocimientos relacionados con cada práctica.

#### Otros experimentos relacionados

Enlista las prácticas que presentan alguna relación con la realizada.

### III. INTEGRACIÓN DE LAS PRÁCTICAS CON EL PROGRAMA DE ESTUDIO

A continuación se presenta un cuadro donde se relacionan las prácticas de laboratorio con los contenidos del programa oficial del MINED de la asignatura de Ciencia, Salud y Medio Ambiente de Tercer Ciclo de Educación Básica, con el fin de que cada docente pueda planificar y organizar las actividades, integrando las actividades científicas de acuerdo a los objetivos y las competencias de cada contenido. No se pretende imponer la realización de las prácticas tal como aparecen en el cuadro, sino que la finalidad es que cada docente determine los mecanismos y actividades para guiar al estudiantado a un ritmo de aprendizaje adecuado y de calidad.

PRÁCTICAS DE QUÍMICA		
TEMA PROPUESTO	UNIDAD Y GRADO	JUSTIFICACIÓN
VIAJANDO A TRAVÉS DE LA TABLA PERIÓDICA	Unidad 4, 7º Grado	El estudiantado identificará las propiedades periódicas de los elementos, y las relacionará con su experiencia en la utilización de materiales en la vida diaria; a su vez, obtendrá los criterios necesarios para determinar el grado de peligrosidad de ciertos elementos, y cuáles de ellos pueden representar un daño para la salud y el medio ambiente.
PREPAREMOS MEZCLAS Y SOLUCIONES	Unidad 5, 7º Grado	Por medio de esta práctica, el estudiantado tendrá la capacidad de distinguir entre un compuesto, una solución y una mezcla; además, podrá clasificar entre los diferentes tipos de mezclas y de soluciones, relacionándolo a su vez con las sustancias que utiliza en su vida cotidiana, tales como bebidas, alimentos, medicamentos, entre otros.
MÉTODOS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS	Unidad 5, 7º Grado	El estudiantado podrá conocer los diferentes procedimientos que se utilizan para la separación de los componentes de una mezcla, y relacionarlos con los procesos que ocurren en la naturaleza. Además, estará en la capacidad de seleccionar el o los métodos de separación necesarios cuando enfrente situaciones en las que se requiere dicha separación.
EXPERIMENTEMOS CON REACCIONES QUÍMICAS	Unidad 5, 8º Grado Unidad 6, 9º Grado	El estudiantado aprenderá a reconocer los diferentes tipos de reacciones químicas, así como los componentes que intervienen para que éstas ocurran, a fin de relacionarlo con los cambios que se observan en la materia, y comprender con exactitud su principio de conservación. También, comprenderá la relación entre materia y energía dentro de una reacción química.
IDENTIFIQUEMOS ÁCIDOS Y BASES	Unidad 6, 8º Grado	El estudiantado identificará sustancias por su naturaleza ácida o básica (alcalina), tanto de uso de laboratorio como de uso cotidiano, para comprender su utilidad y las precauciones a considerar al momento de utilizarlas y descartarlas, con el fin de evitar daños a la salud y al medio ambiente.

LAS MOLÉCULAS DE LA VIDA	Unidad 7, 9º Grado	El estudiantado podrá identificar la presencia de carbohidratos, lípidos y proteínas en algunos alimentos, utilizando para ello sustancias indicadoras. Dicha experiencia le servirá para relacionarla con los conocimientos teóricos sobre la forma en que el cuerpo utiliza los carbohidratos, lípidos y proteínas, y los alimentos que los contienen.
--------------------------	--------------------	--

PRÁCTICAS DE FÍSICA		
TEMA PROPUESTO	UNIDAD Y GRADO	JUSTIFICACIÓN
APRENDAMOS A MEDIR	Unidad 2, 7º Grado	El estudiantado aprenderá a realizar mediciones directas e indirectas, utilizando para ello los instrumentos de medición correspondientes, tales como termómetro, regla, pie de rey, balanza, dinamómetro, entre otros; además, aprenderá a utilizar dichos datos para determinar mediciones de forma indirecta de algunas magnitudes físicas, como área, peso, densidad, entre otros.
EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS	Unidad 2, 8º Grado	El estudiantado identificará y medirá las diferentes magnitudes que se pueden determinar de forma directa en el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU), a la vez que utilizará dichos datos para encontrar las magnitudes restantes de forma indirecta, utilizando para ello las ecuaciones del MRU. Además, podrá ejemplificar con casos concretos de ocurrencia de MRU en las actividades de la vida cotidiana.
LA FUERZA DE FRICCIÓN	Unidad 3, 8º Grado	El estudiantado aprenderá a determinar el coeficiente de fricción estático entre dos cuerpos en contacto, identificando para ello las diferentes variables físicas involucradas. Con ello, adquirirá las experiencias necesarias para relacionar el coeficiente de fricción con los fenómenos observables en la vida diaria.
LA FUERZA DE EMPUJE	Unidad 4, 8º Grado	El estudiantado aprenderá a realizar la medición de la fuerza de empuje y del peso aparente de un cuerpo que esté totalmente sumergido en un líquido, contrastando ese valor con el peso que tiene dicho cuerpo en el aire, con lo que podrá comprender e interpretar los principios físicos que se aplican a los cuerpos total o parcialmente sumergidos en un fluido, adquiriendo de esta manera el razonamiento necesario para que pueda aplicar dichos principios en las diferentes actividades que realiza.
LA DINÁMICA DEL CALOR	Unidad 2, 9º Grado	El estudiantado podrá comprender el concepto de capacidad calorífica, y lo podrá aplicar al elaborar curvas de enfriamiento de diferentes líquidos, como agua, aceite, entre otros. Conocerá también en qué sentido se da la

		transferencia de calor; dicho conocimiento le servirá para analizar, e incluso predecir, el comportamiento de los diferentes procesos termodinámicos que ocurren en la naturaleza y en sus actividades de la vida cotidiana.
CALCULEMOS LA GRAVEDAD DE LA TIERRA	Unidad 5, 9° Grado	El estudiantado podrá calcular el valor de la aceleración de la gravedad en la tierra, utilizando para ello un péndulo simple. Comprenderá además la importancia de conocer dicho valor para poder utilizarlo en el cálculo de otras magnitudes físicas.
ASÍ SE COMPORTA LA ELECTRICIDAD	Unidad 3, 9° Grado	El estudiantado podrá construir circuitos eléctricos en serie y en paralelo, que utilicen fuentes, interruptores, resistencias, leds, entre otros, identificando y describiendo sus propiedades; además, podrá clasificar diversos materiales como conductores y aislantes, para valorar los beneficios que trae la electricidad en la realización de las labores de la vida cotidiana.
POR DONDE VIAJA LA LUZ	Unidad 5, 9° Grado	El estudiantado calculará el índice de refracción de objetos transparentes, siguiendo la trayectoria de un haz de luz al atravesar diferentes medios, analizando así la naturaleza de la luz, y la forma en que ésta se propaga.

PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA		
TEMA PROPUESTO	UNIDAD Y GRADO	JUSTIFICACIÓN
A TRAVÉS DEL MICROSCOPIO: EL MUNDO INVISIBLE	Unidad 6 y 7, 7° Grado	Se trata de una práctica introductoria para el uso adecuado del equipo y materiales de biología, poniendo especial énfasis en el reconocimiento de las partes del microscopio óptico y la utilización del mismo. En esta práctica se identificarán las estructuras y funciones de las diferentes partes de la célula que pueden observarse: núcleo, membrana y pared celular, cloroplastos, vacuolas, flagelos, entre otros.
ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA Y RESPIRACIÓN CELULAR	Unidad 6, 7° Grado	En esta práctica busca evidenciar la liberación de gases que demuestran la actividad de fotosíntesis ( $O_2$ ) y respiración celular ( $CO_2$ ). Además, incluye procedimientos para la manipulación de las variables, y el análisis de los datos obtenidos.
EXTRAIGAMOS PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS	Unidad 7, 8° Grado	Esta práctica incluye el procedimiento de extracción de pigmentos fotosintéticos, para luego ser separados por cromatografía sobre papel. Se debe observar e identificar los distintos tipos de pigmentos que se encuentran en las hojas, pero también relacionar los fenómenos químicos y físicos que ocurren.

EL MUNDO DE LOS GENES	Unidad 7, 9º Grado Unidad 9, 9º Grado	Esta práctica consiste en extraer el ADN de una fruta; incluye además interrogantes sobre las características de la molécula, por ejemplo su gran tamaño y estabilidad.
EL CRECIMIENTO POBLACIONAL	Unidad 8, 9º Grado	Esta práctica consiste en la realización de cultivos bacterianos, por lo que incluye varias sesiones de laboratorio, desde la preparación de los medios de cultivo, la inoculación, la visualización de colonias y finalmente el seguimiento de ellas hasta su declive.
DESARROLLO MI PROPIA PRÁCTICA DE LABORATORIO	Unidad 1, 7º, 8º y 9º Grado	El estudiantado realizará un proyecto de investigación científica de algún fenómeno que acapare su atención, utilizando para ello la metodología de investigación que le conducirá a dar una respuesta científica a la ocurrencia de dicho fenómeno. Finalmente, deberá desarrollar su propia práctica de laboratorio, que reproduzca la ocurrencia del fenómeno investigado, incluyendo los componentes que se establecen en el formato de las prácticas de laboratorio.

#### IV. CUADERNO DE LABORATORIO

Cada estudiante deberá llevar un *Cuaderno de Laboratorio*, donde anotará todas las observaciones efectuadas, así como las respuestas a los cuestionamientos que surjan de la práctica de laboratorio, además de los datos obtenidos junto a los respectivos cálculos realizados en cada práctica. En ningún caso deberán utilizarse hojas sueltas para dichas anotaciones, ya que lo más probable es que acaben por extraviarse. Por lo tanto, es imprescindible que cada estudiante disponga del *Cuaderno de Laboratorio* para poder realizar el experimento asignado. Dicho cuaderno estará a disposición de su docente para que pueda proceder a su revisión y evaluación periódicamente.

Cada docente podrá plantear la siguiente estructura para el *Cuaderno de Laboratorio*, asesorando en todo momento a cada estudiante para su elaboración:

1. Fecha de realización de la práctica.
2. Título de la práctica.
3. Objetivos: Pueden retomarse los planteados en el Manual, o pedir al estudiantado que redacte sus propios objetivos.
4. Procedimiento: Exclusivamente los detalles operativos.
5. Resultados, observaciones y datos obtenidos: De ser posible, presentar los datos de forma tabulada.
6. Discusión de resultados: Se compararán los resultados obtenidos con los saberes previos de los contenidos programáticos y bibliográficos. Además, se dará respuesta a todos los cuestionamientos surgidos antes, durante y después de la práctica. Se podrán plantear, si lo amerita, posibles modificaciones al procedimiento para volver más enriquecedora la práctica.
7. Bibliografía: Debe incluir todas las fuentes bibliográficas que hayan sido consultadas por el estudiantado para el cumplimiento de los objetivos de la práctica.

## **V. REGLAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO**

Para llevar a cabo cualquier trabajo experimental en el laboratorio de ciencias se requiere seguir ciertas normas de conducta. Por tanto, es indispensable que tanto docente como estudiantes conozcan ciertas normas generales de prevención y seguridad, y someterse a ellas. No practicar estas normas sería desastroso, debido a que no se conseguiría el propósito de la práctica, y podría además representar un riesgo para la salud o el medio ambiente.

Un laboratorio de ciencia es un lugar especial por muchos motivos. Por una parte, los materiales usados son, en general, delicados. No solo el material de vidrio, que como es sabido, se rompe con facilidad, sino también los instrumentos de precisión, tales como microscopios, balanzas, pHmetros, entre otros, que requieren conocer su funcionamiento y tener extremo cuidado en su manejo para evitar errores que puedan deteriorarlos.

El laboratorio es un lugar peligroso. Desde el vidrio, que es un material cortante cuando se fragmenta, hasta los reactivos químicos que se manejan. Una mezcla inadecuada, en una proporción o incluso un orden equivocado, pueden traer consecuencias desastrosas. Al trabajar en el laboratorio, usted ingresa a un mundo en donde se usan reactivos de alta concentración y pureza. La mayoría de estas sustancias son extremadamente activas, venenosas y corrosivas, dañinas para la salud a corto o largo plazo, debido a que pueden ingresar al organismo por vías dérmicas, digestivas y pulmonares. Por eso se hace sumamente importante las normas de seguridad e higiene para evitar situaciones de riesgo.

A continuación se detallan las Normas de Seguridad para el trabajo en el laboratorio, que al acatarlas podemos prevenir accidentes mediante la planificación de las tareas y procedimientos a ejecutar, además de mantener nuestra área de trabajo limpia y organizada.

### **Actividades a desarrollar por cada docente:**

1. Asegurarse que todos los estudiantes conozcan las Normas de Seguridad para el trabajo en el laboratorio.
2. Orientar a sus estudiantes donde están ubicados los extintores de incendios, el botiquín de primeros auxilios, las salidas de emergencia, las duchas y todo aquel material para emergencias con que cuente el centro escolar.
3. Ilustrar sobre todas las medidas de seguridad a sus estudiantes, así como el uso del extintor de incendios.
4. Dar las debidas instrucciones para la evacuación del laboratorio (de ser posible, realice un simulacro).
5. Formar los grupos de trabajo, considerando el número total de estudiantes, y los recursos e infraestructura disponibles.
6. Proveer a sus estudiantes de todo el material necesario para la realización de la práctica, así como orientarles en todo momento la manera correcta de utilizarlos.
7. Explicar a sus estudiantes el significado de los diferentes símbolos de peligrosidad que aparecen en las etiquetas de los reactivos.
8. El trabajo de laboratorio requiere una limpieza escrupulosa, tanto del material utilizado como de la mesa de trabajo. El material se limpiará antes de su utilización e inmediatamente después de cada experimento. Al finalizar toda sesión de laboratorio, cada docente se encargará de velar porque sus estudiantes dejen limpio tanto el material como su lugar de trabajo antes de abandonar el laboratorio.
9. Indicar a sus estudiantes donde se deben colocar los desperdicios producidos en la práctica.
10. El agua es un bien escaso. Por favor, hay que evitar gastos innecesarios de agua, y velar porque los desperdicios químicos y biológicos no lleguen a contaminarla.

### **Actividades a desarrollar por el estudiantado:**

- ❖ **ANTES** de iniciar el trabajo experimental se deben verificar las siguientes normas:
  1. Verificar que el lugar de trabajo se encuentre limpio y ordenado, de lo contrario proceder a ordenarlo.
  2. Apagar y guardar los equipos electrónicos tales como teléfonos celulares, reproductores de música y de vídeo portátiles, juegos electrónicos, computadoras portátiles, entre otros.
  3. Examinar cuidadosamente el material, instrumentos y equipos de laboratorio, y cerciorarse de su correcto funcionamiento, así como también de los enchufes eléctricos y llaves de agua y gas si existieran.
  4. Colocarse la gabacha y demás equipo de protección personal que sea necesario; en el caso de las señoritas, deberán amarrarse el cabello si lo usan largo.
  5. Retirar de sus manos objetos metálicos, tales como anillos y pulseras.
  6. Integrarse en equipos de trabajo, asumiendo responsabilidad y disciplina.
  7. Escuchar atentamente las instrucciones de su profesora o profesor, y tener a la mano su *Cuaderno de Laboratorio* en todo momento.
  8. Comenzar el trabajo experimental sólo con la autorización docente; seguir sus instrucciones; no arriesgarse en ningún momento, por cualquier duda es mejor preguntar.

- ❖ **DURANTE** el trabajo experimental se deben seguir las siguientes normas:

1. Está estrictamente prohibido en el transcurso del trabajo experimental ingerir cualquier tipo de alimento (inclusive beber agua), así como realizar actividades que distraigan la atención del grupo.
2. Todos los reactivos químicos son potencialmente venenosos; no los pruebes, toques, soples ni huelas directamente.
3. Para detectar el olor de una sustancia, no se debe colocar la cara directamente sobre el recipiente. Lo correcto es utilizar la mano abierta como pantalla para hacer llegar una pequeña cantidad de vapor hasta la nariz y aspirar levemente (Fig. 1).



*Figura 1.* Forma correcta de detectar el olor de una sustancia.

4. Dedícate a realizar los experimentos que se han indicado. No actúes por iniciativa propia, podrías correr riesgos. Los experimentos no contemplados en el procedimiento no están autorizados. Si consideras valiosa la realización de una modificación al experimento, consúltala con tu profesora o profesor.
5. Los experimentos que realizas pueden tener riesgos fortuitos, por lo que no debes ubicarte frente al sitio donde se realiza una reacción química.

6. Evitar el desperdicio de reactivos. No separar más cantidad de reactivo de la que se necesite para el experimento, y nunca devolver la cantidad sobrante al frasco. En caso de usar una pipeta, no deberá absorberse con la boca sino utilizando una propipeta. Cuando exista algún sobrante, utilizar un recipiente adecuado y limpio para colocarlo, y etiquetar correctamente el recipiente. Consultar a la profesora o profesor sobre el lugar para almacenarlo.
7. Gran parte de los accidentes en los laboratorios están asociados al manejo de materiales de cristal (cristalería). Pueden ocurrir casos de laceraciones y cortaduras profundas por el manejo inadecuado de este material; además, se pueden sufrir quemaduras con cristalería caliente, por lo que debe tenerse especial cuidado al momento de utilizar este tipo de materiales. En el caso de rotura de material, lo comunicarás a tu profesora o profesor para que se proceda a su reposición.
8. Cuando se calienta una sustancia en un tubo de ensayo, el extremo abierto del tubo no debe dirigirse a ninguna persona cercana a fin de evitar accidentes, ya que podría producirse una proyección violenta del contenido del tubo por sobrecalentamiento local (Fig. 2).



*Figura 2. Forma correcta de calentar una sustancia contenida en un tubo de ensayo.*

9. En caso de sufrir u observar cualquier accidente (cortadura, quemadura, derrame de reactivos, etc.) deberás informar inmediatamente a tu docente responsable, y de esta forma activar los mecanismos planificados para mitigar el accidente.
10. Está estrictamente prohibido sacar material del laboratorio sin permiso de tu docente responsable.

❖ **DESPUÉS** de finalizado el trabajo experimental se deberán seguir las siguientes normas:

1. Al limpiar el material que se utilizó en el experimento, se empezará por eliminar los residuos, si los hubiera, depositándolos en los contenedores de residuos debidamente clasificados. No se deben arrojar directamente al desagüe, aun en el caso de que sean solubles en agua.
2. Lave muy bien la cristalería con agua y detergente, y ordene sus materiales tal como usted los encontró en el inicio de su práctica. En caso de haber calentado cristalería, esperar a que se enfrie antes de proceder a lavarla.
3. El material limpio se deja escurrir. El material volumétrico nunca se debe secar en una estufa. Una vez limpio y seco, se procede a almacenarlo en un lugar seguro.
4. Asegúrate de desconectar las conexiones eléctricas que se hayan utilizado.
5. Solicita autorización para retirarte.

## VI. PELIGROSIDAD DE REACTIVOS

La seguridad en el laboratorio de ciencias no se limita a la protección del equipo o de la infraestructura, sino también a un manejo adecuado de los reactivos químicos encaminado a preservarlos, evitar su desperdicio, y prevenir la contaminación que pueden ocasionar al medio ambiente. Se denomina reactivo o reactante a cualquier sustancia que se consume en un proceso químico. Todos ellos deben ser usados con ciertas precauciones en el desarrollo de experimentos. Siempre se debe leer la etiqueta de un reactivo antes de usarlo. La Figura 3 muestra un ejemplo de etiqueta:

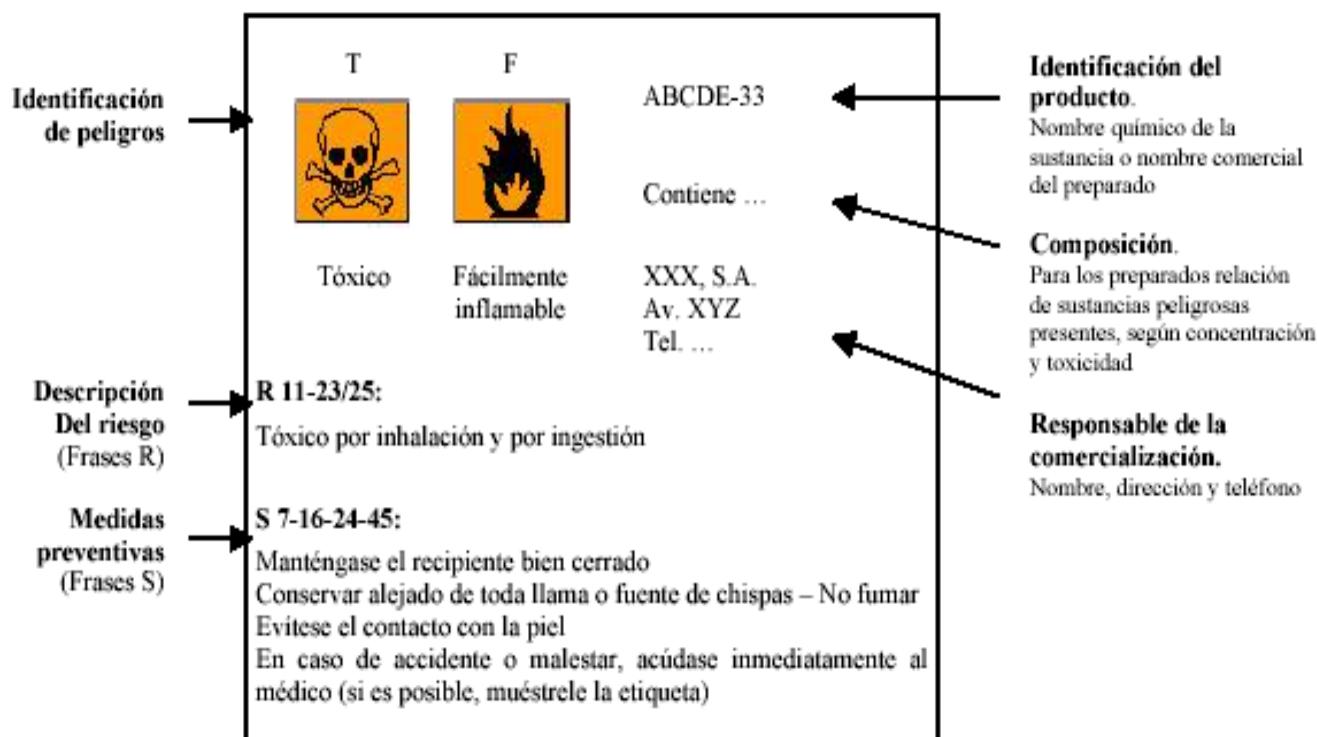


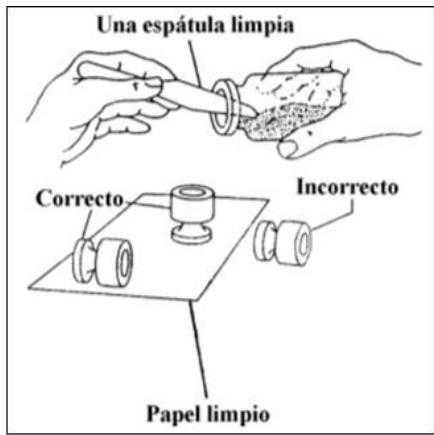
Figura 3. Información contenida en la etiqueta del envase de un reactivo químico.

Conozcamos ahora las normas básicas a tener en cuenta al momento de manejar productos químicos de uso muy frecuente en el laboratorio de ciencias, y que pueden presentarse en las siguientes fases:

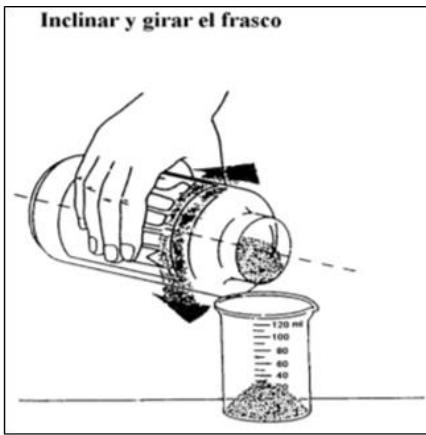
### ❖ Sustancias sólidas

Los reactivos sólidos normalmente se almacenan en recipientes de boca ancha. Se pueden transferir pequeñas cantidades de un reactivo sólido de un recipiente a otro utilizando una espátula que esté bien limpia y seca. Colocar el tapón del frasco sobre una hoja de papel limpio y no directamente sobre la mesa, evitando así posible contaminación de los reactivos (Fig. 4 a). Aproximar ambos recipientes para evitar el derramamiento de reactivo.

Si se necesita una mayor cantidad de sólido, asegurarse de que el reactivo no está compactado. Si ocurre esto, romper los bloques introduciendo una espátula limpia y seca. Para verter el producto se debe inclinar el frasco oscilando la muñeca simultáneamente (Fig. 4 b). Si el reactivo es muy fino y libera polvo fácilmente, debe utilizarse una mascarilla apropiada.



4 a)



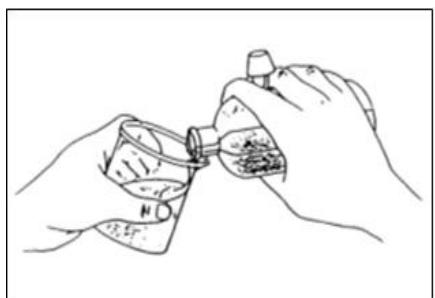
4 b)

Figura 4. Forma correcta de transferencia de un reactivo sólido.

#### ❖ Sustancias líquidas

Los líquidos se almacenan, por lo general, en recipientes de boca angosta o en frascos con gotero. Para medir una cantidad de líquido, sea una solución o un líquido puro, se debe sacar una pequeña porción en un vaso de precipitados limpio y seco, y de allí se toma la cantidad requerida mediante una pipeta. No deben introducirse pipetas o cualquier otro dispositivo directamente dentro de la botella que contiene el líquido, esto conduce generalmente a la contaminación de todo el contenido.

Al transferir un líquido hay que evitar salpicaduras y es recomendable el uso de gafas protectoras. Para ello, se deben aproximar ambos recipientes e inclinar el recipiente receptor de modo que el líquido resbale por la pared de dicho recipiente (Figura 5 a). Cuando se transfiere de un vaso de precipitados a otro, se puede hacer uso de una varilla de vidrio (Figura 5 b).



5 a)



5 b)

Figura 5. Forma correcta de transferencia de un reactivo líquido.

#### ❖ Sustancias gaseosas



Las reacciones donde se utilizan o liberan gases tóxicos o corrosivos deben realizarse dentro de una campana de extracción. Este dispositivo es una cabina provista de un ventilador que succiona el aire llevando los gases fuera del laboratorio, y una vitrina que permite observar la ocurrencia de la reacción (Fig. 6).

Figura 6. Campana de extracción.

## ❖ Símbolos de riesgo

Para manejar con seguridad las sustancias químicas se han ideado diversos códigos, dependiendo del fabricante, pero en general los sistemas clasifican las sustancias en las siguientes categorías, utilizando diez símbolos:

INDICACIÓN DE PELIGRO	SÍMBOLO
<b>Sustancias explosivas</b>  Peligro: Sustancias que pueden explotar bajo determinadas condiciones. Ejemplo: dicromato de amonio.  Precaución. Evitar choques, percusión, fricción, formación de chispas y contacto con el calor.	
<b>Sustancias oxidantes (Comburentes)</b>  Peligro: Pueden inflamar sustancias combustibles o favorecer la amplitud de incendios ya declarados, dificultando su extinción. Ejemplo: permanganato de potasio, peróxido de sodio.  Precaución: Evitar cualquier contacto con sustancias combustibles.	
<b>Sustancias fácilmente inflamables</b>  Peligro: Sustancias susceptibles de inflamarse fácilmente después de un breve contacto con una fuente de ignición, o que, en contacto con el agua o aire húmedo, desprenden gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas. Ejemplo: butano, propano.  Precaución: Evitar la formación de mezclas inflamables gas-aire y aislar de fuentes de ignición y humedad.	
<b>Sustancias extremadamente inflamables</b>  Peligro: Sustancias líquidas y gaseosas que sean inflamables en contacto con el aire a temperatura y presión normales. Ejemplo: alquilos de aluminio.  Precaución: Evitar contacto con el aire.	
<b>Sustancias tóxicas (T) y extremadamente tóxicas (T+)</b>  Peligro: Tras una inhalación, ingestión o absorción a través de la piel pueden presentarse, en general, trastornos orgánicos de carácter grave (T) o muy grave (T+), que pueden incluso provocar la muerte. Ejemplo: trióxido de arsénico, cloruro de mercurio (II).  Precaución: Evitar cualquier contacto con el cuerpo y en caso de malestar buscar inmediatamente atención médica.	 

<p><b>Sustancias corrosivas</b></p> <p>Peligro: Por contacto con estas sustancias se destruye el tejido vivo y también otros materiales. Ejemplo: bromo, ácido sulfúrico.</p> <p>Precaución: No inhalar los vapores y evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa.</p>	
<p><b>Sustancias nocivas</b></p> <p>Peligro: La incorporación de estas sustancias por el organismo produce efectos nocivos de poca trascendencia. Ejemplo: tricloroetileno.</p> <p>Precaución: Evitar el contacto con el cuerpo humano, así como la inhalación de vapores. En caso de malestar, buscar la atención médica.</p>	
<p><b>Sustancias irritantes</b></p> <p>Peligro: Sustancias que pueden producir acción irritante sobre la piel, los ojos y sobre los órganos respiratorios. Ejemplo: amoníaco, cloruro de bencilo.</p> <p>Precaución: No inhalar los vapores y evitar el contacto con la piel y los ojos.</p>	
<p><b>Sustancias peligrosas para el medio ambiente</b></p> <p>Peligro: Sustancias que presentan un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.</p> <p>Precaución: Según sea el potencial de peligro, no dejar que alcancen la canalización en el suelo o el medio ambiente. Observar las prescripciones de eliminación de residuos especiales.</p>	

La Asociación Nacional de Protección contra Incendios de los Estados Unidos (NFPA), desarrolló un sistema estandarizado de índices de riesgo, el cual utiliza un rombo con cuatro rombos en su interior, con colores y números (Fig. 7):

- La peligrosidad del producto va de una escala de 0 a 4, siendo 4 la mayor peligrosidad.
- El color AZUL, implica que existe peligro para la salud.
- El color ROJO, indica el grado de peligro para la inflamación.
- El color AMARILLO, significa el peligro de reacción.
- El color BLANCO, señala información general, como por ejemplo OX, que significa Oxidante, o W que indica no emplear agua.



Figura 7. Rombo de seguridad estandarizado según la NFPA.

#### ❖ Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS)

La Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (del inglés Material Safety Data Sheet, MSDS) es un documento que contiene información sobre los compuestos químicos, su uso, almacenaje, manejo, los procedimientos de emergencia y los efectos potenciales a la salud relacionados con un material peligroso. Las MSDS contienen mucha más información sobre el material de la que aparece en la etiqueta del frasco. La empresa fabricante de los reactivos prepara y redacta las MSDS correspondientes con el propósito de que usted siempre conozca los peligros que presentan los reactivos antes de comenzar a usarlos. Usted siempre debe leer las MSDS de los reactivos para conocer los riesgos, entender los requerimientos de manejo y almacenaje seguros, y saber qué se debe hacer en caso de ocurrir una emergencia. La Figura 8 presenta un ejemplo de una MSDS:

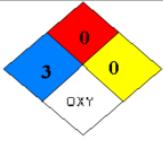
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL PRODUCTO						
I. INFORMACION GENERAL						
NOMBRE COMERCIAL (ES): AQUACID						
NOMBRE QUIMICO: ACIDO NITRICO						
SINONIMO(S): Agua fortis, humo blanco de ácido nítrico(WFNA), humo rojo de ácido nítrico (FRNA), Nitrito de hidrato, ácido azótico, nitrato de hidrogeno.						
GRUPO QUIMICO			FORMULA <b>HNO<sub>3</sub></b>			
CAS No. 7697-37-2	ONU No. 2031	CLASE ONU 8	NUMERO INTERNO			
DOT MATERIALES PELIGROSOS		DOT CLASE DE PELIGRO				
USOS: En la manufactura de nitrato de Amonio para la elaboración de fertilizantes, químicos orgánicos, como tintas, explosivos, barnices, pigmentos, nitrocelulosa, nitratos. Para Lavado de mangueras en fertiriego						
<b>ROTULO NFPA 704 ASIGNADO</b> 			<b>ROTULO ONU ASIGNADO</b> 			
<b>INFORMACION PARA EL TRANSPORTE</b>						
No transporte con sustancias explosivas, sustancias que en contacto con el agua puedan desprender gases inflamables, sustancias carburantes, peróxidos orgánicos, materiales radioactivos ni alimentos.						
<b>REGULACIÓN</b>						
1. Código nacional de tránsito terrestre. Decreto 1344/70, modificado por la ley 33/86. Artículo 48. 2. Los residuos de esta sustancia están considerados en la resolución 2309 de 1986 del Ministerio de Salud.						
<b>II-RESUMEN DE PELIGROS</b>						
Para mezclas de este producto solicite la respectiva hoja de seguridad. Vea sección XI.						
<b>Atención.</b> La información relacionada con este producto puede no ser válida si se está usando en combinación con otros materiales o en otros procesos.						
<b>ACIDO NITRICO</b>						
<b>PELIGROS A LA SALUD</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Venenoso, puede ser fatal si se inhala, se ingiere o se absorbe por la piel.</li> <li>* El contacto puede causar quemaduras a la piel y los ojos.</li> <li>* El incendio puede producir gases irritantes o venenosos</li> <li>* Los escurremientos resultantes del control de fuego o el agua con material diluido pueden causar contaminación.</li> </ul>						
<b>PELIGRO DE INCENDIO O EXPLOSION</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Puede encender otros materiales combustibles (madera, papel, aceite, etc.)</li> <li>* Reacción violenta con agua</li> <li>* La reacción con combustibles puede ser violenta</li> <li>* Material inflamable/combustible; puede encenderse por calor, chispas o llamas.</li> <li>* Gases inflamables venenosos pueden acumularse en los carro tanques y de tolva.</li> <li>* El escurreimiento a las alcantarillas puede crear peligro de incendio o explosión.</li> </ul>						
<b>INFORMACION TOXICOLOGICA</b>						
Provoca graves quemaduras.						

Figura 8. Ejemplo de Hoja de Seguridad de Materiales (MSDS).

## VII. EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Durante la realización de una práctica en el laboratorio de ciencias, existe la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos. Para minimizar ese riesgo, se deben utilizar los equipos de protección individual, haciendo hincapié en la importancia que éstos tienen en nuestra seguridad e integridad.

A continuación se detallan algunos implementos de protección individual:



Figura 9. Gabacha para uso de laboratorio.

### Gabachas de laboratorio

Las gabachas de laboratorio son requeridas, tanto para docente como para estudiantes, al momento de efectuar una práctica dentro del laboratorio de ciencias, para eliminar el contacto prolongado o repetido de las sustancias químicas con nuestra piel y ropa. De preferencia, esta debe ser manga larga (Fig. 9).

En su defecto, y con el fin de evitar mayores gastos, la gabacha podrá ser sustituida por un delantal para laboratorio.



Figura 10. Mascarilla para uso de laboratorio.

### Protección respiratoria

En los laboratorios hay muchas sustancias que pueden causar daño a las vías respiratorias. Entre éstas se encuentran los gases tóxicos, partículas gruesas (polvo), partículas finas (niebla, vapores y aerosoles), que pueden tener efectos agudos o crónicos en el sistema respiratorio.

El uso de mascarilla (Fig. 10) es necesario para evitar cualquier enfermedad o daño, ante la presencia de sustancias tóxicas o peligrosas en la realización de algunos experimentos.

### Protección de ojos y cara

Dentro de los peligros potenciales de daño a los ojos y cara se incluyen los siguientes: salpicaduras de líquidos irritantes o corrosivos, fragmentos de cristal u otros objetos, polvo, vapores irritantes, y quemaduras. Para prevenir esos accidentes se deberá utilizar gafas (Fig. 11) o caretas de seguridad (Fig. 12).



Figura 11. Gafas de seguridad para uso de laboratorio.



Figura 12. Careta de seguridad para uso de laboratorio.

## Protección de las manos

Las manos se deben proteger cuando están expuestas a temperaturas extremas, químicos corrosivos o irritantes. También se deben proteger de la absorción de sustancias tóxicas. Para ello se podrán utilizar guantes de neopreno (Fig. 13), los cuales son especiales para la manipulación de reactivos.

En ocasiones, hay que protegerlas de otros peligros como problemas eléctricos, cortaduras, raspaduras, pinchazos e impactos.



Figura 13. Guantes de neopreno para uso de laboratorio.

## Protección auditiva

En el laboratorio de ciencias es poco común que exista un riesgo contra la audición, ya que en este ambiente no se utiliza maquinaria o instrumentación que pueda generar niveles de ruido mayor de 85 decibeles. Por el contrario, el laboratorio de ciencias debe ser un lugar de trabajo apacible, ya que el manejo de sustancias químicas demanda un alto grado de concentración. Por esta razón, no se requerirá el uso de protectores auditivos dentro del laboratorio, a menos que se adquiera algún tipo de maquinaria o instrumento cuyo ruido sobrepase los niveles señalados.

## VIII. ACCIDENTES COMUNES Y PRIMERA RESPUESTA

Los accidentes más frecuentes en el laboratorio de ciencias son las quemaduras, explosiones, incendios e intoxicaciones, y sus causas pueden deberse a la adquisición de hábitos incorrectos o a ignorancia de la peligrosidad del trabajo que se realiza.

Deben aplicarse medidas generales de atención inmediata en todos los casos de accidentes, las cuales tienen por objeto retirar a la persona accidentada de la situación de riesgo o de la acción del agente nocivo, solicitando el auxilio médico lo antes posible, si el caso lo amerita.

A continuación se detallan algunos procedimientos de primera respuesta para eventuales accidentes:

- **Ojos en contacto con sustancias químicas:** Enjuagar ampliamente con un chorro suave de agua. Desplazar bien los párpados y mover los ojos hacia todos los lados. Inmediatamente después pasar a tratamiento oftalmológico, reportar el producto químico en cuestión.
- **Exposición a vapores de sustancias químicas:** Trasladar inmediatamente a la persona afectada hacia un lugar al aire libre, para que respire aire fresco.
- **Contacto de sustancias químicas con la ropa y piel:** Quitarle inmediatamente toda la indumentaria que esté impregnada con productos químicos, y lavar con abundante agua la zona del cuerpo que haya entrado en contacto con los reactivos.
- **Quemaduras por superficie caliente:** Verter agua fría sobre la parte afectada hasta que se calme el dolor; si la piel se observa muy dañada y el dolor persiste, buscar atención médica.
- **Quemaduras por ácido:** Echar abundante agua a la parte afectada. Neutralizar la acidez que haya quedado en la piel con disolución de bicarbonato de sodio al 1%.

- **Quemaduras por álcalis o bases:** Aplicar agua abundante y neutralizar con solución de ácido bórico al 2 %.
- **Ingestión de sustancias químicas:** En caso de ingesta de reactivos, acudir inmediatamente al médico, indicando la causa del accidente y también la información completa del reactivo químico, la cual está contenida en la MSDS.
- **Cortaduras:** Lavar la herida con agua y jabón. No importa dejar sangrar un poco la herida, pues ello contribuye a evitar una infección. Aplicar después agua oxigenada y cubrir con una gasa parafinada, sujetándola con esparadrapo o venda. Si persiste la hemorragia o han quedado restos de objetos extraños (trozos de vidrio), se deberá acudir a un centro de asistencia sanitaria.
- **Control de derrames o escapes:** Las cantidades de sustancias químicas usadas en los laboratorios generalmente son pequeñas; sin embargo, pueden ocurrir derrames que ameriten acción rápida y ordenada. El mejor control de derrames en un laboratorio es la prevención y planificación de los experimentos en forma consciente y ordenada, evitando las improvisaciones y el tomar riesgos innecesarios.

## IX. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Un laboratorio de ciencias genera muy variados residuos peligrosos. Por tanto, no se cuenta con un método universal para tratar dichos residuos, no obstante pueden diseñarse estrategias para su disposición final, evitando ocasionar un daño al medio ambiente.

Lo primero que debe hacerse es tratar de minimizar los desechos, lo cual se logra reduciendo la cantidad de reactivos utilizados en los experimentos. No todos los desechos son igualmente peligrosos o se tratan de la misma manera, por lo tanto es importante enseñar al estudiantado a llevar los desechos a un sitio previamente determinado para ello. No es correcto arrojar los residuos por el desagüe, salvo algunas excepciones, ya que se puede ocasionar un grave problema de contaminación a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Debido a que no es posible eliminar los residuos inmediatamente es necesario almacenarlos en frascos debidamente rotulados, para su posterior eliminación por empresas autorizadas para la disposición final de los residuos (Fig. 14). Algunas normas útiles para la eliminación de residuos son:

- **Desechos sólidos:** La disposición de sólidos contaminados con productos químicos, por ejemplo papel filtro, deberá hacerse en el recipiente designado para ello, evitando arrojarlo con la basura común. Se deberá buscar el mecanismo de disposición final de dichos residuos una vez se tenga una cantidad apreciable, por ejemplo a través de una empresa incineradora.
- **Ácidos y bases:** Los ácidos y bases inorgánicas (excepto los cianuros) pueden ser neutralizados, para luego ser descartados por el desagüe. Como agentes neutralizantes se utilizan el carbonato de calcio para medios ácidos, y el ácido clorhídrico para medios básicos.
- **Metales pesados:** Muchos iones metálicos son tóxicos por encima de una concentración límite. Los compuestos de mercurio, plomo, cadmio, cobalto, cromo, plata, manganeso y níquel son cancerígenos. Por tanto, no deben ser arrojados al desagüe, sino que deben almacenarse en un recipiente destinado para ello debidamente identificado, el cual, al tener una cantidad apreciable de residuos, deberá buscarse el mecanismo para su disposición final a través de una empresa especializada en la materia.

- **Compuestos orgánicos:** Se recomienda almacenar los solventes orgánicos en recipientes debidamente rotulados, hasta disponer de la cantidad suficiente para que puedan ser recuperados por destilación. Se debe evitar mezclar residuos de solventes, ya que esto hará más dificultosa la separación. Otra alternativa es, si los residuos orgánicos no contienen halógenos ni nitrógeno, eliminarlos por incineración con las precauciones respectivas. Si los residuos orgánicos contienen halógenos o nitrógeno, los gases deberán entramparse en una solución de carbonato de sodio, para atrapar ácidos como el clorhídrico o nítrico que se generan durante la combustión. Si no se posee experiencia para realizar estos procedimientos, se recomienda disponer estos residuos con una empresa especializada.



Figura 14. Recipientes para disposición de residuos generados en un laboratorio de ciencias.

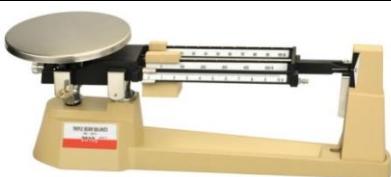
## X. MATERIALES Y EQUIPO DE LABORATORIO

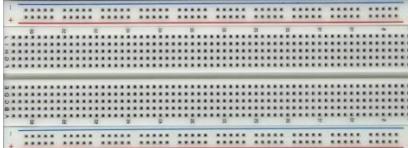
En el laboratorio de ciencias se emplean una variedad de materiales y equipo para la realización de los experimentos, algunos de ellos son denominados volumétricos, ya que se usan para medir volúmenes de líquidos. Se utiliza también material metálico y de porcelana.

A continuación se describirán las características del material y equipo de uso frecuente en un laboratorio de ciencias, detallándose las situaciones en que se utiliza cada uno en particular:

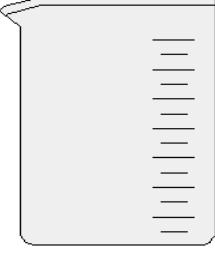
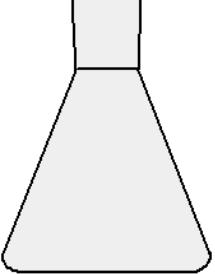
### EQUIPO

FIGURA	DESCRIPCIÓN
	<b>Microscopio óptico</b> Es un instrumento óptico que amplifica la imagen de un objeto microscópico. El aumento del objeto se consigue usando un sistema de lentes que manipula el paso de los rayos de luz entre el objeto y los ojos de la persona que observa. Para observar el objeto se debe hacer una preparación previa, y se coloca usando un porta y cubre objeto.

	<p><b>Estereoscopio</b>          Es un instrumento óptico que produce una imagen aumentada del objeto que se observa, formando una imagen tridimensional aproximadamente 20 a 40 veces mayor que el objeto observado. Este instrumento permite visualizar muestras sin ningún tipo de preparación (cultivos celulares y microbiológicos, minerales, pequeños insectos, objetos pequeños, etc.).</p>
	<p><b>Autoclave</b>          Recipiente metálico con cierre hermético que posibilita la generación de vapor de agua, permitiendo trabajar a alta presión para esterilizar material de laboratorio, sobre todo, del área de microbiología.</p>
	<p><b>Incubadora</b>          Dispositivo utilizado para mantener cultivos microbiológicos o celulares, debido a que mantiene las condiciones de temperatura y humedad en estado óptimo; además, permite controlar otras condiciones como el contenido de dióxido de carbono (<math>\text{CO}_2</math>) y de oxígeno en su atmósfera interior.</p>
	<p><b>Balanza analítica</b>          Es un instrumento de medición de masa utilizado en el laboratorio. Permite determinar masas muy pequeñas (algunas hasta del orden de microgramos) con alta precisión y exactitud. Las balanzas analíticas son digitales, y algunas permiten obtener la medición en distintos sistemas de unidades.</p>
	<p><b>Balanza digital</b>          Instrumento electrónico que permite determinar la masa de un objeto con precisión, el cual convierte la fuerza ejercida por la masa del objeto en una señal eléctrica que puede leerse en la pantalla del instrumento.</p>
	<p><b>Balanza de tres brazos</b>          Es un instrumento que permite medir la masa de un objeto en gramos. Consta de un platillo metálico donde se coloca la muestra, y de tres brazos que contienen pesas móviles.</p>
	<p><b>Placa calefactora</b>          Es un aparato eléctrico portátil que permite calentar de forma controlada sustancias contenidas en recipientes de fondo plano. Algunas de ellas contienen un agitador magnético, permitiendo agitar la solución mientras se está calentando.</p>
	<p><b>pHmetro</b>          Es un instrumento provisto de un sensor (electrodo) que utiliza el método electroquímico para medir el pH de una solución; dicha medición se desarrolla a través de una fina membrana de vidrio que separa dos soluciones con diferente concentración de iones hidronio. Los hay de sobremesa y portátiles, analógicos y digitales.</p>

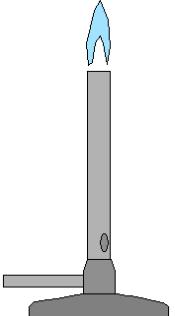
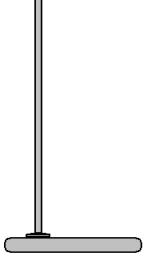
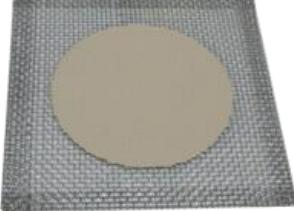
	<p><b>Cronómetro</b> Es un aparato de medición del tiempo en forma progresiva, cuya precisión ha sido comprobada y certificada por algún instituto o centro de control de precisión; se utiliza, incluso para medir fracciones muy pequeñas de tiempo. Los hay analógicos y digitales.</p>
	<p><b>Dinamómetro</b> Es un instrumento utilizado para determinar el peso de un objeto y para medir fuerzas. Basa su funcionamiento en la elongación de un resorte que sigue la ley de elasticidad de Hooke en el rango de medición.</p>
	<p><b>Vernier</b> Llamado también <i>pie de rey</i>, es un instrumento utilizado para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, hasta el orden de los milímetros; se pueden determinar medidas de longitud interna, externa y de profundidad.</p>
	<p><b>Micrómetro</b> También llamado tornillo micrométrico, es un instrumento de medición utilizado para determinar el tamaño de un objeto pequeño con gran precisión, en un rango del orden de centésimas o de milésimas de milímetro. Suele tener un sistema para limitar la torsión máxima del tornillo, necesario para detectar un exceso de fuerza sobre el objeto que pudiera ser causante de una disminución en la exactitud de la medida.</p>
	<p><b>Multímetro</b> Es un instrumento portátil utilizado para medir magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones), o pasivas como resistencias y capacidades. Las medidas pueden efectuarse para corriente continua o alterna, y en varios márgenes de medida para cada una. Los hay analógicos y digitales.</p>
	<p><b>Breadboard</b> Llamada también <i>Protoboard</i>, en español, <i>placa de prueba</i>, es un tablero con orificios conectados eléctricamente entre sí, siguiendo patrones de líneas, en el cual se pueden insertar componentes electrónicos y cables para el armado de circuitos electrónicos. Está hecho de dos materiales: un aislante, generalmente plástico, y un conductor, que conecta los diversos orificios entre sí.</p>

## MATERIALES

FIGURA	DESCRIPCIÓN
	<p><b>Tubo de ensayo</b> Consiste en un pequeño tubo de vidrio con abertura en la parte superior, y cerrado y redondeado en la parte inferior. Se utiliza para contener pequeñas muestras líquidas. Está fabricado con vidrio resistente a altas temperaturas, por lo que se puede colocar directamente sobre llama de un mechero Bunsen.</p>
	<p><b>Gradilla para tubos de ensayo</b> Se utiliza para dar soporte o almacenar los tubos de ensayo. Puede estar fabricada de madera, plástico o metal, y es específica para un determinado diámetro de los tubos de ensayo.</p>
	<p><b>Vaso de precipitados</b> Llamado comúnmente <i>beaker</i>, es un vaso, generalmente de vidrio transparente, de boca ancha y fondo plano. Se utiliza comúnmente para contener líquidos, realizar reacciones y para preparar o calentar mezclas y soluciones. Posee un pico en la parte superior para verter fácilmente los líquidos. Los hay de diferentes capacidades y por lo general están graduados, no obstante no deben ser utilizados para medir volúmenes, ya que esta lectura es solo una aproximación al volumen real.</p>
	<p><b>Matraz Erlenmeyer</b> Es un recipiente, generalmente de vidrio, en forma cónica con cuello largo y estrecho y fondo plano. Se utiliza comúnmente para preparar soluciones, hacer titulaciones, y para calentar mezclas y soluciones. Los hay de diferentes capacidades y por lo general están graduados, no obstante no deben ser utilizados para medir volúmenes, ya que esta lectura es solo una aproximación al volumen real.</p>
	<p><b>Probeta</b> Material volumétrico que consiste en un cilindro graduado que sirve para medir volúmenes variables de líquidos. Están fabricadas de vidrio o plástico, y las hay de diferentes capacidades. Es el instrumento para medir volúmenes más usado en el laboratorio, aunque no el más exacto.</p>
	<p><b>Pipeta graduada</b> Material volumétrico que permite medir una cantidad variable de líquido con bastante precisión; consiste en un tubo transparente que termina en una de sus puntas de forma cónica, y tiene una graduación con la que se indican distintos volúmenes. Por lo general, está fabricada de vidrio.</p>

	<b>Pipeta volumétrica</b> Son pipetas que están diseñadas para medir un volumen fijo; consiste en un tubo largo y estrecho con un ensanchamiento en la parte central, mientras que en la parte superior contiene la línea de aforo que indica el nivel que debe alcanzar el líquido.
	<b>Pipeta Pasteur</b> Es un tipo de pipeta generalmente no calibrada pero si graduada que se utiliza, al igual que un gotero, presionando el bulbo superior e introduciendo la parte inferior en el líquido que se desea transferir. Están fabricadas generalmente de plástico, aunque también las hay de vidrio con bulbo de goma.
	<b>Balón volumétrico</b> También llamado <i>matraz volumétrico</i> , es un matraz de fondo plano y cuello estrecho muy alargado, donde tiene una marca de aforo que indica el volumen que contiene; este volumen es fijo. Normalmente se utiliza para preparar soluciones, debido a que la medida del volumen es muy exacta.
	<b>Embudo</b> Es un material hueco en forma cónica que se prolonga en un tubo (tallo) estrecho. Se usa para sujetar el papel filtro durante la filtración y para trasvasar líquidos, previniendo derramamientos innecesarios o de riesgo. Están fabricados de vidrio o de plástico, y los hay de tallo largo, mediano o corto.
	<b>Vidrio de reloj</b> Es un platillo de vidrio en forma esférica utilizado para tapar vasos de precipitado, realizar cristalizaciones y evaporaciones de cantidades pequeñas, y como porta muestra al momento de pesar un sólido en una balanza.
	<b>Mortero y pistilo</b> Están fabricados generalmente de porcelana, vidrio o ágata, y poseen paredes gruesas. Se utilizan para pulverizar y/o mezclar muestras o compuestos sólidos.
	<b>Cápsula de porcelana</b> Se utiliza para realizar evaporaciones y para carbonizar compuestos, debido a que es resistente a altas temperaturas.
	<b>Crisol de porcelana</b> Se utiliza para calentar o carbonizar compuestos a altas temperaturas.

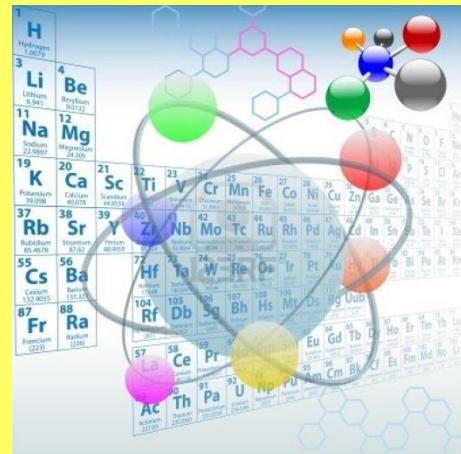
	<b>Varilla para agitación</b> Es una varilla sólida de vidrio que se usa para remover y mezclar sustancias, mezclas o soluciones. También se utiliza para permitir que descienda un líquido al verterlo.
	<b>Propipeta</b> Es un instrumento de laboratorio que se utiliza junto con la pipeta para trasvasar líquidos de un recipiente a otro, evitando así succionar con la boca líquidos tóxicos, venenosos, corrosivos, con olores muy fuertes o que emitan vapores. Para utilizarla se debe colocar en la boquilla de la pipeta.
	<b>Pera de succión</b> También llamada <i>propipeta de goma</i> , al igual que la propipeta, se utiliza para succionar un líquido en una pipeta. Primero se debe sacar el aire presionando la letra "A", luego se introduce la pipeta dentro del líquido y se presiona la letra "S" para hacer que éste ascienda; finalmente, para liberar el líquido se presiona la letra "E".
	<b>Frasco lavador</b> Llamado comúnmente <i>pizeta</i> , es un frasco de plástico de paredes delgadas y tapa de rosca con un tubo curvado. Por lo general, y al menos que exista una identificación, se utiliza para contener agua destilada. Como su nombre lo indica, sirve entre otras cosas para enjuagar el material de vidrio con agua destilada una vez lavado, y para aforar los balones volumétricos al preparar una solución.
	<b>Termómetro</b> Se utiliza para medir la temperatura de diversas sustancias y soluciones. Consiste en un tubo capilar de vidrio con una escala graduada provisto de un bulbo en la parte inferior, el cual contiene mercurio o una sustancia coloreada sensible al calor. La escala puede estar graduada en grados centígrados (°C) o grados Fahrenheit (°F), o ambas.
	<b>Mechero de alcohol</b> Es un frasco de vidrio que contiene un tapón por el que se introduce una mecha. Se utiliza para calentar sustancias, para lo cual se vierte previamente alcohol etílico hasta la mitad, se espera a que ascienda por la mecha y se enciende colocándole un fósforo encendido; para apagarlo basta con colocarle el tapón metálico sobre la mecha. Se recomienda retirar el alcohol cuando se deje de utilizar.
	<b>Pinza para tubos de ensayo</b> Son pinzas que se utilizan para sostener tubos de ensayo. Pueden ser metálicas o de madera.

	<p><b>Mechero Bunsen</b></p> <p>Es un aparato que consta de un tubo metálico soportado verticalmente en una pequeña plataforma a la que va enroscado. El tubo en su base tiene un pequeño orificio vertical donde se adapta una manguera para ser conectado al suministro de gas combustible; arriba de éste se encuentra la entrada de aire, rodeada de un anillo móvil que sirve para regular la cantidad de aire que se aspira. En el extremo superior del tubo vertical se coloca una chispa para que la mezcla de gas y aire entre en combustión. Se utiliza para calentar sustancias.</p>
	<p><b>Trípode</b></p> <p>Es un dispositivo metálico de tres pies que se utiliza para sostener recipientes para calentarlos.</p>
	<p><b>Soporte metálico</b></p> <p>También llamado <i>soporte universal</i>, consiste en una varilla metálica con una base también metálica de forma rectangular o triangular. Se utiliza para colocar y fijar en él aros o pinzas donde serán puestos los recipientes que se calentarán, o bien para sujetar pinzas para bureta, aparatos de destilación, filtración, entre otros.</p>
	<p><b>Aro metálico</b></p> <p>Sirve para sujetar instrumentos en el montaje de sistemas y para sostener la malla de asbesto donde se colocan otros utensilios para calentar. Los hay provistos de pinza y sin pinza, y de diferentes diámetros.</p>
	<p><b>Pinza de nuez</b></p> <p>Es una pinza con doble sistema de rosca que se utiliza generalmente para sujetar otro tipo de pinzas o material metálico al soporte universal.</p>
	<p><b>Malla de asbesto</b></p> <p>Es una malla metálica de forma rectangular que contiene asbesto en el centro. Ésta se coloca sobre el trípode o el aro metálico, y sobre ella se pone el material que se desea calentar. El asbesto permite lograr una mejor distribución del calor, evitando el contacto directo de la llama con el material.</p>
	<p><b>Espátula</b></p> <p>Se utiliza para tomar pequeñas cantidades de muestras o compuestos sólidos. Las hay de diversos tipos y tamaños, de metal y plásticas.</p>

	<p><b>Cuchara de combustión</b></p> <p>Se utiliza para realizar pequeñas combustiones de sustancias, permitiendo observar la inflamabilidad, el tipo de llama, reacción, etc.</p>
	<p><b>Porta y cubre objetos</b></p> <p>El porta objeto es una laminilla de vidrio transparente que sirve para colocar o muestras para ser observadas en el microscopio óptico. El cubre objeto se coloca sobre el porta objeto, y su función es proteger las muestras evitando que se contaminen con otros microorganismos.</p>
	<p><b>Caja de Petri</b></p> <p>También llamada <i>placa</i> o <i>cápsula de Petri</i>, es un recipiente redondo, de vidrio o plástico, con una cubierta de la misma forma que la placa, pero con un diámetro un poco más grande, que permite cerrar el recipiente, aunque no de forma hermética. Se utilizan para hacer cultivos de bacterias.</p>

# **PRÁCTICAS DE QUÍMICA**

# VIAJANDO A TRAVÉS DE LA TABLA PERIÓDICA



## INTRODUCCIÓN

La materia está integrada por átomos de los elementos químicos. Estos elementos pueden encontrarse puros en la naturaleza, o combinados con otros elementos formando compuestos.

A lo largo de la historia, la ciencia ha clasificado y ordenado los elementos químicos siguiendo ciertos criterios; el producto de ese ordenamiento es lo que hoy día conocemos como *Tabla Periódica*, la cual está ordenada siguiendo la *Ley Periódica*, que establece que las propiedades químicas y muchas de las propiedades físicas son funciones periódicas de los números atómicos.

La Tabla Periódica se divide en dos grandes áreas: los *metales*, que se ubican en la parte izquierda, que reaccionan con el oxígeno para formar óxidos básicos; y los *no metales*, ubicados en la parte derecha, y que reaccionan con el oxígeno para formar óxidos ácidos. En la interface entre los metales y los no metales se encuentran los *semimetales* o *metaloïdes*, los cuales presentan carácter anfótero, es decir, presentan propiedades intermedias entre metales y no metales.

En esta práctica pondremos en evidencia algunas propiedades de los elementos que integran cada uno de estos bloques en la Tabla Periódica.

## INDICADORES DE LOGRO

- Identifica correctamente los nombres, símbolos y características de algunos elementos químicos en la Tabla Periódica.
- Indica, representa y explica con seguridad la ubicación y las propiedades de los elementos en la Tabla Periódica.
- Utiliza y maneja correctamente la información básica contenida en la Tabla Periódica.

## OBJETIVOS

- Determinar el comportamiento químico de los elementos metálicos, no metálicos y semimetálicos, basándose en evidencias experimentales que presentan algunos elementos que pertenecen a esos grupos.
- Relacionar la posición de cualquier elemento en la Tabla Periódica con sus propiedades químicas.

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejero Bunsen o de alcohol</li> <li>Pinza para crisol o para tubo de ensayo</li> <li>Gradilla para tubos de ensayo</li> <li>Siete tubos de ensayo</li> <li>Varilla agitadora</li> <li>Cuchara de combustión</li> <li>Dos beaker de 100 mL</li> <li>Vidrio de reloj</li> <li>Papel tornasol rosado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>25 mL de agua destilada</li> <li>20 mL de HCl 3M</li> <li>10 mL de NaOH 3M</li> <li>Cinta de magnesio</li> <li>Cinta de aluminio</li> <li>Clavo de hierro</li> <li>Granalla de zinc</li> <li>Fósforo</li> <li>Azufre</li> </ul>

## PROCEDIMIENTO

Para esta práctica de laboratorio es obligatorio que utilices el siguiente equipo de seguridad personal:

- Gabacha
- Guantes (pueden ser de látex o de neopreno)
- Gafas de seguridad
- Mascarilla

### A. Metales alcalinotérreos

1. Con el cuidado necesario, enciende un mechero bunsen o de alcohol.
2. Auxiliándote de una pinza para tubo de ensayo o pinza para crisol, sostén un trozo de cinta de magnesio y caliéntala en la llama del mechero hasta que entre en combustión (Fig. 1).



Figura 1. Combustión de la cinta de magnesio.

3. Coloca el residuo (ceniza) que te haya quedado de la combustión en un tubo de ensayo (Fig. 2).



Figura 2. Residuo de la combustión del magnesio.

4. Agrégale 5 mL de agua destilada y luego agítalo, ya sea con una varilla de vidrio o contra la palma de tu mano (Fig. 3).

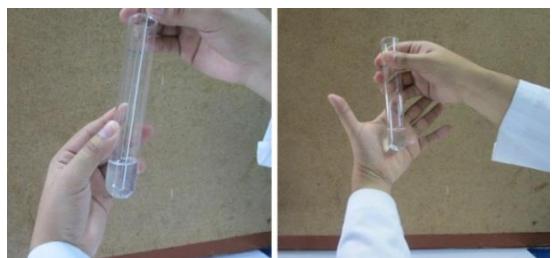


Figura 3. Formas correctas de agitar un tubo de ensayo.

5. Introduce una pieza de papel tornasol rosado en la solución obtenida dentro del tubo de ensayo, y observa el color que éste toma.
6. Discute con tu docente y tu grupo, y responde las siguientes preguntas en tu *Cuaderno de Laboratorio*:

- a) ¿Qué producto se obtiene en la combustión del magnesio?
- b) ¿Qué producto se obtuvo al disolver las cenizas en agua?
- c) ¿Qué coloración presentó el papel tornasol?
- d) ¿La solución obtenida es de carácter ácido o básico?
- e) ¿A qué se debe que tenga ese carácter?
- f) ¿En qué posición de la Tabla Periódica se encuentra el magnesio?

### B. Semimetales

1. Toma un pedazo de cinta de aluminio con una pinza, y caliéntala directamente con la llama del mechero, tal como lo hiciste con la cinta de magnesio.
2. Observa lo que ocurre y responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:

- a) ¿Le ocurre lo mismo a la cinta de Aluminio que a la cinta de magnesio al llevarla a la llama?
- b) Si no ocurre lo mismo, ¿a qué se debe esa diferencia?
- c) ¿Cómo se relaciona su comportamiento con su posición en la Tabla Periódica?

### C. Comparación del carácter metálico

1. Escribe en unas viñetas (o un pedazo de cinta adhesiva blanca) el símbolo de los siguientes elementos: magnesio, hierro, zinc y aluminio; luego pégalas a 4 tubos de ensayo (una a cada tubo).
2. Vierte 5 mL de ácido clorhídrico (HCl) 3M a cada uno de los 4 tubos de ensayo. ¡Ten cuidado con los vapores que pueden emanar del ácido!
3. Introduce la correspondiente muestra a cada tubo según los has rotulado (un pedazo de cinta de magnesio, un clavo de hierro, una granalla de zinc y un pedazo de cinta de aluminio, respectivamente).
4. Observa si ocurre alguna reacción en cada uno de los tubos de ensayo, y responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿Quiénes reaccionaron con HCl?
  - b) ¿Cuál es la evidencia de reacción observada?
  - c) ¿Cuál de ellos reacciona más rápidamente con el HCl?
  - d) ¿Cuál de ellos presenta menor reactividad con el HCl?
  - e) ¿Qué es el carácter metálico y cómo varía su comportamiento en la Tabla Periódica?
  - f) ¿Cómo se relaciona el carácter metálico con el orden de reactividad obtenido con los metales utilizados?

5. Rotula otros 2 tubos de ensayo con los símbolos del magnesio y del aluminio, respectivamente.
6. Vierte ahora 5 mL de solución de hidróxido de sodio (NaOH) 3M a cada uno de los tubos de ensayo.
7. Introduce la correspondiente muestra a cada tubo según los has rotulado (un pedazo de cinta de magnesio y un pedazo de cinta de aluminio, respectivamente).
8. Observa si ocurre alguna reacción y responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿Cuál de ellos reaccionó con NaOH?
  - b) ¿Cuál es la evidencia de reacción observada?
  - c) ¿A qué se debe que uno de ellos reaccione con NaOH mientras que el otro no reacciona?

### D. No metales

1. Coloca 10 mL de agua destilada en un beaker de 100 mL o en un frasco de boca ancha.
2. Introduce un pedazo de papel tornasol rosado dentro del agua destilada.
3. Coloca una pequeña cantidad de fósforo (aproximadamente 0.5 g) en una cuchara de combustión.
4. Calienta la cuchara directamente en la llama del mechero hasta el punto de ignición del fósforo (Fig. 3).



Figura 3. Combustión de fósforo en una cuchara de combustión.

5. Al iniciar la combustión, coloca dentro del beaker con agua la cuchara de deflagración con el producto obtenido, tapándolo inmediatamente con un vidrio de reloj, de tal manera que los gases no se escapen y reaccionen con el agua (Fig. 4).

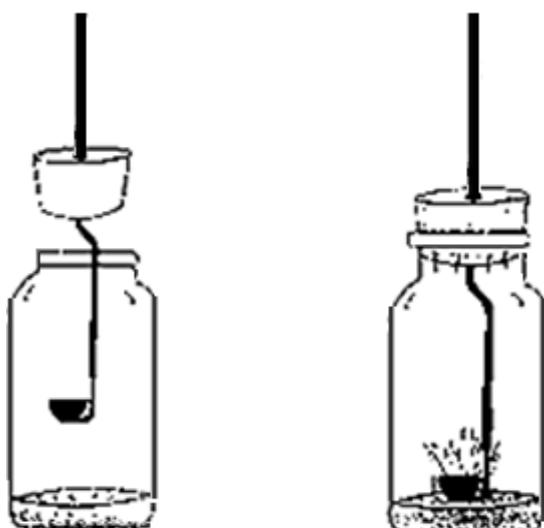


Figura 4. Introducción del producto de combustión del fósforo en el agua destilada.

6. Observa el color que ha tomado el papel tornasol, y luego responde las siguientes preguntas en tu *Cuaderno de Laboratorio*:

- a) ¿Qué producto se obtiene con la combustión del fósforo?

- b) ¿Qué producto se obtuvo luego de disolverlo en agua?
- c) ¿Qué coloración presentó el papel tornasol?
- d) ¿La solución obtenida es de carácter ácida o básica?
- e) ¿A qué se debe que tenga ese carácter?
- f) ¿Cómo se compara con el comportamiento del magnesio?
- g) ¿Qué relación existe entre el comportamiento del fósforo con su posición en la Tabla Periódica?

7. Repite el mismo procedimiento para la combustión de una pequeña cantidad de azufre.
8. Una vez que entre en combustión, colócalo dentro de otro beaker que contenga siempre 10 mL de agua destilada y un pedazo de papel tornasol rosado.
9. Observa el color que ha tomado el papel tornasol, y luego responde las siguientes preguntas en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿Qué producto se obtiene en la combustión del azufre?
  - b) ¿Qué producto se obtuvo luego de disolverlo en agua?
  - c) ¿Qué coloración presentó el papel tornasol?
  - d) ¿La solución obtenida es de carácter ácida o básica?
  - e) ¿A qué se debe que tenga ese carácter?
  - f) ¿Cómo se compara con el comportamiento del magnesio y del fósforo?
  - g) ¿Qué relación existe entre el comportamiento del azufre con su posición en la Tabla Periódica?

## PREPARACIÓN PREVIA DE REACTIVOS

### a. Solución de ácido clorhídrico (HCl) 3M

Si deseas preparar 100 mL de solución, vierte 25 mL de HCl concentrado en un balón volumétrico de 100 mL; utiliza para ello una pipeta volumétrica de 25 mL provista de propipeta; hazlo con precaución y utilizando el equipo de protección personal: gabacha, guantes de látex o de neopreno, mascarilla y gafas de seguridad; de ser posible, realiza este procedimiento en una cámara extractora de gases o al aire libre. Luego agrega agua destilada hasta la marca de aforo del balón; cuando esté cerca de la marca, utiliza una pizeta para aforar correctamente, evitando traspasar la marca. Tapa el balón, sujeta bien el tapón y agita la solución, invirtiendo el balón para que se homogenice la solución (Fig. 5).



Figura 5. Forma de agitar la solución contenida en el balón volumétrico para que se homogeneice.

Finalmente, vierte la solución preparada en un frasco para su almacenamiento; el frasco puede ser de vidrio o de plástico. Rotula el frasco como “solución de HCl 3M”.

Para preparar 250 mL de solución, realiza el mismo procedimiento, pero ahora adiciona 62.5 mL de HCl concentrado en un balón volumétrico de 250 mL.

### b. Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 3M

Para preparar 100 mL de solución, en un beaker de 100 mL pesa 12 g de NaOH en perlas; luego adiciona unos 50 mL de agua destilada y disuelve las perlas de NaOH con la ayuda de una varilla agitadora; hazlo con precaución y utilizando el equipo de protección personal: gabacha, guantes

de látex o de neopreno, mascarilla y gafas de seguridad. Despues, vierte esa solución a un balón volumétrico de 100 mL (puedes utilizar un embudo); manteniendo el beaker en la misma posición, enjuágalo con agua destilada utilizando una pizeta, vertiendo el agua del enjuague en el balón (Fig. 6). Luego afora hasta la marca y agítalo sujetando bien el tapón e invirtiendo el balón (Fig. 5).

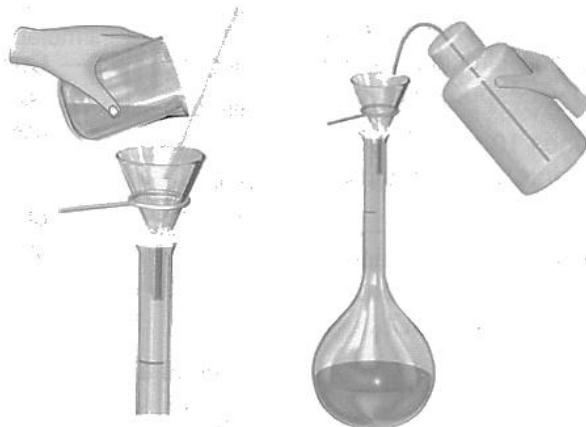


Figura 6. Forma de verter la solución al balón volumétrico.

Finalmente, vierte la solución preparada en un frasco para su almacenamiento; el frasco puede ser de vidrio o de plástico. Rotula el frasco como “solución de NaOH 3M”.

Para preparar 250 mL de solución, realiza el mismo procedimiento, pero ahora pesa 30 g de NaOH en un beaker de 250 mL, y luego afora en un balón volumétrico de 250 mL.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

La base estructural de la materia son los átomos, los cuales pueden combinarse de múltiples maneras para obtener *compuestos*, o encontrarse en agrupaciones del mismo tipo de átomos integrando los *elementos*. Cada elemento presenta propiedades físicas y químicas diferentes; no obstante, muchas de estas propiedades son similares o varían de forma periódica para una serie de elementos.

Sin una clasificación adecuada de los elementos sería muy difícil lograr el aprendizaje de las diferentes propiedades periódicas. Por esta razón, desde hace mucho tiempo atrás se buscaba clasificarlos y

ordenarlos. Desde mediados del siglo XIX se conocía la existencia de similitudes en las propiedades de pequeños grupos de átomos; ello impulsó a muchos científicos de la época a la búsqueda de una clasificación sistemática de los átomos que reflejara las semejanzas entre ellos. El primero que lo logró con éxito fue el químico ruso Dimitri Mendeleiev, quien comprobó que si ordenaba los elementos (en esa época se conocían sólo 63) de forma creciente con base al peso atómico, algunas propiedades mostraban un comportamiento periódico. Los elementos fueron entonces agrupados en una tabla donde ordenaba los elementos con propiedades similares. La tabla original de Mendeleiev tenía huecos, los que el mismo predijo que correspondían a elementos no descubiertos aún, pero que se podrían predecir sus propiedades en función de la posición que ocupaban en la Tabla Periódica. Esta predicción y su posterior confirmación demostraban la utilidad de la Tabla de Mendeleiev.

Posteriormente, un científico inglés llamado Henry Moseley determinó el número atómico de cada elemento, y demostró que las propiedades características de los elementos son funciones periódicas de sus números atómicos, lo que se conoce como *Ley Periódica*.

Las investigaciones de la mecánica cuántica dieron como resultado una explicación completa a la Tabla Periódica, estableciendo que ésta surge de ir llenando los orbitales atómicos de menor a mayor energía, siguiendo el *principio de exclusión de Pauli* y la *regla de Hund*.

La Tabla Periódica se organiza en columnas denominadas *grupos* o *familias*, y en filas, denominados *periodos*. Todos los elementos de un mismo periodo tienen el mismo valor de número cuántico principal  $n$ , y las propiedades de los elementos que lo integran cambian progresivamente a través del mismo; mientras que los elementos de un mismo grupo tienen en su capa de valencia el mismo tipo de orbitales ocupados por el mismo número de electrones, por lo que los elementos que lo integran mantienen propiedades similares.

De esta manera, los elementos quedan ordenados en tres grandes series: *elementos representativos*, *elementos de transición* y *elementos de transición Interna o tierras raras*.

La Tabla Periódica presenta una línea diagonal en forma de grada, la cual sirve para dividir a los elementos en dos grandes grupos. Los elementos ubicados a la izquierda de dicha línea son los *metales*, siendo estos elementos electropositivos (tienden a perder electrones, y pueden reaccionar con el oxígeno para formar compuestos llamados óxidos básicos, los cuales al reaccionar con agua forman *bases* o *hidróxidos*). Los elementos ubicados a la derecha son *no metálicos*, siendo electronegativos (tienden a ganar electrones), y reaccionan con el oxígeno formando óxidos ácidos, los cuales al reaccionar con agua forman *ácidos oxácidos*.

Los elementos ubicados entre la línea en forma de grada son los *semimetales* o *metaloïdes*, los cuales tienen un comportamiento anfótero, es decir, pueden comportarse como metales o como no metales, dependiendo del medio químico en que se encuentren, por lo que tienen la capacidad de formar óxidos ácidos y básicos.

Los elementos más electronegativos de la Tabla Periódica son los pertenecientes a la familia de los halógenos, y se encuentran en la naturaleza como elementos libres o formando sales. El elemento más electronegativo de la Tabla Periódica es el flúor.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- El papel tornasol o papel de litmus puede encontrarse en al menos dos tipos diferentes: uno de color rosado, el cual mantiene su coloración en medio ácido, pero cambia a color azul en medio básico; y otro de color azul, el cual mantiene su coloración en medio básico, pero cambia a color rosado en medio ácido. Para esta práctica se ha recomendado utilizar el papel tornasol rosado, aunque puede ser sustituido por azul, siempre y cuando se tengan las consideraciones del cambio de color, y sean

aclaradas con antelación al estudiantado. Si no cuentas con papel tornasol, puedes utilizar incluso indicadores como la fenolftaleína o el anaranjado de metilo.

- Si no cuentan con cinta de aluminio, una buena alternativa sería utilizar las anillas que sirven para abrir las latas de los refrescos (Fig. 7), ya que éstas están elaboradas de aluminio.



Figura 7. Anillas para abrir latas de refrescos.

- Si en tu centro escolar no tienen cucharas de deflagración, puedes utilizar cucharas metálicas de uso casero que sean resistentes a la llama para realizar el experimento con fósforo y azufre (si este fuera el caso, deberás considerar que esas cucharas las vas a destinar exclusivamente para uso de laboratorio, y no debes volver a utilizarlas para consumo de alimentos). Otra buena alternativa es utilizar corcholatas, que luego se deberán sujetar con una pinza para realizar la combustión de los elementos; pero antes de utilizarlas deberás removerles el empaque de plástico que poseen (Fig. 8).



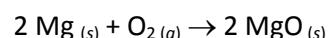
Figura 8. Corcholata sin empaque de plástico.

- En el procedimiento de los no metales, ten en cuenta que tanto el fósforo como el azufre primero se funden y luego, con la aplicación de más calor, se obtiene la combustión, es decir, que reacciona con el oxígeno y comienza a arder. Se debe tener mucha precaución en este procedimiento debido a que los vapores que se producen en la combustión son tóxicos, por lo que se debe evitar inhalarlos directamente.

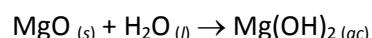
## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### A. Metales alcalinotérreos

El magnesio es un metal de la familia de los alcalino-térreos, el cual arde con facilidad al contacto con una llama, dando una reacción de combustión (recuerda que las reacciones de combustión son en realidad reacciones de oxidación en las que el oxígeno actúa como agente oxidante).



El producto que se obtiene en la combustión es el óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ), el cual es un óxido básico que al disolverse en agua origina el hidróxido de magnesio ( $\text{Mg(OH)}_2$ ), que es una base o hidróxido.



Como la solución obtenida tiene carácter básico, el papel tornasol adquirirá un color azul. Recuerda que esto se debe a que los metales tienden a formar sustancias básicas.

### B. Semimetales

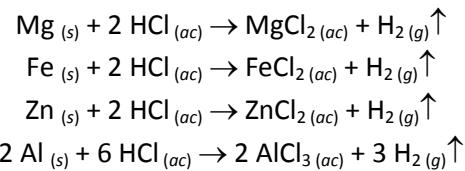
El aluminio es un semimetal resistente a la oxidación y a la combustión, por lo que no se observa reacción cuando entra en contacto con la llama, lo que lo hace muy diferente al magnesio.

### C. Comparación del carácter metálico

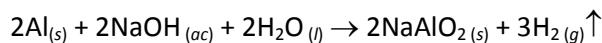
El *carácter metálico* se define como la tendencia que tienen los elementos a ceder fácilmente

electrones. De acuerdo a la ubicación de los elementos en la Tabla Periódica, el carácter metálico aumenta de derecha a izquierda en un período, y de arriba hacia abajo en un grupo.

Los metales son capaces de reaccionar con los ácidos, dando como productos de reacción una sal e hidrógeno gaseoso. Mientras mayor sea el carácter metálico del elemento, mayor será su reactividad frente al ácido; por lo que podrás observar que el más reactivo será el magnesio, seguido del hierro, luego el zinc, y finalmente el aluminio; este último reacciona muy poco con los ácidos (recuerda que es un semimetal). La evidencia de reacción es el desprendimiento de burbujas de hidrógeno gaseoso.

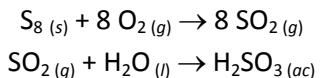
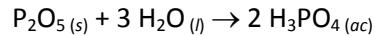
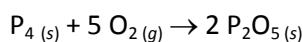


En términos generales, los metales no presentan reacción con las bases o hidróxidos (excepto las reacciones de desplazamiento basadas en la serie de actividad de los metales), de ahí que el magnesio no presente reacción con el hidróxido de sodio; mientras que el aluminio, al ser un semimetal, presenta reacción con el NaOH, formando el aluminato de sodio ( $\text{NaAlO}_2$ ) e hidrógeno gaseoso; el desprendimiento de este último es la evidencia de reacción.



#### D. No metales

Los no metales reaccionan con el oxígeno para producir óxidos ácidos, que al ser disueltos en agua dan origen a ácidos oxácidos; para el caso, la combustión del fósforo produce óxido fosfórico ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), que al disolverse en agua produce ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), mientras que el azufre produce el óxido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ), que disuelto en agua origina ácido sulfuroso ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ).



Puesto que ambas soluciones son ácidas, el papel tendrá un color rosado. Recuerda que esto se debe a que los no metales tienden a formar sustancias ácidas.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Química. Lección 5: TABLA PERIÓDICA. Pág. 52 – 63. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Material de Autoformación e Innovación Docente: Química. Lección 6: SUSTANCIAS PURAS. Pág. 64 – 73. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Petrucci, R. (2011). *Química General* (10<sup>a</sup> Edición). Madrid: Prentice-Hall.

Chang, R. (2010). *Química* (10<sup>a</sup> Edición). México: McGraw-Hill / Interamericana editores S.A. de C.V.

Brown, T., LeMay, E., Bursten, B. y Burdge, J. (2004). *Química La Ciencia Central* (9<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

industrial.umsa.edu.bo. *Estudio de la Tabla Periódica*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/v6r11v>

escritorioalumnos.educ.ar. *La Tabla Periódica de los elementos*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/OmNL8d>

#### OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

Experimentemos con reacciones químicas.

Identifiquemos ácidos y bases.

# PREPAREMOS MEZCLAS Y SOLUCIONES



## INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la materia de nuestro planeta se encuentra formando *mezclas*. Una mezcla es la combinación de dos o más sustancias que permanecen juntas, pero manteniendo sus propiedades originales.

Las mezclas se clasifican en *homogéneas* y *heterogéneas*. En una mezcla heterogénea se distinguen fácilmente los componentes o las diferentes fases que la conforman, como ocurre por ejemplo en una ensalada fresca y en una sopa de pollo.

Una mezcla homogénea está formada por diferentes componentes que no se perciben a simple vista y forman una sola fase. Si se toman muestras en diferentes zonas de la mezcla, la proporción de sus componentes es similar. Por ejemplo, el vinagre es una mezcla homogénea de ácido acético en agua.

Las mezclas homogéneas reciben el nombre de *soluciones*; en ellas, al componente que está en mayor cantidad se le denomina *solvente* y al que se encuentra en menor proporción se le denomina *sóluto*.

## INDICADORES DE LOGRO

- Describe correctamente las principales características de las mezclas y de las soluciones.
- Clasifica correctamente las mezclas en homogéneas y heterogéneas al realizar experimentos en el laboratorio y en situaciones de la vida cotidiana.
- Identifica y diferencia correctamente el soluto y el solvente como los componentes de una solución o mezcla homogénea.

## OBJETIVOS

- Preparar distintas mezclas y soluciones, identificando sus componentes y propiedades para relacionarlas con la importancia que presentan en la vida práctica.
- Identificar los factores que afectan la solubilidad y la velocidad de disolución para mejorar dicho proceso.

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechero Bunsen o de alcohol</li> <li>• Pinza para tubo de ensayo</li> <li>• Gradilla para tubos de ensayo</li> <li>• Doce tubos de ensayo</li> <li>• Varilla agitadora</li> <li>• Espátula</li> <li>• Un beaker de 250 mL</li> <li>• Dos probetas de 25 mL</li> <li>• Un gotero</li> <li>• Un mortero con pistilo</li> <li>• Una bebida carbonatada envasada en botella transparente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 mL acetona (<math>C_2H_6O</math>)</li> <li>• 1 g de Sulfato de Cobre (II) pentahidratado (<math>CuSO_4 \cdot 5H_2O</math>)</li> <li>• 1 mL de aceite comestible</li> <li>• 2 mL de alcohol etílico</li> <li>• Sal común</li> <li>• Azúcar de mesa granulada</li> <li>• Azúcar de mesa pulverizada</li> </ul>

## **PROCEDIMIENTO**

### **A. Diferentes tipos de mezclas**

1. Utilizando viñetas, rotula dos tubos de ensayo; a uno ponle “Sal más agua”, y al otro “Arena más agua”.
2. Agrega una pequeña cantidad de sal de mesa a uno, y una pequeña cantidad de arena al otro (basta con cubrir el fondo del tubo, aproximadamente 0.5 g), según corresponda con la viñeta.
3. Agrega 5 mL de agua potable a cada tubo, y luego agita ambos tubos.
4. Observa lo que ocurre en cada tubo de ensayo y contesta en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿El contenido de los dos tubos fue soluble en agua?, y si no es así, ¿cuál de ellos fue soluble y cuál insoluble en agua?
  - b) ¿Qué tipo de mezcla es la de sal y agua?
  - c) ¿Qué tipo de mezcla es la de arena y agua?

### **B. Diferencia entre compuestos y soluciones**

1. Utilizando viñetas, rotula dos tubos de ensayo; a uno ponle “Azúcar”, y al otro “Acetona”.
2. Al primero agrégale una pequeña cantidad (aproximadamente 0.5 g) de azúcar de mesa (sacarosa), y al otro 2 mL de acetona.
3. Observa y anota en tu *Cuaderno de Laboratorio* cuál es el estado de agregación en que se encuentran ambas sustancias; ¿el azúcar y la acetona son elementos, compuestos o mezclas? Si crees que son compuestos, investiga su fórmula química.
4. Agrega a cada tubo 5 mL de agua potable, y luego agita ambos tubos.
5. Observa lo que ocurre en cada tubo de ensayo y contesta en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿El contenido de los dos tubos fue soluble en agua?, y si no es así, ¿cuál de ellos fue soluble y cuál insoluble en agua?

- b) ¿Qué tipo de mezcla es la de azúcar con agua? ¿Qué tipo de mezcla es la de la acetona con agua?
- c) ¿Este tipo de mezclas pueden considerarse como soluciones? Explica tu respuesta.

### **C. Factores que afectan la solubilidad**

#### **a. Efecto de la naturaleza del soluto y del solvente**

1. Utilizando viñetas, rotula dos tubos de ensayo; a uno ponle “Agua”, y al otro “Acetona”.
2. Coloca 5 mL de agua potable en un tubo de ensayo, y en el otro 5 mL de acetona, según corresponda con la viñeta.
3. Agrega a cada tubo 5 gotas de aceite comestible, y luego agita ambos tubos.
4. Compara lo que ocurre en ambos tubos y responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿En cuál solvente es soluble el aceite?
  - b) ¿Consideras que influye la naturaleza del solvente en la solubilidad del soluto? Explica tu respuesta.

#### **b. Efecto de la presión**

Para este ensayo debes disponer de una bebida carbonatada envasada en botella plástica transparente.

1. Manteniendo la bebida en reposo (sin agitar), obsérvala detenidamente (nota si tiene burbujas de gas o se observan partículas en suspensión). ¿La bebida carbonatada es una mezcla homogénea o heterogénea?
2. Procede a destapar la botella, observa lo que ocurre y responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿Qué sucede con el gas contenido en la bebida antes y después de destaparla?
  - b) ¿En qué momento es mayor la presión dentro de la botella: cuando está sellada o después de abierta?
  - c) ¿De qué manera influye la presión en la solubilidad del gas?

### c. Efecto de la temperatura

1. En dos tubos de ensayo vierte 5 mL de agua potable en cada tubo, y agrega a cada tubo igual cantidad (aproximadamente 0.5 g) de azúcar de mesa (sacarosa).
2. Coloca uno de los tubos en la gradilla y déjalo en reposo.
3. Sostén el otro tubo con una pinza y caliéntalo en la llama del mechero (Fig. 1), hasta que se disuelva el azúcar; debes tener cuidado de hacerlo flameado (moviendo el tubo alrededor de la llama) para que no hierva bruscamente.



Figura 1. Calentamiento directo del tubo de ensayo.

4. Compara lo que ocurre en ambos tubos y contesta en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿En cuál de los tubos se disuelve más rápidamente el azúcar?
  - b) ¿Cómo influye la temperatura en la solubilidad de un soluto sólido en un solvente líquido?
5. Vierte aproximadamente 50 mL de la bebida carbonata en un beaker de 250 mL; colócalo en un trípode con malla de asbestos y aplícale calor con un mechero de forma flameada (Fig. 2), hasta que deje de producir burbujas de gas.
6. Observa lo que ocurre y responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿Cómo influye la temperatura en la solubilidad de un gas (sólido) en un solvente líquido?



Figura 2. Flameado del beaker con la llama del mechero.

### d. Efecto de la agitación

1. Coloca en dos tubos de ensayo igual cantidad (aproximadamente 0.5 g) de sulfato de cobre (II) pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), y agrega a cada tubo 5 mL de agua potable.
2. Deja en reposo uno de los tubos en la gradilla, y agite el otro vigorosamente.
3. Compara lo que ocurre en ambos tubos y contesta en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿En cuál de los tubos se disuelve más rápidamente el compuesto?
  - b) ¿Cómo influye la agitación en la solubilidad de un soluto sólido en un solvente líquido?

### e. Efecto del tamaño de las partículas

1. Utilizando un mortero y un pistilo, pulveriza aproximadamente 0.5 g de azúcar.
2. En dos tubos de ensayo vierte 5 mL de agua potable en cada tubo.
3. En uno de los tubos agrega una pequeña cantidad (aproximadamente 0.5 g) de azúcar granulado, y en el otro tubo agrega el azúcar que pulverizaste. Agita ambos tubos hasta disolver toda la azúcar.
4. Responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿Cuál de los dos tipos de azúcar (granulado o pulverizado) presenta mayor superficie de contacto?
  - b) ¿Cuál de los dos tipos de azúcar se disolvió más rápido? Explica tu respuesta.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

La materia está formada por *sustancias puras* y por *mezclas*. Las sustancias puras se dividen en dos tipos: los *elementos*, que son agrupaciones de un mismo tipo de átomos; y los *compuestos*, los cuales contienen más de un tipo de elementos.

Las mezclas son combinaciones de dos o más sustancias puras sin que ocurra una reacción química, por lo que cada sustancia mantiene su identidad y sus propiedades. Una mezcla puede ser usualmente separada a sus componentes originales por medios físicos, tales como destilación, filtración, decantación, centrifugación y cromatografía. Existen dos tipos de mezclas: *mezclas heterogéneas* y *mezclas homogéneas*.

Una mezcla heterogénea es aquella que está formada por dos o más fases (componentes) que se distinguen a simple vista, y cuyo aspecto difiere de una parte a otra de ella. Las mezclas heterogéneas son mezclas compuestas de sustancias visiblemente diferentes, o de fases diferentes y presentan un aspecto no uniforme. La mezcla de arena y agua, aceite y agua, las sopas y las ensaladas son ejemplos de mezclas heterogéneas. Las partes de una mezcla heterogénea pueden ser separadas por filtración, decantación, imantación, entre otros métodos físicos.

Las mezclas homogéneas son mezclas que tienen una apariencia uniforme, presentando una sola fase, y manteniendo el mismo aspecto y las mismas propiedades a través de toda la fase; por ende, no se diferencian los componentes o sustancias que la integran. Las partículas de estas son tan pequeñas que no es posible distinguirlas visualmente sin ser magnificadas. Los componentes de las mezclas homogéneas no sedimentan, y por tanto son capaces de atravesar todos los filtros; sin embargo, sus componentes se pueden separar por otros métodos físicos como evaporación, destilación y cromatografía.

Las mezclas homogéneas son comúnmente llamadas *soluciones* o *disoluciones*. Los componentes de una

solución son el *soluto*, o fase dispersa, y el *solvente*, o fase dispersante. Las soluciones pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas; lo que define el estado de agregación de la solución es el solvente, debido a que, como regla general, es el que suele estar presente en mayor proporción.

Las más comunes son las soluciones líquidas, por lo que sobre ellas recae el centro de atención en el estudio de las soluciones; dentro de ellas, el solvente más utilizado es el agua, por lo que se le conoce como el *solvente universal*.

La *solubilidad* describe la máxima cantidad de soluto que se puede disolver en una determinada cantidad de solvente, a una presión y temperatura determinada. Además de la presión y la temperatura, la solubilidad se ve afectada por la naturaleza del soluto y del solvente (covalente polar y no polar, iónica), estableciéndose la regla general de que *lo semejante disuelve a lo semejante*.

La *concentración* indica la cantidad de soluto disuelta en determinada cantidad de solvente o de solución. En términos generales, una solución se puede clasificar con base a su concentración en:

- Diluida: es aquella que contiene una cantidad relativamente pequeña de soluto disuelto.
- Concentrada: contiene cantidades relativamente grandes de soluto disuelto.
- Saturada: contiene la máxima cantidad de soluto disuelto en una determinada cantidad de solvente.
- Sobresaturada: es aquella que contiene una cantidad de soluto mayor que el máximo (mayor que la saturada).

Existen además unidades cuantitativas de concentración, las cuales expresan la cantidad exacta de soluto y de solvente en una determinada cantidad de solución. Todas ellas vienen dadas por su respectiva expresión matemática que permite calcular cada una de las variables involucradas. Además, existe una relación entre ellas, de manera que si se conoce una unidad de concentración, se puede encontrar su equivalente en otra unidad.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- En el procedimiento para verificar el efecto de la temperatura sobre la solubilidad, en lugar de calentar el tubo que contiene agua y azúcar directamente en la llama del mechero, lo puedes calentar en baño de maría; sin embargo, si eliges hacerlo de esta forma, te tomará más tiempo lograr el objetivo de disolver el azúcar.
- En el procedimiento del efecto de la naturaleza del soluto y del solvente se ha recomendado utilizar acetona ( $C_2H_6O$ ) para que el aceite se disuelva en ella; si no cuentas con acetona, puedes sustituirlo por tetracloruro de carbono ( $CCl_4$ ), cloroformo ( $CHCl_3$ ), o por cualquier otro solvente del tipo no polar, como éter etílico, éter de petróleo, n-hexano, tolueno o benceno.
- En el procedimiento del efecto de la agitación sobre la solubilidad se ha recomendado utilizar Sulfato de Cobre (II) pentahidratado,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ , con el fin de apreciar la coloración azul a medida que éste se va disolviendo en el agua; sin embargo, si posees este reactivo en su forma anhidro, puedes utilizarlo, obteniendo un efecto muy similar. Si no cuentas con ninguno de los dos, puedes incluso realizar el procedimiento con azúcar morena, a fin de que observes una ligera coloración a medida que ésta se disuelve.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### A. Diferentes tipos de mezclas

En este procedimiento se puede apreciar la formación de una mezcla homogénea y una heterogénea. La sal se mezcla perfectamente con el agua, obteniéndose una sola fase, por lo que se forma una mezcla homogénea; mientras que la arena es insoluble en agua, por más que se agite no se van a mezclar, y se van a observar siempre los dos componentes (arena y agua); por lo que se trata de una mezcla heterogénea.

### B. Diferencia entre compuestos y soluciones

Tanto la sacarosa o azúcar de mesa, de fórmula molecular  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , como la acetona, de fórmula molecular  $C_2H_6O$ , son *compuestos*, y ambos son solubles en agua, formándose mezclas homogéneas, y por ende *soluciones*.

### C. Factores que afectan la solubilidad

#### a. Efecto de la naturaleza del soluto y del solvente

Tal como lo establece la regla general de solubilidad: *lo semejante disuelve a lo semejante*; el aceite va a ser soluble en acetona, debido a que ambos tienen enlace *covalente no polar*, mientras que en el agua no va a solubilizarse, debido a que el agua tiene enlace *covalente polar*. El agua y el aceite forman una mezcla heterogénea, mientras que el agua y la acetona (o cualquier otro solvente con enlace covalente no polar) forman una mezcla homogénea.

#### b. Efecto de la presión

La bebida carbonatada se considera una mezcla homogénea, siempre y cuando se encuentre en reposo, debido a que no es posible distinguir los componentes que contiene; si se agita, puede separarse y observarse burbujas de gas carbónico, convirtiéndose en una mezcla heterogénea. En el momento en que se destapa, la presión disminuye drásticamente hasta igualarse a la atmosférica, provocando como efecto la disminución de la solubilidad del gas en el líquido, que se observa como una efervescencia. Mientras mayor sea la presión, mayor será la solubilidad de un gas en un líquido.

#### c. Efecto de la temperatura

La temperatura tiene un efecto directo en la solubilidad de un sólido en un líquido; a medida que aumenta la temperatura, aumenta también la solubilidad; por ende, se va a disolver más rápido el azúcar en el agua caliente que en agua fría.

La temperatura también afecta la solubilidad de un gas en un líquido; sin embargo, en este caso es inversamente proporcional: a medida que

aumenta la temperatura, disminuye la solubilidad del gas en el líquido.

#### d. Efecto de la agitación

La agitación influye directamente en la solubilidad de un soluto sólido o líquido en un solvente líquido; por lo que se podrá apreciar que el Sulfato de Cobre (II) pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) se disolverá más rápido cuando se agita. En el tubo que se deja en reposo y sin agitación también va a disolverse, pero de forma lenta.

#### e. Efecto del tamaño de las partículas

Mientras más fino sea el sólido, mayor será su superficie de contacto, y la rapidez con que se disuelve será también mayor; por lo tanto, la azúcar fina se disolverá más rápido que la azúcar granulada.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Química. Lección 7: MEZCLAS. Pág. 74 – 91. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Material de Autoformación e Innovación Docente: Química. Lección 8: SOLUCIONES. Pág. 92 – 104. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Chang, R. (2010). *Química* (10<sup>a</sup> Edición). México: McGraw–Hill / Interamericana editores S.A. de C.V.

Brown, T., LeMay, E., Bursten, B. y Burdge, J. (2004). *Química La Ciencia Central* (9<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

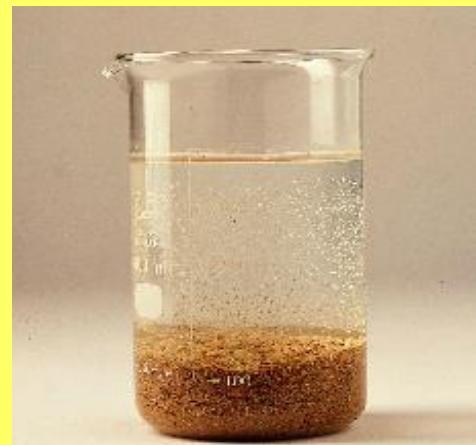
recursostic.educacion.es. *Mezclas y Sustancias*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/jrPgS3>

avdiaz.files.wordpress.com. *Sustancias puras, mezclas y disoluciones*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/zG4vyd>

#### OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

Métodos de separación de mezclas.

# MÉTODOS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS



## INTRODUCCIÓN

La materia está compuesta por sustancias puras y mezclas. Las *sustancias puras* poseen composición fija, y no pueden separarse por métodos físicos en otras sustancias más simples. Una *mezcla* es una combinación física de dos o más sustancias puras; la mezcla tiene composición variable y sus componentes pueden ser separados por métodos físicos.

Los métodos de separación de mezclas son procesos físicos. La separación consiste en el tratamiento que se le da a una mezcla para separar las sustancias que la componen. En este proceso las sustancias mantienen su identidad sin ningún cambio en sus propiedades químicas.

En ocasiones es necesario separar las sustancias que se encuentran formando mezclas en la naturaleza, para purificarlas y poder estudiar sus propiedades. La mayoría de las veces el método a utilizar se encuentra dependiendo del tipo de componentes de la mezcla y de las diferencias más significativas en sus propiedades particulares. Entre las propiedades físicas que más se aprovechan para su separación se encuentra la solubilidad, el punto de ebullición, la densidad, entre otras.

En esta práctica realizaremos los métodos de separación más comunes, sencillos y más utilizados.

## INDICADORES DE LOGRO

- Clasifica correctamente las mezclas en homogéneas y heterogéneas al realizar experimentos en el laboratorio y en situaciones de la vida cotidiana.
- Experimenta y explica con seguridad algunos métodos de separación de mezclas.
- Selecciona el procedimiento idóneo para separar una mezcla de acuerdo a sus características.

## OBJETIVOS

- Conocer los diferentes procedimientos que se utilizan para la separación de los componentes de una mezcla, relacionándolos con los procesos que ocurren en la naturaleza.
- Adquirir la capacidad de seleccionar el o los métodos de separación necesarios cuando se requiera separar una mezcla.

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejero Bunsen o de alcohol</li> <li>Frasco lavador</li> <li>Varilla agitadora</li> <li>Cápsula de porcelana</li> <li>Embudo</li> <li>Beaker de 250 mL</li> <li>Dos beaker de 100 mL</li> <li>Tripode</li> <li>Malla de asbesto</li> <li>Imán</li> <li>Papel filtro</li> <li>Plumones de diversos colores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>25 mL de alcohol etílico</li> <li>Sal común</li> <li>Arena</li> </ul>

## PROCEDIMIENTO

### A. Separación de una mezcla heterogénea

1. En un beaker de 100 mL coloca 1 g de sal de mesa, 1 g de arena y 25 mL de agua potable.
2. Agita bien la mezcla con una varilla agitadora.
3. Toma una hoja circular de papel filtro y procede a doblarla de la siguiente manera: primero se debe plegar exactamente a la mitad (Fig. 1 a); luego se hace el segundo pliegue de manera que las esquinas coincidan casi a un octavo de pulgada en cada dimensión (Fig. 1 b); después se corta una pequeña sección triangular de la esquina más corta (Fig. 1 c), lo cual permite un mejor asentamiento del filtro en el embudo; finalmente se abre el papel de manera que forme un cono (Fig. 1 d), y se asienta suavemente en el embudo con ayuda del agua de un frasco lavador (Fig. 2).

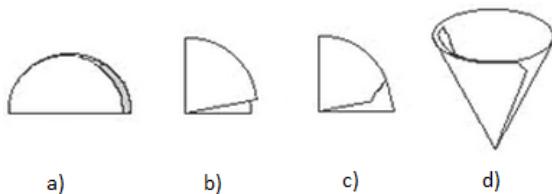


Figura 1. Secuencia de doblado correcto del papel filtro.



Figura 2. Colocación del papel filtro en el embudo, agregándole gotas de agua para la adhesión del papel.

4. Coloca el embudo en un aro metálico que esté sujeto a un soporte, y bajo éste coloca una cápsula de porcelana para colectar el filtrado.

5. Procede a filtrar la solución que preparaste, teniendo el cuidado de verterla sobre el papel utilizando una varilla de vidrio (Fig. 3).



Figura 3. Forma correcta de verter la solución sobre el papel filtro.

6. Espera a que filtre toda la solución, luego retira la cápsula de porcelana con el filtrado, colócala sobre un trípode con una malla de asbesto y procede a calentarla directamente con la llama de un mechero (Fig. 4), hasta que se evapore toda el agua.



Figura 4. Evaporación de la mezcla contenida en la cápsula de porcelana.

7. Observa el residuo que quedó tanto en papel filtro como en la cápsula de porcelana, y responde las siguientes preguntas en tu Cuaderno de Laboratorio:
  - a) ¿Qué tipo de mezcla es la que preparaste en el paso 1?

- b) ¿Qué componente quedó en el papel en el proceso de filtrado separándose de la mezcla?
- c) ¿Qué tipo de mezcla es el filtrado que colectaste en la cápsula de porcelana, y cuáles son sus componentes?
- d) ¿Qué sucedió con el agua al final del proceso de separación?
- e) ¿Qué método físico de separación de mezclas propondrías si se quisiera recuperar el agua que se encuentra en la mezcla? Explica tu respuesta.

Al final de la práctica, tu docente te entregará una muestra problema, dándote a conocer sus componentes. Tu trabajo consistirá en separar los componentes, y entregárselos a tu docente. Deberás utilizar tu creatividad para encontrar los métodos de separación adecuados.

#### B. Cromatografía sobre papel

1. Recorta una tira de papel filtro de unos 4 cm de ancho y un poco más larga que la altura del beaker o frasco de vidrio a utilizar.
2. Enrolla un extremo de la tira en un palito o un lápiz (puedes ayudarte utilizando cinta adhesiva), y asegúrate que el otro extremo llegue cerca del fondo del recipiente (Fig. 5).



Figura 5. Fijación de la tira de papel filtro en un palito.

3. Dibuja una mancha con un plumón negro permanente en el extremo libre de la tira a introducir en el frasco, a unos 2 cm del borde.

Procura que la marca sea intensa y que no ocupe mucho espacio (Fig. 6).



Figura 6. Marca de tinta negra en la tira de papel filtro.

4. Vierte en el beaker o frasco a utilizar cierta cantidad de alcohol etílico, hasta una altura de 1 cm aproximadamente.
5. Coloca la tira dentro del frasco de tal manera que el extremo quede sumergido en el alcohol, pero que la mancha que has hecho sobre ella quede fuera de él (Fig. 7). Puedes tapar el frasco para evitar que el alcohol se evapore.



Figura 7. Colocación de la tira de papel filtro en el frasco.

6. Espera cierto tiempo para que el alcohol ascienda por el papel y separe los componentes de la tinta.
7. Repite la experiencia utilizando tinta color marrón o morado, y lego con color rojo o azul.
8. Observa lo que ocurre en cada caso, y escribe una breve conclusión en tu *Cuaderno de Laboratorio* sobre la separación de los diversos colores, explicando si todos los colores se separan, o por qué algunos lo hacen y otros no.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Una mezcla es un conjunto de dos o más componentes diferentes que conservan sus propiedades. Existen dos tipos de mezclas: *heterogéneas* y *homogéneas*. Una mezcla heterogénea es aquella en las que se puede distinguir sus componentes. Una mezcla homogénea es aquella en la que no se pueden distinguir sus componentes.

Los diferentes métodos de separación de mezclas se clasifican en *métodos físicos* y *métodos químicos*.

En la separación mediante métodos físicos no cambia la naturaleza de las sustancias que formaban la mezcla; los componentes siguen siendo los mismos, sólo que ahora están separados. Son los métodos que vamos a experimentar en esta práctica.

En la separación mediante métodos químicos sí cambia la naturaleza de las sustancias que formaban la mezcla inicial. Después de la separación se han obtenido nuevas sustancias. Este procedimiento se lleva a cabo mediante reacciones químicas.

En el laboratorio generalmente se requiere separar los componentes de una mezcla, bien sea para determinar su composición o para purificar los componentes y usarlos en reacciones posteriores. Las técnicas a utilizar dependen del estado de agregación de la mezcla y de las propiedades físicas de los componentes.

Para mezclas sólidas en las que uno de sus componentes tiene propiedades magnéticas, se puede utilizar el método de *imanización*, que consiste en generar un campo magnético sobre la mezcla para atraer el componente magnético; por ejemplo, separar limaduras de hierro presentes en una mezcla utilizando un imán.

Para mezclas sólidas que contienen partículas de diferente tamaño se utiliza el *tamizado*.

Si se trata de mezclas líquidas constituidas por una sola fase (*homogéneas*) puede usarse la *destilación* si

la diferencia de los puntos de ebullición entre los componentes es apreciable (mayor a 10 °C); además, puede utilizarse la *extracción* si los componentes de la mezcla tienen diferente solubilidad en un determinado solvente. Por otra parte, se puede utilizar la *cristalización* cuando existe diferencia significativa en los puntos de solidificación de los componentes.

Para separar mezclas heterogéneas, por ejemplo un soluto sólido en un solvente líquido, se pueden utilizar técnicas tales como la *filtración*, *centrifugación* y *decantación*.

La filtración puede ser simple (por acción de la gravedad) y al vacío. La filtración por *gravedad* se realiza vertiendo la mezcla sobre un embudo que contiene un papel de filtro (Fig. 3). El líquido pasa a través del papel y el sólido es retenido. La filtración *al vacío* se utiliza cuando se requiere un proceso más rápido (en estos casos se utiliza un *embudo Buchner*, el cual posee una placa con huecos donde se coloca el papel filtro recortado a la medida).

La centrifugación es un proceso de separación que utiliza la acción de la fuerza centrífuga para promover la sedimentación de partículas sólidas que estén mezcladas con un líquido. Durante la centrifugación se forman dos fases claramente distintas en el recipiente. La fuerza centrífuga es provista por una máquina llamada centrifugadora, la cual imprime a la mezcla un movimiento de rotación que origina una fuerza capaz de separar sólidos insolubles (formados por partículas muy pequeñas difíciles de sedimentar) de un solvente líquido.

La centrifugación se acompaña seguidamente de la decantación, que es una técnica de separación que aprovecha la diferencia de densidades. Generalmente el sólido es más denso que el líquido por lo cual se deposita en el fondo del recipiente, mientras la parte superior del líquido queda prácticamente sin partículas del sólido y se puede retirar con facilidad.

Si se trata de una mezcla inmiscible líquido-líquido, puede usarse un embudo o ampolla de separación, en el cual el líquido más denso se deposita en la parte inferior del embudo, de donde se puede extraer luego abriendo la llave del mismo.

Otra técnica muy utilizada para separar mezclas líquidas y gaseosas es la *cromatografía*; existen varios tipos: cromatografía de papel, de capa fina, de columna, de gases y líquida. En la chromatografía de papel la fase fija es papel filtro y la fase móvil es un líquido que se desplaza o recorre el papel impulsado por el fenómeno de capilaridad; a medida que el líquido va avanzando sobre el papel, cada componente de la mezcla se va separando.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- Existen diversas formas de colocar el papel filtro sobre el embudo en la técnica de filtración por gravedad. La que se recomienda en este experimento es una de las más prácticas. Al utilizar esta técnica, se debe cortar la sección triangular de la esquina más corta (Fig. 1 c), con el fin de que el papel filtro quede asentado adecuadamente; de esta manera no habrá filtración de aire entre el papel y el embudo; como resultado, el vástago del embudo se llena con una columna entera del líquido filtrado, condición que aumenta apreciablemente la velocidad de filtración.
- Cuando se calienta una sustancia contenida en un material de porcelana, como una cápsula o un crisol, se debe esperar suficiente tiempo para poder tomarlo con la mano, o lavarlo con agua, debido a que este material tarda un tiempo apreciable para enfriarse. Debes tener esta consideración para evitar una quemadura sobre la piel, y evitar lavarlo cuando aún está caliente, evitando así rajar (o incluso quebrar) el material.
- Existen varios tipos, marcas y presentaciones de papel filtro para laboratorio. Si cuentas con papel filtro en pliegos puedes recortar tiras adecuadas

al frasco o beaker que vas a utilizar, procurando recortarlas unos 3 a 4 cm mayor al largo del frasco, para que lo puedas sujetar como se muestra en la Figura 5. Si no cuentas con papel filtro para laboratorio, una buena alternativa es utilizar papel filtro para cafetera, que se puede adquirir en un supermercado.

- Se ha recomendado utilizar plumones o marcadores para realizar la marca de tinta; sin embargo, estos deberán ser de tinta permanente, y no para uso en pizarra. Puedes utilizar otro tipo de tinta, siempre y cuando la marca que se realice sobre el papel filtro sea de un diámetro pequeño, pero muy intensa; una buena alternativa es la tinta para impresoras.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### A. Separación de una mezcla heterogénea

La mezcla que se prepara en la primera parte del experimento es heterogénea, debido a que, si bien es cierto que la sal se disuelve en el agua, la arena no lo hace. A esto se debe que al realizar el proceso de filtración la arena quede en el papel filtro, mientras que en el filtrado quede una mezcla de sal y agua, la cual si es homogénea. Cuando se calienta esta mezcla, el agua se evapora, quedando finalmente la sal (que es un compuesto) en la cápsula de porcelana.

Si se quisiera recuperar el agua se debe realizar un procedimiento más complejo conocido como destilación, en el cual el agua (que en la evaporación se disipa hacia la atmósfera en forma de vapor) se condensa, pudiéndose colectar en forma líquida.

Deberás preparar la muestra-problema mezclando harina, sal común y limaduras de hierro; puedes mezclarlos utilizando un mortero con pistilo, o bien echar los componentes en una bolsa plástica, luego sujetla la bolsa de manera que quede un poco de aire entrampado dentro de ella; mezcla los componentes agitando de lado a lado la bolsa. La mezcla deberá ser preparada

recientemente, y entregada al estudiantado, especificando sus componentes (harina, sal y limaduras de hierro).

Para separarlos, el estudiantado deberá utilizar el método de *imanación*, separando las limaduras de hierro. Luego, necesitará agregar agua a la mezcla restante de harina y sal; con ello, logrará disolver la sal, mientras que la harina no se disolverá; mediante la *filtración*, la harina quedará en el papel filtro, y la sal quedará disuelta en el filtrado. Finalmente, para obtener la sal bastará con *evaporar* el agua.

#### B. Cromatografía sobre papel

La cromatografía sobre papel es una técnica de separación de mezclas, basada en las diferentes velocidades con que son arrastrados cada uno de sus componentes a través de un medio poroso (papel filtro), por un solvente en movimiento.

A medida que el solvente va desplazándose por el papel filtro arrastra consigo los pigmentos que contiene la marca de tinta. Como no todos los pigmentos son arrastrados con la misma velocidad, al cabo de un rato se forman unas franjas de colores que corresponden a los componentes de la tinta (Fig. 8).



Figura 8. Cromatografía sobre papel filtro de tinta negra.

Dependiendo del tipo de tinta que se utilice para realizar la marca, se pueden emplear diversas sustancias como solventes, como por ejemplo:

alcohol etílico, solución de hidróxido de amonio, entre otros. En general, se debe emplear un solvente que no sea muy volátil, y que solubilice la tinta utilizada.

En el caso de esta práctica, el grado de solubilidad de cada componente de la tinta en el alcohol, determina la rapidez con la que dicho componente asciende sobre la tira de papel: mientras más soluble sea, más rápido asciende. Sin embargo, si se utiliza tinta de un color primario, como rojo o azul, estos colores ascenderán tal cual en la tira de papel, pero no se separarán, puesto que no son producto de ninguna mezcla (Fig. 9).



Figura 8. Cromatografía sobre papel filtro de tinta negra (izquierda), azul (centro) y roja (derecha). Nótese que, aunque todas ascienden por el papel, la tinta negra se separa, mientras que la azul y la roja no.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Química. Lección 7: MEZCLAS. Pág. 74 – 91. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Petrucci, R. (2011). *Química General* (10<sup>a</sup> Edición). Madrid: Prentice-Hall.

Brown, T., LeMay, E., Bursten, B. y Burdge, J. (2004). *Química La Ciencia Central* (9<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

docencia.udea.edu.co. *Práctica 7 – Separación de mezclas.* Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/UKTuaK>

<https://sites.google.com> (febrero 2013). *Destilación simple y cromatografía en papel.* Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/UwtwQI>

## OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

Preparemos mezclas y soluciones.

Extraigamos pigmentos fotosintéticos.

# EXPERIMENTEMOS CON REACCIONES QUÍMICAS



## INTRODUCCIÓN

Las reacciones químicas ocurren en todas partes. En el cuerpo humano, las reacciones químicas transforman la comida en moléculas necesarias para proveernos de energía y para formar los músculos. En las hojas de los árboles y plantas, el dióxido de carbono y el agua se transforman en carbohidratos a través de la fotosíntesis. En el laboratorio, el número y tipo de átomos que forman determinados compuestos pueden reagruparse dando origen a nuevos compuestos, lo cual podemos asegurar gracias a la *evidencia de reacción* que observamos.

Algunas reacciones químicas son sencillas y otras son bastante complejas, pero todas pueden representarse mediante las *ecuaciones químicas*.

En cualquier reacción química, los átomos de las sustancias que reaccionan, llamadas *reactivos*, se reorganizan para formar nuevas sustancias llamadas *productos*.

A continuación experimentaremos con algunas de las reacciones químicas más comunes. No olvides que todas las observaciones y las conclusiones que obtengas en cada reacción debes anotarlos en tu *Cuaderno de Laboratorio*.

## INDICADORES DE LOGRO

- Experimenta y describe correctamente las transformaciones que ocurren en las reacciones químicas.
- Explica e identifica mediante ejemplos sencillos los diferentes tipos de reacciones químicas más comunes.
- Analiza, reconoce y explica los factores que influyen en una reacción química al realizar un experimento en el laboratorio, y en las reacciones que ocurren en la naturaleza.

## OBJETIVOS

- Reconocer las transformaciones químicas de la materia, así como los componentes que intervienen para que estas ocurran.
- Distinguir los distintos tipos de reacciones químicas que se realizan en el laboratorio y que ocurren en la naturaleza.

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gradilla para tubos de ensayo</li><li>• Cinco tubos de ensayo</li><li>• Una cápsula de porcelana</li><li>• Una pipeta de 5 mL</li><li>• Tres goteros</li><li>• Una propipeta</li><li>• Un clavo de hierro de 1"</li><li>• Cerillos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 5 mL de solución 0.5 M de sulfato de cobre (II) pentahidratado</li><li>• 5 gotas de solución 0.5 M de cloruro de bario</li><li>• 2 gotas de solución de permanganato de potasio al 0.5 % m/v.</li><li>• 3 mL de alcohol etílico</li><li>• 3 mL de vinagre</li><li>• 0.5 g de bicarbonato de sodio</li><li>• 0.5 g de óxido de calcio</li></ul>

## PROCEDIMIENTO

Para esta práctica de laboratorio es obligatorio que utilices el siguiente equipo de seguridad personal:

- Gabacha
- Guantes (pueden ser de látex o de neopreno)
- Gafas de seguridad

1. Coloca cinco tubos de ensayo en una gradilla, y numéralos del 1 al 5 utilizando viñetas.
2. En el tubo 1, vierte 3 mL de solución 0.5 M de sulfato de cobre (II) pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) y coloca dentro del tubo un clavo de hierro libre de óxido, de modo que parte del clavo quede sumergido en la solución (Fig. 1).



Figura 1. Clavo de hierro parcialmente sumergido en solución de sulfato de cobre (II) pentahidratado.

3. Coloca el tubo en la gradilla, y espera aproximadamente media hora para que se lleve a cabo la reacción. Luego observa lo que ha ocurrido a la parte del clavo que estaba sumergida en la solución, y a la que quedó fuera. Responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿En cuál de ellas hubo reacción?
  - b) ¿Qué tipo de reacción tuvo lugar?
  - c) ¿Cuál es la evidencia de reacción?
4. Mientras tanto, al tubo 2 agrégale 2 mL de alcohol etílico (puedes utilizar una pipeta o un gotero; si usas gotero ten en cuenta que 20 gotas hacen 1 mL aproximadamente).
5. Agrégale 2 gotas de solución de permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ) al 0.5 % m/v. Observa si ocurre algún cambio y anótalo en tu *Cuaderno de Laboratorio*. Responde:
  - a) ¿Qué tipo de reacción ocurrió?

6. En el tubo 3 vierte 3 mL de vinagre, y agrégale una pequeña cantidad (0.2 g aproximadamente) de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ). Contesta en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿Qué evidencia de reacción se aprecia?
  - b) ¿Qué tipo de reacción es?

7. En el tubo 4 coloca una pequeña cantidad (aproximadamente 0.5 g) de óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), y adiciona 2 mL de agua potable. Con precaución, percibe con el tacto si ha ocurrido algún cambio de temperatura. Responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿Qué tipo de reacción ha ocurrido?
  - b) ¿Cuál es la evidencia de reacción?
8. En el tubo 5 vierte 2 mL de solución 0.5 M de sulfato de cobre (II) pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) y agrégale 5 gotas de solución 0.5 M de cloruro de bario ( $\text{BaCl}_2$ ). Observa lo que ocurre. contesta en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿Ha ocurrido alguna reacción?
  - b) ¿Qué evidencia de reacción se aprecia?
  - c) ¿Qué tipo de reacción es?

9. En un crisol o una cápsula de porcelana coloca 5 gotas de alcohol etílico. Luego enciende un cerillo y con precaución acércalo al alcohol contenido en la cápsula (Fig. 2).



Figura 2. Acercamiento de un cerillo encendido al alcohol.

10. Observa la reacción ocurrida y contesta en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿Qué tipo de reacción es?
  - b) ¿Cuáles son las evidencias de reacción?

Al finalizar la práctica, escribe en tu *Cuaderno de Laboratorio* la ecuación química balanceada para cada una de las reacciones que realizaste. Además, escribe cuáles son las evidencias de que ha ocurrido una reacción química.

## PREPARACIÓN PREVIA DE REACTIVOS

### a. Solución 0.5 M de CuSO<sub>4</sub>.5 H<sub>2</sub>O

En un beaker de 100 mL pesa 12.475 g de sulfato de cobre (II) pentahidratado, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O; disuélvelo con unos 50 mL de agua destilada, y luego viértelo en un balón volumétrico de 100 mL. Afora hasta la marca con agua destilada, y mezcla bien para homogenizar la solución. Finalmente, vierte la solución preparada en un frasco para su almacenamiento; el frasco puede ser de vidrio o de plástico. Rotula el frasco como “solución de CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O 0.5 M”.

### b. Solución 0.5 M de BaCl<sub>2</sub>

En un beaker de 100 mL pesa 6.867 g de cloruro de bario, BaCl<sub>2</sub>; disuélvelo con unos 50 mL de agua destilada, y luego viértelo en un balón volumétrico de 100 mL. Afora hasta la marca con agua destilada, y mezcla bien para homogenizar la solución. Finalmente, vierte la solución preparada en un frasco para su almacenamiento; el frasco puede ser de vidrio o de plástico. Rotula el frasco como “solución de BaCl<sub>2</sub> 0.5 M”.

### c. Solución 0.5% m/v de KMnO<sub>4</sub>

En un beaker de 100 mL pese 0.5 g de permanganato de potasio, KMnO<sub>4</sub>; disuélvelo con unos 50 mL de agua destilada, y luego viértelo en un balón volumétrico de 100 mL. Afora hasta la marca con agua destilada, y mezcla bien para homogenizar la solución. Finalmente, vierte la solución preparada en un frasco de virio oscuro para su almacenamiento. Rotula el frasco como “solución de KMnO<sub>4</sub> 0.5 % m/v”.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Una *reacción química* supone siempre un *cambio químico*, ya que los enlaces entre los átomos de la sustancia original (reactivos) se rompen para formar nuevos enlaces en otras sustancias con fórmula y propiedades diferentes (productos). Por ejemplo, tiene lugar una reacción química cuando un trozo de hierro se combina con oxígeno (O<sub>2</sub>) en el aire para

formar una nueva sustancia, el óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), que tiene un color rojizo; cuando se echa una pastilla de antiácido en un vaso de agua aparecen burbujas, ya que el bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) reacciona con el ácido cítrico (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) de la pastilla para formar dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) gaseoso; cuando la plata se empaña, el brillante metal plateado (Ag) reacciona con azufre (S) para formar una sustancia negruzca y deslustrada, el sulfuro de plata (Ag<sub>2</sub>S). Durante cada uno de estos cambios químicos se hacen visibles nuevas propiedades, que son las pistas que indican que ha tenido lugar una reacción química.

A escala microscópica, la reacción química es una modificación de los enlaces entre átomos por desplazamientos de electrones: unos enlaces se rompen y otros se forman, pero los átomos implicados se conservan. Esto es lo que se conoce como *ley de conservación de la materia*, la cual implica no sólo la conservación del número de átomos de cada elemento químico, sino también la conservación de la carga eléctrica total.

Una reacción química se representa mediante una *ecuación química*. Cuando una ecuación química cumple con la ley de la conservación de la materia, se dice que está *balanceada*. Para balancear una reacción química se anteponen a las fórmulas coeficientes numéricos, que indican el número relativo de átomos y moléculas que intervienen en dicha reacción. Las relaciones estequiométricas entre las cantidades de reactivos consumidos y productos formados dependen directamente de estas leyes de conservación, y están determinadas por la ecuación balanceada de la reacción. La suma de las masas de los reactivos es igual a la suma de las masas de los productos; esto es así porque durante la reacción los átomos no se crean ni se destruyen, sólo se reordenan en una disposición distinta.

Las sustancias nuevas que se forman (productos) suelen presentar un aspecto totalmente diferente del que tenían las sustancias de partida (reactivos).

Durante una reacción se puede desprender o absorber energía. Si se desprende energía en el curso de la reacción, se dice que es *exotérmica*;

mientras que si se absorbe energía durante el curso de la reacción, la reacción es *endotérmica*.

Una reacción química se representa mediante una *ecuación química*. Al escribir una ecuación química, las fórmulas de los reactivos se escriben a la izquierda, y las de los productos a la derecha, considerando el número de átomos de cada elemento, separadas ambas por una flecha que indica el sentido de la reacción.

REACTIVOS → PRODUCTOS

Muchas reacciones químicas presentan *evidencias de reacción* que podemos apreciar con nuestros sentidos. Entre ellas están: cambio de color, formación de un precipitado, liberación de un gas, desprendimiento o absorción de calor. En otras ocasiones pueden usarse sustancias indicadoras para evidenciar la reacción.

Si se requiere indicar el estado en que se encuentran las sustancias que intervienen en la reacción, se puede hacer añadiendo ciertos símbolos entre paréntesis después de la fórmula química correspondiente a cada compuesto. Así: (s) si el compuesto está en fase sólida; (l) si es un líquido; (g) si se trata de un gas; y (ac) o (aq) si el compuesto se encuentra en disolución acuosa (disuelto en agua).

Los tipos de reacciones químicas más comunes son:

- Reacciones de combinación o síntesis.
- Reacciones de descomposición.
- Reacciones de desplazamiento simple.
- Reacciones de doble desplazamiento.
- Reacciones de óxido – reducción.
- Reacciones de combustión.
- Reacciones de neutralización.

## POSIBLES OBSERVACIONES

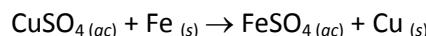
- Para la reacción en el tubo 1, cerciórate de que el clavo utilizado sea de hierro y que está libre de óxido. Si estuviese oxidado, procede a eliminarle el óxido, ya sea lijándolo o limpiándolo por la acción de ácido (puede ser ácido muriático, HCl); luego se debe lavar con agua para eliminar el

exceso de óxido o de ácido, y finalmente se seca con papel absorbente. Respecto al tamaño del clavo, se recomienda que sea de una pulgada, o de un largo adecuado para los requerimientos del experimento.

- Para la reacción en el tubo 3, puedes utilizar cualquier tipo de vinagre, ya sea artesanal o blanco (comercial). Incluso, puede ser sustituido por jugo de limón, o cualquier producto que contenga ácido.
- En el experimento del tubo 5, se forma un compuesto insoluble en agua (precipitado), que inicialmente podrá notarse en dispersión; sin embargo, al dejar en reposo el tubo por unos 3 a 5 minutos, se puede apreciar que el precipitado que se forma se deposita en el fondo del tubo por acción de la gravedad.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el tubo 1 toma lugar una *reacción de desplazamiento*. El proceso es lento, pero al cabo de cierto tiempo puede apreciarse que en la parte del clavo que quedó sumergida en la solución, el cobre, que estaba inicialmente en solución, se deposita en estado sólido sobre el clavo, mientras que el hierro, que estaba en estado sólido pasa a formar parte de la solución. La ecuación química que describe este proceso es:



La parte del clavo que no se sumergió sirve como testigo, ya que en ella no ocurre nada (Fig. 3).

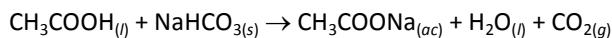


Figura 3. Cobre depositado sobre la parte del clavo que estuvo sumergida en la solución de sulfato de cobre (II) pentahidratado.

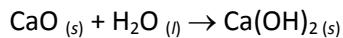
En el tubo 2 ocurre una *reacción de óxido-reducción*, ya que el permanganato de potasio es un agente oxidante fuerte, que es capaz de oxidar al alcohol etílico convirtiéndolo a ácido acético, a la vez que el permanganato experimenta una reducción (pasa de estado de oxidación +7 en el permanganato a +4 en el MnO<sub>2</sub>, ganando 3 electrones en el proceso). La evidencia de reacción es la formación de un precipitado color café de MnO<sub>2</sub>. La ecuación química es:



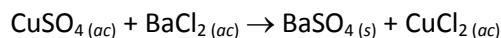
La reacción que toma lugar en el tubo 3 es una *reacción de neutralización*, ya que el bicarbonato de sodio neutraliza la acidez del ácido acético contenido en el vinagre, transformándolo en una sal, acetato de sodio. En la reacción se libera dióxido de carbono gaseoso, siendo esta la evidencia de reacción. La ecuación química correspondiente es:



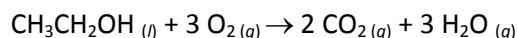
En el tubo 4, ocurre una *reacción de combinación*; esta reacción es *exotérmica*, por lo que la evidencia de reacción es el desprendimiento de calor. La ecuación química que describe esta reacción es:



En el tubo 5, ocurre una *reacción de doble desplazamiento*, siendo la evidencia de reacción la formación de un precipitado blanco de sulfato de bario. La ecuación química es:



Finalmente, la reacción que ocurre con el alcohol etílico en la cápsula de porcelana es una *reacción de combustión*. En este caso, la reacción es exotérmica, por lo que se podrá apreciar el desprendimiento de calor, y además energía en forma de luz. La ecuación química que describe esta reacción es:



**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Química. Lección 11: ECUACIONES QUÍMICAS. Pág. 141 – 151. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Material de Autoformación e Innovación Docente: Química. Lección 12: REACCIONES QUÍMICAS. Pág. 152 – 170. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Material de Autoformación e Innovación Docente: Química. Lección 13: REACCIONES TERMOQUÍMICAS. Pág. 171 – 181. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Petrucci, R. (2011). *Química General* (10<sup>a</sup> Edición). Madrid: Prentice-Hall.

Chang, R. (2010). *Química* (10<sup>a</sup> Edición). México: McGraw-Hill / Interamericana editores S.A. de C.V.

Brown, T., LeMay, E., Bursten, B. y Burdge, J. (2004). *Química La Ciencia Central* (9<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

[www.quimicefa.com](http://www.quimicefa.com). *Experimenta y aprende con la ciencia*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/KyFpJ>

[ieureka.com.mx](http://ieureka.com.mx) (enero 2013). *Reacciones químicas en pequeña escala*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/ilrZbC>

## OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

Viajando a través de la Tabla Periódica.

Identifiquemos ácidos y bases.

# IDENTIFIQUEMOS ÁCIDOS Y BASES



## INTRODUCCIÓN

Los ácidos y las bases son dos tipos de compuestos químicos que presentan características opuestas.

Seguro que te resulta familiar el sabor agrio del vinagre o de los limones, así como de otras frutas cítricas, cuyo sabor se debe a que estos alimentos contienen ácidos que les confieren ciertas propiedades. Las bases, por el contrario, presentan sabor amargo; probablemente te ha tocado degustar jabón al ingerirlo de forma accidental, de ser así habrás notado que los jabones tienen sabor amargo.

Los ácidos y las bases presentan también reacciones características que evidencian su naturaleza opuesta. Cuando se combina una solución acuosa de un ácido con otra de una base tiene lugar una reacción de neutralización.

En esta práctica de laboratorio experimentaremos con algunas propiedades y reacciones características de ácidos y bases. Además, aprenderemos a identificar ácidos y bases utilizando sustancias indicadoras.

## INDICADORES DE LOGRO

- Identifica y clasifica sustancias comunes como ácidas o básicas por medio de indicadores.
- Explica el uso apropiado de la escala de pH para medir el grado de acidez de una sustancia.
- Reconoce la importancia que tiene la manipulación y disposición correcta de las sustancias ácidas y básicas.

## OBJETIVOS

- Identificar sustancias tanto de laboratorio como de uso cotidiano por su naturaleza ácida o básica.
- Comprender la utilidad y las precauciones que se deben tener al momento de utilizar y descartar sustancias ácidas y básicas, con el fin de evitar daños a la salud y al medio ambiente.

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"><li>Gradilla para tubos de ensayo</li><li>Ocho tubos de ensayo</li><li>Un vidrio de reloj</li><li>Seis pipetas de 5 mL</li><li>Varilla agitadora</li><li>Papel tornasol rosado</li><li>Propipeta</li><li>Goteros</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>1 mL de anaranjado de metilo</li><li>1 mL de fenolftaleína</li><li>4 mL de solución 3 M de ácido clorhídrico</li><li>2 mL de solución 3 M de hidróxido de sodio</li><li>0.5 g de bicarbonato de sodio</li><li>3 mL de vinagre</li><li>3 mL de jugo de limón</li><li>3 mL de legía</li><li>3 mL de solución jabonosa</li><li>6 mL de agua destilada</li></ul>

## PROCEDIMIENTO

### A. Soluciones indicadoras

1. Coloca 4 tubos de ensayo en una gradilla y vierte 3 mL de las siguientes sustancias por separado en cada tubo: vinagre, jugo de limón, lejía y solución jabonosa.
2. Utilizando viñetas rotula cada tubo con la solución que contiene.
3. Utiliza una tira de papel tornasol rosado, pártele en cuatro pedazos y colócalos separadamente sobre un vidrio de reloj limpio y seco.
4. Con la ayuda de una varilla agitadora de vidrio coloca una gota de vinagre sobre uno de los pedazos de papel tornasol (Fig. 1). Observa si ha ocurrido o no algún cambio de color en el papel y anótalo en la Tabla 1, y con base a esto determina la naturaleza ácida o básica del vinagre.



Figura 1. Colocación de una gota de sustancia sobre el papel tornasol, utilizando una varilla agitadora.

5. Repite el mismo procedimiento para las otras tres sustancias, teniendo el cuidado de limpiar bien la varilla agitadora en cada caso, y de utilizar un pedazo de papel tornasol a la vez. Determina la naturaleza ácida o básica de cada sustancia, y anótalas en tu *Cuaderno de Laboratorio*.

6. Como ya conoces la naturaleza de cada sustancia, prueba ahora cómo viran de color las soluciones indicadoras.
7. Adiciona 2 gotas del indicador anaranjado de metilo al tubo que contiene vinagre y al que contiene lejía. Anota los colores observados en la Tabla 1, y luego contesta en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) ¿Es el vinagre un ácido o una base? ¿Qué color presenta el anaranjado de metilo en este medio?
  - b) ¿Es la lejía un ácido o una base? ¿Qué color presenta el anaranjado de metilo en este medio?
8. Adiciona 2 gotas de indicador fenolftaleína al tubo que contiene jugo de limón y al que contiene solución jabonosa. Observa si ha ocurrido algún cambio de color y anótalo en la Tabla 1; luego contesta en tu *Cuaderno de Laboratorio*:
  - a) El jugo de limón, ¿es un ácido o una base? ¿Qué color presenta la fenolftaleína en este medio?
  - b) La solución jabonosa, ¿es un ácido o una base? ¿Qué color presenta la fenolftaleína en este medio?
9. Coloca en otros dos tubos de ensayo 3 mL de agua destilada en cada uno, y agrega al primero 2 gotas de anaranjado de metilo, y al otro 2 gotas de fenolftaleína. Ten en cuenta que el agua destilada es neutra. Observa los colores de cada indicador en medio neutro y anótalos en la Tabla 1; compáralos con los colores en medio ácido y básico. Saca tu conclusión sobre las limitantes del uso de indicadores.

**Tabla 1. Coloraciones obtenidas de los indicadores.**

Sustancia	Naturaleza de la sustancia	Indicador		
		Papel tornasol	Anaranjado de metilo	Fenolftaleína
Vinagre				
Jugo de limón				
Lejía				
Solución jabonosa				
Agua destilada				

Existen algunos productos naturales cuyos extractos pueden ser utilizados como indicadores ácido–base, entre ellos el extracto del repollo morado. Investiga un procedimiento sencillo para obtener el extracto de productos naturales, y luego experimenta obteniéndolo de flores, hojas, frutos o hierbas que creas que se puedan utilizar como indicadores.

Una vez extraído, prueba si funciona como indicador; para ello debes ponerlo tanto en medio ácido como en medio básico, y observar si en alguno de ellos (o en ambos) ocurre un cambio de color; si esto es así, debes anotar qué coloración presenta en medio ácido, básico y neutro (color original).

Con el indicador que has obtenido, comienza a indagar la naturaleza de algunas sustancias comunes que tengas en tu casa; por ejemplo, productos de limpieza (jabones, champús, desinfectantes, detergentes, suavizantes, etc.), medicamentos, refrescos y alimentos.

Si el extracto que obtuviste no funciona como indicador no debes frustrarte, puesto que el resultado de tu experimento es que dicho extracto no se puede usar como un indicador. Ten en cuenta que en una investigación científica el resultado obtenido no siempre será afirmativo a nuestra hipótesis; lo importante es comprobar si nuestra hipótesis es afirmativa o negativa.

## B. Reacciones de neutralización de ácidos

1. Coloca 2 mL de solución 3 M de ácido clorhídrico (HCl) en un tubo de ensayo.
2. Agrégale una pequeña cantidad (aproximadamente 0.5 g) de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ).
3. Observa si ocurre alguna reacción, y anota en tu *Cuaderno de Laboratorio* cuál fue la evidencia que observaste.
4. Coloca en otro tubo de ensayo 2 mL de solución 3 M de ácido clorhídrico (HCl).
5. Adiciónale 2 gotas de fenolftaleína.
6. Luego, con ayuda de un gotero, agrega gota a gota una solución 3 M de hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ), hasta que aparezca y persista una coloración rosada tenue (Fig. 2).



Figura 2. Coloración rosada tenue que indica un medio básico al utilizar indicador de fenolftaleína.

7. Anota en tu *Cuaderno de Laboratorio* el número de gotas de solución de hidróxido de sodio que utilizaste, y compáralo con la cantidad de solución de ácido clorhídrico. Ten en cuenta que 20 gotas hacen aproximadamente 1 mL.

## **PREPARACIÓN PREVIA DE REACTIVOS**

### **a. Indicador de anaranjado de metilo**

Pesa 0.1 g de anaranjado de metilo sólido en un beaker de 100 mL, y disuélvelo con unos 75 mL de agua destilada caliente. Vierte esa solución en un balón volumétrico de 100 mL y afora hasta la marca. Mezcla bien. Finalmente vierte la solución indicadora en un frasco de color oscuro (puede ser de vidrio o plástico), y rotúlalo como “solución indicadora de anaranjado de metilo”.

### **b. Indicador de fenolftaleína**

Pesa 0.5 g de fenolftaleína sólida en un beaker de 100 mL, y disuélvela con 50 mL de alcohol etílico. Vierte esa solución en un balón volumétrico de 100 mL y afora hasta la marca utilizando agua destilada. Mezcla bien. Finalmente vierte la solución indicadora en un frasco de color oscuro (puede ser de vidrio o plástico), y rotúlalo como “solución indicadora de fenolftaleína”.

### **c. Solución de ácido clorhídrico (HCl) 3 M**

Revisa el procedimiento que aparece en la práctica “Viajando a través de la Tabla Periódica”.

### **d. Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 3 M**

Revisa el procedimiento que aparece en la práctica “Viajando a través de la Tabla Periódica”.

## **FUNDAMENTO TEÓRICO**

La definición de ácidos y bases ha ido modificándose a lo largo del tiempo. Una de las teorías más aceptadas define a los ácidos como aquellas sustancias que al disolverse en agua liberan iones hidrógeno ( $H^+$ ), también llamados protones. Esto les confiere ciertas características a los ácidos; entre ellas se puede decir que presentan sabor amargo, reaccionan con carbonatos y bicarbonatos produciendo dióxido de carbono gaseoso, reaccionan con los metales para producir hidrógeno gaseoso, entre otras.

Las bases, también llamadas álcalis, son sustancias que al ser disueltas en agua liberan iones hidróxido

( $OH^-$ ). Entre sus propiedades se mencionan que presentan sabor amargo y son resbaladizas al tacto.

Tanto los ácidos como las bases son capaces de conducir la electricidad cuando se encuentran en soluciones acuosas, debido a que se disocian en iones; además, ambas sustancias tienen la capacidad de cambiar el color de los indicadores.

Los ácidos y las bases reaccionan entre sí en medio acuoso neutralizándose mutuamente, debido a que los iones hidrógeno liberados por los ácidos se unen a los iones hidróxido liberados por las bases, formándose agua, y el anión del ácido reacciona con el catión de la base, formándose una sal; de esta manera, el medio generado es neutro.

Existe una manera precisa de indicar la fuerza de un ácido, es decir, su concentración de iones hidrógeno, esta es la escala de Potencial Hidrógeno, que se abrevia como pH. El pH es un parámetro muy usado en química para medir el grado de acidez o alcalinidad de las sustancias. Esto tiene enorme importancia en muchos procesos tanto químicos como biológicos. Es un factor clave para que muchas reacciones se hagan o no; por ejemplo en biología, las enzimas responsables de reacciones bioquímicas tienen una actividad máxima bajo cierto rango de pH, fuera de ese rango decae mucho su actividad catalítica; nuestra sangre tiene un pH entre 7.35 y 7.45, apenas fuera de ese rango están comprometidas nuestras funciones vitales; en los alimentos el pH es un marcador del buen o mal estado de éste.

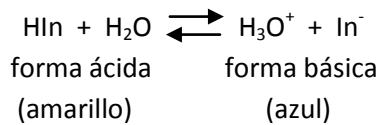
La escala del pH varía desde 0 hasta 14. Los valores menores que oscilan entre 0 y 7 indican que la sustancia es ácida, y los mayores que oscilan entre 7 y 14 indican que la sustancia es básica. El valor 7 se considera neutro.

Matemáticamente, el pH es el logaritmo negativo de la concentración molar de los iones hidrógeno ( $H^+$ ), los cuales pueden representarse también como iones hidronio ( $H_3O^+$ ).

Una forma fácil y rápida de saber si una sustancia es ácida o básica es utilizar un *indicador ácido-base*, el

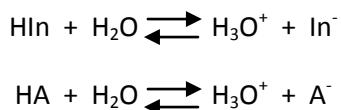
cual puede estar en solución o impregnado en un papel indicador. Al poner en contacto el indicador con la sustancia de naturaleza desconocida, se observa un cambio de color característico, según sea el indicador utilizado, evidenciando si se está frente a un medio ácido o básico.

Un *indicador ácido-base* es una sustancia que puede ser de carácter ácido o básico débil, que posee la propiedad de presentar coloraciones diferentes dependiendo del pH de la disolución en la que dicha sustancia se encuentre diluida. Para comprender el comportamiento de un indicador, supongamos, por ejemplo, un indicador que está constituido por un ácido débil monoprótico con fórmula general  $\text{HIn}$ ; de este modo, en una solución acuosa se ionizará débilmente produciendo la base conjugada correspondiente ( $\text{In}^-$ ).



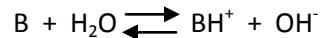
Una característica de los indicadores es que la forma ácida ( $\text{HIn}$ ) y la básica ( $\text{In}^-$ ), tienen colores diferentes; para el caso del ejemplo anterior, amarillo y azul. De las cantidades de una u otra forma que se encuentran presentes en la solución, depende el color de ésta.

Si se le añade a una solución ácida ( $\text{HA}$ ) una pequeña cantidad de la solución indicadora, se producen al mismo tiempo dos procesos: el equilibrio de ionización del indicador, y también el del ácido.



Cuando aumenta la concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$ , por efecto del ión común, el equilibrio que tiene el indicador se desplaza a la izquierda. En consecuencia, el color que predomina en la solución será el color de la forma ácida ( $\text{HIn}$ ).

Si añadimos una pequeña cantidad de indicador a una solución básica ( $\text{B}$ ):



La concentración del ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  se verá disminuida por su combinación con los iones  $\text{OH}^-$ , y el equilibrio del indicador se ve afectado, desplazándose hacia la derecha. En consecuencia, dominará en la disolución el color de la forma básica ( $\text{In}^-$ ).

Cada uno de los indicadores posee un *intervalo de viraje* que lo caracteriza, es decir, un entorno reducido de unidades de pH en el cual cambia de color. Un indicador tiene mayor utilidad cuanto más pequeño es su intervalo de viraje, produciéndose así de forma más clara y sencilla el cambio de color.

En la Tabla 2 se muestran algunas indicadores ácido-base, junto a los datos de sus intervalos de viraje y el color que tienen cuando el pH es menor o superior a dicho intervalo.

**Tabla 2. Intervalos de viraje de indicadores ácido-base comunes.**

Indicador	color ácido	pH viraje	color básico
amarillo de alizarina GG	Amarillo claro	10,0 - 12,1	Rojo castaño
azul de bromofenol	Amarillo	3,0 - 4,6	Violeta
azul de bromotimol	Amarillo	6,0 - 7,6	Azul
fenolftaleína	Incoloro	8,2 - 9,8	Violeta / rosa
m-cresolpúrpura	Amarillo	7,4 - 9,0	Púrpura
naranja de metilo	Rojo	3,1 - 4,4	Amarillo naranja
púrpura de bromocresol	Amarillo	5,2 - 6,8	Púrpura
rojo congo	Azul violeta	3,0 - 5,2	Rojo naranja
rojo de bromofenol	Naranja amarillo	5,2 - 6,8	Púrpura
rojo de cresol	Amarillo	7,0 - 8,8	Púrpura
rojo de fenol	Amarillo	6,4 - 8,2	Rojo
rojo de metilo	Rojo	4,4 - 6,2	Amarillo naranja
rojo neutro	Azul rojizo	6,4 - 8,0	Naranja amarillo
timolftaleína	Incoloro	8,6 - 10,0	Azul
tomasol	Rojo	5,0 - 8,0	Azul
violeta de metilo	Amarillo	0,1 - 1,6	Azul / violeta
4-dimetilaminobenzol	Rojo	2,9 - 4,0	Amarillo naranja

El papel pH brinda una mayor aproximación al grado de acidez de una sustancia, ya que se encuentra impregnado de un indicador o una mezcla de indicadores que al ponerse en contacto con la solución a analizar adopta un determinado color dependiendo del pH de dicha solución. Con la escala de colores que el fabricante incluye en la caja, se determina el pH de la solución por comparación con el color obtenido en la tira. Las tiras se pueden usar una sola vez.

Si se requiere obtener un dato más exacto del pH de una sustancia, se debe utilizar un pH-metro, que es un potenciómetro que contiene un electrodo

sensible a la concentración de iones hidrógeno, conectado a un sistema electrónico que traduce dicha señal al valor de pH de la solución.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- Para preparar la solución jabonosa basta con disolver un poco de jabón o de detergente en agua potable. Procura no agitar muy vigorosamente para que no se forme demasiada espuma.
- El papel tornasol o papel de litmus puede encontrarse en al menos dos tipos diferentes: uno de color rosado, el cual mantiene su coloración en medio ácido, pero cambia a color azul en medio básico; y otro de color azul, el cual mantiene su coloración en medio básico, pero cambia a color rosado en medio ácido. Para esta práctica se ha recomendado utilizar el papel tornasol rosado, aunque puede ser sustituido por azul, siempre y cuando se tengan las consideraciones del cambio de color, y sean aclaradas con antelación al estudiantado.
- Para observar los colores que presentan los indicadores en medio neutro se recomienda utilizar agua destilada, ya que al tener la mínima cantidad posible de iones en solución, se garantiza que su pH sea aproximadamente 7. Si no dispones de agua destilada, una buena alternativa es el agua desmineralizada (que se utiliza para las baterías de los automóviles). Como última instancia, si no cuentas con ninguna de las dos anteriores, puedes optar por utilizar agua purificada, que se comercializa en cualquier tienda para consumo humano.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### A. Soluciones indicadoras

Tanto el vinagre como el jugo de limón son sustancias ácidas, por lo que al adicionar unas gotas al papel tornasol rosado se espera que no haya cambio de color. Mientras que la lejía y la

solución jabonosa son sustancias básicas, por lo tanto van a ocasionar que el papel tornasol cambie su color rosado a azul.

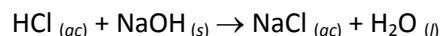
El anaranjado de metilo es rojo en medio marcadamente ácido ( $\text{pH} < 3.1$ ), mientras que en medio neutro y medio básico es anaranjado; por lo tanto en el vinagre tendrá color rojo, y en la lejía y el agua destilada su color será anaranjado. La fenolftaleína es rosada en medio básico ( $\text{pH} > 8.2$ ), mientras que en medio neutro y medio ácido es incolora; por lo que tanto en el jugo de limón como en el agua destilada será incolora, y en la solución jabonosa su color será rosado. Como verás, los indicadores sólo dan un indicio de la naturaleza de las sustancias; algunas limitantes que se pueden destacar es que su rango de viraje es muy limitado, las coloraciones que presentan son específicas para cada indicador, entre otras.

### B. Reacciones de neutralización de ácidos

Una reacción de neutralización característica es la reacción de un ácido con bicarbonato de sodio; la evidencia de reacción es el desprendimiento de dióxido de carbono gaseoso. Si se emplea el ácido clorhídrico la reacción es:



La otra reacción realizada es la neutralización del ácido clorhídrico con hidróxido de sodio, adicionando fenolftaleína para detectar el momento en que se neutraliza todo el ácido. La reacción es:



Si la concentración del ácido clorhídrico es igual a la del hidróxido de sodio, y considerando que la estequiometría de la reacción indica una relación de igual número de moles, se espera que el volumen de hidróxido de sodio empleado sea aproximadamente igual al volumen del ácido; para el caso, ~2 mL (unas 40 gotas).

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Química. Lección 12: REACCIONES QUÍMICAS. Pág. 152 – 170. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Daub, G. y Seese, W. (2005). *Química* (8<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

Timberlake, K. (2013). *Química General, Orgánica y Biológica. Estructuras de la Vida.* (4<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

ciencianet.com. *Química de ácidos y bases.* Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/tfMgPy>

www.redalyc.org (2009). *Elaboración de papel indicador a base de extractos naturales.* Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/QtJq4O>

## **OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS**

Viajando a través de la Tabla Periódica.

Experimentemos con reacciones químicas.

# LAS MOLÉCULAS DE LA VIDA



## INTRODUCCIÓN

Todos los alimentos que consumimos se dividen en tres categorías principales de macronutrientes: *carbohidratos*, *lípidos* y *proteínas*. Estos macronutrientes son los que proporcionan al cuerpo de la energía necesaria para el metabolismo y la mayoría de las funciones vitales del cuerpo, además de formar parte en la estructura de la célula.

La ingesta de cantidades adecuadas de los macronutrientes a través de la dieta, es determinante para mantener una buena salud. Es importante entender cómo el cuerpo utiliza cada uno de ellos y las funciones específicas que cumplen dentro del cuerpo, además de cuáles son las fuentes alimenticias donde los podemos encontrar, con el fin de elegir alimentos saludables como parte de una dieta balanceada.

Existen pruebas experimentales que permiten identificar carbohidratos, lípidos y proteínas de manera individual, los cuales utilizaremos en esta práctica de laboratorio. Estas pruebas se pueden utilizar también para reconocer si un alimento contiene un determinado tipo de macronutriente.

## INDICADORES DE LOGRO

- Describe y valora la importancia y beneficios de los compuestos orgánicos en la vida de los seres humanos.
- Identifica experimentalmente carbohidratos, lípidos y proteínas mediante reacciones de caracterización.
- Indaga y describe la composición y las funciones de los carbohidratos, lípidos y proteínas.

## OBJETIVOS

- Identificar carbohidratos, lípidos y proteínas mediante reacciones de caracterización de sus grupos funcionales.
- Describir las características químicas que presentan los carbohidratos, lípidos y proteínas para relacionarlas con la función que cumplen al ser consumidas por el ser humano.

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechero Bunsen o de alcohol</li> <li>• Gradilla para tubos de ensayo</li> <li>• Ocho tubos de ensayo</li> <li>• Un beaker de 400 mL</li> <li>• Un beaker de 250 mL</li> <li>• Una pipeta de 5 mL</li> <li>• Tres goteros</li> <li>• Una propipeta</li> <li>• Un trípode</li> <li>• Una malla de asbesto</li> <li>• Una papa</li> <li>• Un huevo</li> <li>• Azúcar de mesa</li> <li>• Miel</li> <li>• Jugo de naranja</li> <li>• Jugo de limón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 mL de reactivo de Benedict</li> <li>• 1 mL de Lugol</li> <li>• 1 mL de solución de sulfato de cobre (II) pentahidratado al 10% m/v</li> <li>• 1 mL de solución de hidróxido de sodio al 5% m/v</li> <li>• 1 mL de solución de hidróxido de sodio al 25% m/v</li> <li>• 5 mL de alcohol etílico</li> <li>• 50 mL de aceite comestible</li> <li>• 1 mL de jabón líquido</li> </ul>

## PROCEDIMIENTO

### A. Identificación de carbohidratos

1. En un beaker de 400 mL vierte agua potable hasta la mitad; luego colócalo sobre un trípode con malla de asbesto y caliéntalo utilizando un mechero Bunsen o de alcohol. Esto te servirá para realizar el baño de maría.
2. Utilizando viñetas, rotula tres tubos de ensayo como “azúcar de mesa”, “miel” y “jugo de naranja”.
3. Agrega a cada tubo 2 mL de reactivo de Benedict.
4. Agrega al primer tubo una pequeña cantidad de azúcar de mesa (aproximadamente 0.5 g), y a los otros tubos 5 gotas de miel de abeja y de jugo de naranja, respectivamente, de acuerdo a como has etiquetado los tubos.
5. Con precaución, coloca los tres tubos en el baño de agua hirviendo (baño de maría) por 5 minutos (Fig. 1).



Figura 1. Calentamiento de la solución contenida en los tubos de ensayo en baño de maría.

6. Observa cualquier cambio de color ocurrido en los tubos de ensayo, y anótalos en tu *Cuaderno de Laboratorio*.
7. Luego de transcurridos los 5 minutos apaga la llama del mechero y utilizando una pinza

para tubo de ensayo, saca los tubos del baño de maría y colócalos en una gradilla.

8. Despues de un corto tiempo de enfriamiento observa si se ha formado un precipitado, y de qué color es. Anota las observaciones en tu *Cuaderno de Laboratorio*.
9. Corta una papa por la mitad y échale unas gotas de solución de lugol a cada mitad en donde has realizado el corte (Fig. 2).



Figura 2. Solución de lugol sobre rebanadas de papa.

10. Déjalas en reposo por unos 10 minutos, y luego observa lo que ha ocurrido. La aparición de una coloración azul indica la presencia de almidón (Fig. 3).

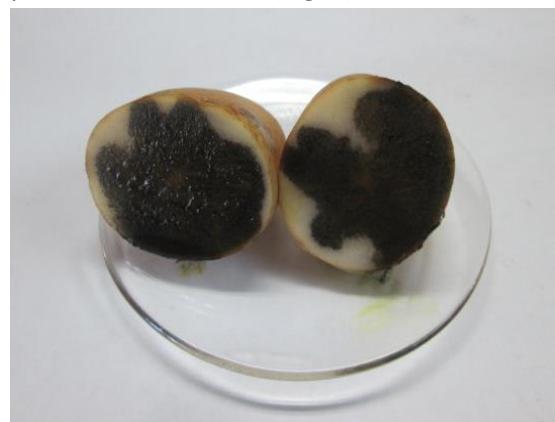


Figura 3. Coloración que indica la presencia de almidón en la papa.

### B. Identificación de proteínas

1. Coloca 5 tubos de ensayo en una gradilla, y numéralos del 1 al 5 utilizando viñetas.

2. Agrega a cada tubo de ensayo 2 mL de solución proteica de clara de huevo.
3. En el tubo 1, añade 5 gotas de solución de sulfato de cobre (II) pentahidratado al 10% m/v, y agítalo. Luego agrégale 1 mL de solución de NaOH al 5% m/v.
4. Coloca el tubo en una gradilla y déjalo en reposo de 3 a 5 minutos. Observa el aparecimiento de una coloración violeta. A esta prueba se le conoce como *reacción de Biuret*.
5. Pon a calentar el tubo 2 en baño de agua hirviendo (baño de maría) por 5 minutos. Luego, con precaución y con la ayuda de una pinza para tubo, remueve el tubo y observa lo que ha ocurrido; anótalo en tu *Cuaderno de Laboratorio*.
6. Al tubo 3, agrégale 5 mL de alcohol etílico (etanol). Agítalo y observa si ha ocurrido algún cambio.
7. Al tubo 4, agrégale 1 mL de jugo de limón. Agítalo y observa si ha ocurrido algún cambio.
8. Al tubo 5, agrégale 1 mL de solución de hidróxido de sodio al 25% m/v; debes hacerlo con precaución y utilizando guantes, mascarilla y gafas de seguridad. Agítalo y observa si ha ocurrido algún cambio.

### C. Identificación de lípidos

1. En un beaker de 250 mL coloca 100 mL de agua potable.
2. Agrega 50 mL de aceite sobre el agua. Agita vigorosamente el contenido del beaker con la ayuda de una varilla agitadora (Fig. 4).

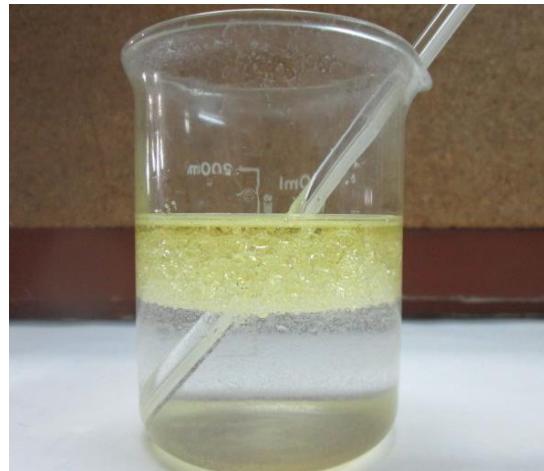


Figura 4. Mezcla de aceite y agua luego de agitarlo.

3. Deja en reposo el contenido del beaker y observa cómo el aceite se separa del agua, y queda flotando en la superficie.
4. Agrega ahora unas diez gotas de jabón líquido al contenido del beaker, y agita de nuevo vigorosamente.
5. Deja en reposo el contenido del beaker durante un tiempo, y observa que el aceite y el agua ya no están del todo separados, sino que se mantienen mezclados. El aceite se ha dispersado en gotitas, y han permitido que el agua se disperse a través de ellas gracias a la acción emulsionante del jabón (Fig. 5).



Figura 5. Acción emulsificante del jabón sobre el aceite.

## PREPARACIÓN PREVIA DE REACTIVOS

### a. Reactivo de Benedict

Pesar 10 g de carbonato de sodio anhidro,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , y disolverlo en 20 mL de agua destilada. Pesar 17.3 g citrato de sodio y disolverlo en 20 mL de agua destilada. Pesar 1.73 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  y disolverlo en 30 mL de agua destilada. Finalmente, verter las tres soluciones en un balón volumétrico de 100 mL, aforar hasta la marca con agua destilada y agitar bien la solución.

### b. Solución de Lugol

Con precaución y utilizando guantes, mascarilla y gafas de seguridad, pesa 2 g de yodo resublimado y 4 gramos de yoduro de potasio. Coloca ambos reactivos en un beaker de 100 mL y agrega aproximadamente 50 mL de agua destilada; mezcla bien hasta que se disuelvan ambos reactivos. Vierte la mezcla en un balón volumétrico de 100 mL, afora hasta la marca con agua destilada, y agita bien la solución. Almacena la solución en un frasco de vidrio oscuro, debidamente rotulado.

### c. Solución proteica de clara de huevo

Vierte la clara de un huevo en un beaker de 250 mL. Agrega unos 100 mL de agua destilada, y mezcla bien con la ayuda de una varilla agitadora.

### d. Solución de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al 10% m/v

En un beaker de 100 mL, pesa 10 g de sulfato de cobre (II) pentahidratado,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , y agrega unos 50 mL de agua destilada; para disolverlo agítalo con una varilla. Luego vierte la solución en un balón volumétrico de 100 mL, afora hasta la marca con agua destilada, y agita bien para que se homogenice la solución.

### e. Solución de NaOH al 5% m/v

En un beaker de 100 mL, pesa 5 g de hidróxido de sodio,  $\text{NaOH}$ , y agrega unos 50 mL de agua destilada; para disolverlo agítalo con una varilla. Luego vierte la solución en un balón volumétrico de 100 mL, afora hasta la marca con agua

destilada, y agita bien para que se homogenice la solución.

### f. Solución de NaOH al 25% m/v

En un beaker de 100 mL, pesa 25 g de hidróxido de sodio,  $\text{NaOH}$ , y agrega unos 75 mL de agua destilada; para disolverlo agítalo con una varilla. Luego vierte la solución en un balón volumétrico de 100 mL, afora hasta la marca con agua destilada, y agita bien para que se homogenice la solución.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Las células que constituyen a los organismos vivos poseen moléculas de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, las cuales comúnmente se conocen como *biomoléculas* o *macromoléculas*. Todas ellas se encuentran como polímeros, sintetizados a partir de bloques estructurales sencillos denominados *monómeros*. A su vez, las macromoléculas pueden ser degradadas en sus monómeros constituyentes a través de reacciones de hidrólisis.

En esta práctica de laboratorio estudiamos solamente carbohidratos, lípidos y proteínas, de los cuales se detalla un poco más a continuación.

### Carbohidratos

Los *carbohidratos*, también llamados *hidratos de carbono* o *glúcidos*, son compuestos orgánicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, con un porcentaje de cerca de dos átomos de oxígeno por cada átomo de carbono.

Los carbohidratos simples reciben el nombre de *monosacáridos*, los cuales están formados por una cadena de 3 a 8 átomos de carbono; uno de ellos contiene un grupo *carbonilo*, y el resto se unen a grupos *hidroxilo*. Existen 2 tipos de estructuras en los monosacáridos: la *aldosa*, en la que el grupo carbonilo está en el primer carbono en forma de aldehído ( $-\text{CHO}$ ); y la *cetosa*, que tiene el grupo carbonilo en el segundo carbono en forma de cetona

( $-C=O$ ). Ejemplos comunes de estos son los isómeros D- *glucosa* y D- *fructosa* (Fig. 6).

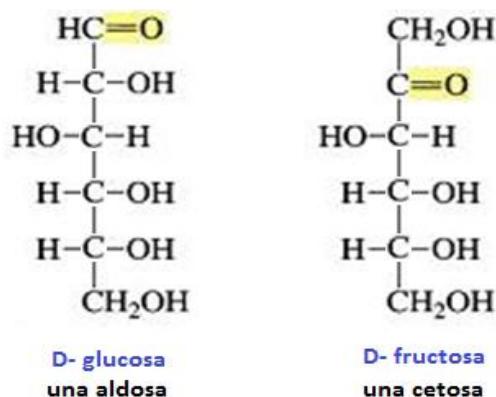


Figura 6. Configuración de Fischer de la D- glucosa y D- fructosa.

Un monosacárido con 3 átomos de carbono se denomina *triosa*, uno con 4 átomos de carbono es una *tetrosa*, una *pentosa* tiene 5 carbonos, y una *hexosa* tiene 6 carbonos. Se pueden usar ambos tipos de clasificación, indicando el tipo de grupo carbonilo y el número de átomos de carbono; así, una *aldopentosa* es una cetosa con 5 átomos de carbono, y una *cetohexosa* es una cetosa que posee 6 carbonos.

Por convención, los monosacáridos se representan mediante una *proyección de Fischer*, en la cual la cadena carbonada se escribe de manera vertical, con el grupo carbonilo (el carbono más oxidado) en la parte superior, en el caso de las aldosas, o tan cerca de la parte superior como sea posible, en el caso de las cetosas. Si el grupo  $-OH$  unido al centro asimétrico más al fondo (el C que es segundo desde el fondo) está a la derecha, el compuesto es una **D- azúcar**. Si el grupo  $-OH$  está a la izquierda, el compuesto es una **L-azúcar**. El átomo de carbono del grupo  $-CH_2OH$  en la parte inferior de la proyección de Fischer no es asimétrico, ya que no está unido a 4 sustituyentes diferentes. La Figura 7 muestra las proyecciones de Fischer para los isómeros D y L de la glucosa, un monosacárido de 6 carbonos. Es importante entender que todos los grupos  $-OH$  de los átomos de carbono asimétricos en ambos isómeros están en lados opuestos.

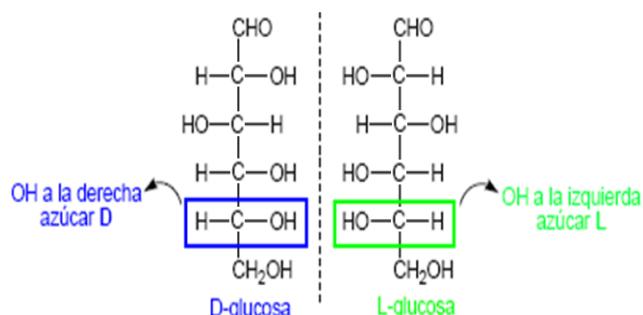


Figura 7. Configuración de Fischer de la D- glucosa y L- glucosa.

Casi todos los monosacáridos que se encuentran en la naturaleza son D- azúcares.

Un grupo carbonilo es capaz de reaccionar con un alcohol mediante una reacción de *adición nucleofílica*, dando lugar a la formación de un *hemiacetal*. Un monosacárido como la D- glucosa tiene un grupo aldehído y varios grupos alcohol, por lo que puede formar un hemiacetal interno, formando un anillo, que se conoce como *estructura de Haworth*. El grupo alcohol enlazado al C5 de D- glucosa reacciona con el grupo aldehído. Para ver que el C5 está en la posición adecuada para atacar el grupo aldehído, se necesita convertir la proyección Fischer de D-glucosa a una estructura de anillo plano. Para hacer esto, se dibuja el grupo *alcohol primario arriba de la esquina izquierda trasera*. Los grupos a la *derecha* en la proyección Fischer están *abajo* en la estructura cíclica, mientras que los grupos a la *izquierda* en la proyección Fischer están *arriba* en la estructura cíclica. Existen dos formas cíclicas diferentes debido a que el carbono del carbonilo aldehídico de cadena abierta se convierte en un nuevo centro asimétrico en el hemiacetal cíclico. Si el grupo  $-OH$  unido al nuevo centro asimétrico está *arriba*, el hemiacetal es  $\beta$ -D- *glucosa*; si el grupo  $-OH$  está *abajo*, el hemiacetal es  $\alpha$ -D- *glucosa* (Fig. 8).

La D- glucosa existe en tres formas diferentes: la de cadena abierta, y dos formas cíclicas:  $\alpha$ -D- *glucosa* y  $\beta$ -D- *glucosa*. Sin embargo, un anillo de seis miembros, tal como el de la D- glucosa, no es plano, como se visualiza en la estructura de Haworth, si no que existe preferentemente en una *conformación de silla*, lo que le confiere mayor estabilidad (Fig. 9).

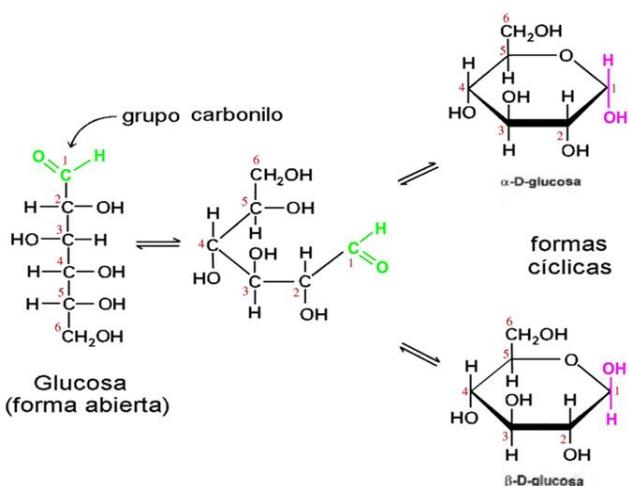


Figura 8. Estructuras de Haworth de la  $\alpha$ -D-glucosa y  $\beta$ -D-glucosa.

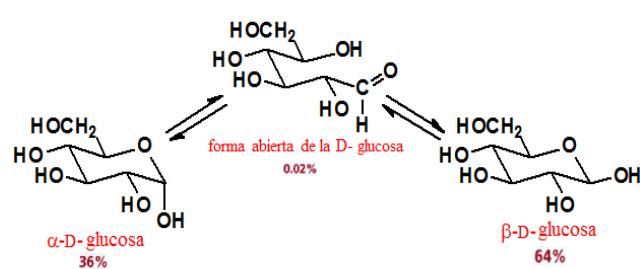


Figura 9. Forma abierta y conformaciones de silla de la  $\alpha$ -D-glucosa y  $\beta$ -D-glucosa, con sus porcentajes de abundancia.

Dos moléculas de monosacáridos pueden unirse para formar un *disacárido*; cuando la glucosa y la fructosa se combinan en una reacción de condensación, se forma una molécula de *sacarosa* (Fig. 10). La sacarosa es el azúcar más común.

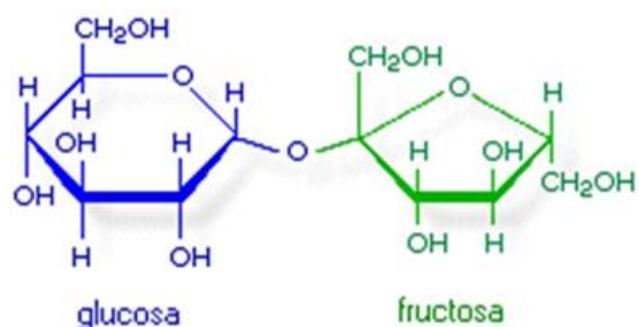


Figura 10. Estructura de la sacarosa.

Las moléculas más grandes de carbohidratos son los *polisacáridos*, polímeros compuestos de muchas unidades de monosacáridos. El *almidón*, la *celulosa* y el *glucógeno* son ejemplos de polisacáridos. Los almidones son cadenas muy ramificadas de unidades de glucosa, que funguen como almacenamiento de

alimento en los vegetales; los animales almacenan alimento en forma de glucógeno, un polímero de la glucosa similar al almidón, pero mucho más ramificado.

Al ser ingeridos, los carbohidratos se convierten en glucosa en el cuerpo, y es llevada a través del torrente sanguíneo a los tejidos y órganos para la obtención de energía. El exceso de glucosa se almacena como glucógeno en el hígado y los músculos para su uso posterior.

## Proteínas

Una proteína es un polímero compuesto por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y, en algunas ocasiones, azufre. Las unidades básicas de las proteínas se llaman *aminoácidos*. Las proteínas, que pueden tomar una gran variedad de formas y tamaños, están constituidas por veinte aminoácidos comunes. De hecho, las proteínas varían en estructura más que cualquier otro tipo de moléculas orgánicas, teniendo múltiples funciones biológicas: estructural, energética, transporte, enzimática, hormonal, regulación del pH, entre otras.

Los aminoácidos son moléculas mixtas, ya que tienen dos grupos funcionales: amino ( $-\text{NH}_2$ ) y ácido carboxílico ( $-\text{COOH}$ ). Las proteínas tienen diferentes propiedades según la cadena lateral ( $R$ ) unida al carbono  $\alpha$  (Fig. 11).

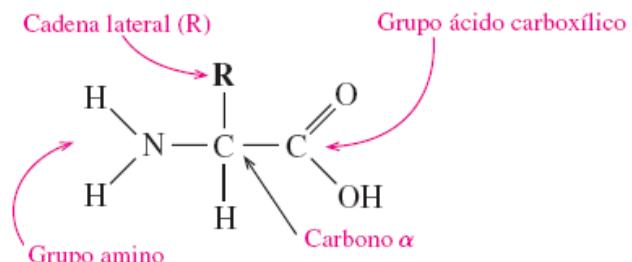


Figura 11. Estructura general de un aminoácido.

Los aminoácidos tienen que unirse entre sí con un enlace llamado *peptídico*, formando una cadena denominada *polipeptídica* (Fig. 12).

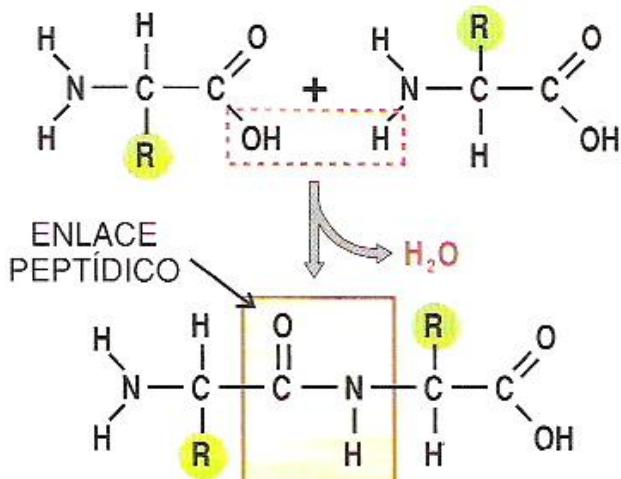


Figura 12. Enlace peptídico entre dos aminoácidos.

Las plantas tienen la capacidad de sintetizar los aminoácidos a partir de sustancias químicas inorgánicas simples. Los animales, que no tienen esta habilidad, obtienen todos los aminoácidos necesarios para desarrollar su proteína del consumo de plantas o de otros animales. Dado que los seres humanos consumen animales que inicialmente obtuvieron su proteína de las plantas, todos los aminoácidos en las dietas humanas se originan de esta fuente, directa o indirectamente. Los animales tienen distinta capacidad para convertir un aminoácido en otro; en el ser humano esta capacidad es limitada. La conversión ocurre principalmente en el hígado. Durante la digestión, las proteínas se dividen en aminoácidos, en la misma forma en que los carbohidratos más complejos, como los almidones, se dividen en monosacáridos simples, y las grasas se dividen en ácidos grasos. En el estómago y en el intestino, diversas enzimas hidrolizan la proteína liberando aminoácidos.

La proteína es un componente esencial de todas las células, tejidos y órganos del cuerpo. Las proteínas presentes en el ser humano sólo contienen 20 aminoácidos distintos. De esos 20 aminoácidos, el cuerpo sólo tiene la capacidad de sintetizar 10. Los 10 aminoácidos restantes son los denominados *aminoácidos esenciales*, que deben obtenerse de las proteínas ingeridas en la dieta. Las *proteínas completas* contienen todos los aminoácidos esenciales y se encuentran en la mayoría de los alimentos de origen animal, como los huevos, la

leche, la carne, el pescado y las aves. Sin embargo, la gelatina y las proteínas de origen vegetal, como los cereales y las nueces, son *proteínas incompletas*, ya que carecen de uno o varios aminoácidos esenciales. Por tanto, las dietas basadas en alimentos de origen vegetal deben incluir una variedad adecuada de proteínas, para que quien las consuma obtenga todos los aminoácidos esenciales.

### Lípidos

Los lípidos son compuestos orgánicos que tienen una gran proporción de uniones de C-H, y menos oxígeno que los carbohidratos. Los lípidos más comunes son los *ácidos grasos*, que son moléculas formadas por cadenas de carbono que poseen un grupo carboxilo (-COOH) como grupo funcional (Fig. 13).

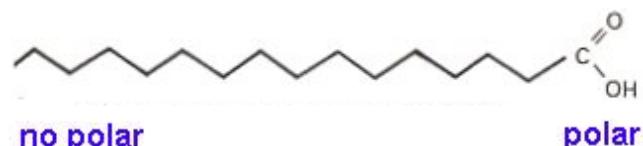


Figura 13. Estructura de un ácido graso. En los ángulos se encuentra el grupo  $-\text{CH}_2-$ , y en el extremo izquierdo el grupo  $-\text{CH}_3$ .

El número de carbonos habitualmente es de número par. Los tipos de ácidos grasos más abundantes en la naturaleza están formados por cadenas de 16 a 22 átomos de carbono. La parte que contiene el grupo carboxilo manifiesta carga negativa en contacto con el agua, por lo que presenta carácter ácido; el resto de la molécula no presenta polaridad (es apolar), por consiguiente es una estructura hidrofóbica (repelente al agua). Como la cadena apolar es mucho más grande que la parte polar, la molécula no se disuelve en agua.

Las células utilizan lípidos para almacenar energía a largo plazo, como aislantes y cubiertas protectoras. De hecho, los lípidos son los principales componentes de las membranas que rodean todas las células vivientes. El tipo más común de lípido consiste en tres ácidos grasos unidos a una molécula de glicerol, por lo que reciben el nombre de *triacilgliceroles*, *triacilglicéridos*, o simplemente *triglicéridos* (Fig. 14).

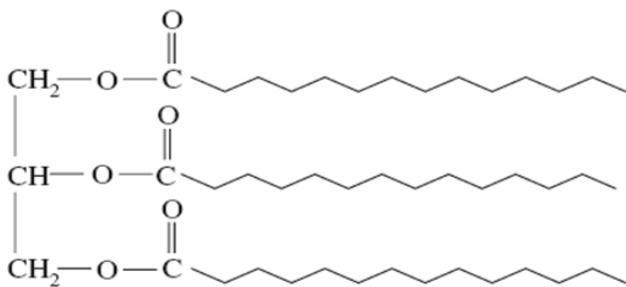


Figura 14. Estructura de un triacilglicérido.

Los lípidos son necesarios para la absorción de las vitaminas liposolubles, el mantenimiento de las membranas celulares y para proporcionar sabor, consistencia y estabilidad a la alimentación.

Es muy importante incluir una cantidad adecuada de los macronutrientes para una dieta saludable. Sin embargo, no son la única fuente nutricional. Una dieta bien equilibrada debe incorporar también una variedad de micronutrientes, tales como vitaminas y minerales. Los micronutrientes ayudan a satisfacer las necesidades nutricionales y a prevenir enfermedades crónicas.

### POSIBLES OBSERVACIONES

- En la identificación de carbohidratos se pueden utilizar otros materiales o alimentos además de los mencionados en el procedimiento; en la primera parte, que es la identificación de azúcares, se pueden utilizar jugos de frutas tropicales, ya sean artificiales o naturales, cualquier tipo de miel, entre otros alimentos de sabor dulce. Para la segunda parte, que es la identificación de almidón, además de papa, se puede utilizar yuca, jícama, o cualquier alimento que contenga almidón.
- Para la identificación de proteínas se recomienda utilizar una solución de *ovoalbúmina*. Esta proteína se encuentra en mayor proporción en la clara del huevo; por ello se recomienda utilizar solo la clara y descartar la yema; además, de esta manera se evita la interferencia de los lípidos o grasas presentes en la yema.

### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### A. Identificación de carbohidratos

Algunos azúcares tienen un grupo carbonilo libre y son llamados *azúcares reductores*, ya que tienen la propiedad de oxidarse en presencia de agentes oxidantes suaves como el ion Cu<sup>+2</sup>; mientras que aquellos azúcares en los que el grupo carbonilo se encuentra formando enlace glicosídico se conocen como *azúcares no reductores*, debido a que no se oxidan en presencia de agentes oxidantes suaves. La prueba de Benedict se basa precisamente en la reacción o no de un azúcar con el ion Cu<sup>+2</sup>. El reactivo de Benedict contiene soluciones de carbonato de sodio, sulfato de cobre, y citrato de sodio. El Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> confiere a la solución un pH alcalino necesario para que la reacción pueda llevarse a cabo; el citrato de sodio mantiene al ion Cu<sup>+2</sup> en solución, ya que tiene la propiedad de formar complejos coloreados poco ionizados con algunos de los metales; con el cobre produce un complejo de color azul. Si se le agrega al reactivo una solución de azúcar reductor y se calienta hasta ebullición, el azúcar en solución alcalina a elevadas temperaturas reaccionará con el Cu<sup>+2</sup>, obteniéndose un azúcar oxidado (la glucosa se oxida a ácido glucónico) y dos iones Cu<sup>+</sup>. Posteriormente el Cu<sup>+</sup> producido forma el óxido cuproso, Cu<sub>2</sub>O, un compuesto insoluble. La aparición de un precipitado amarillo, anaranjado o rojo ladrillo, evidencia la presencia de un azúcar reductor (Fig. 15).

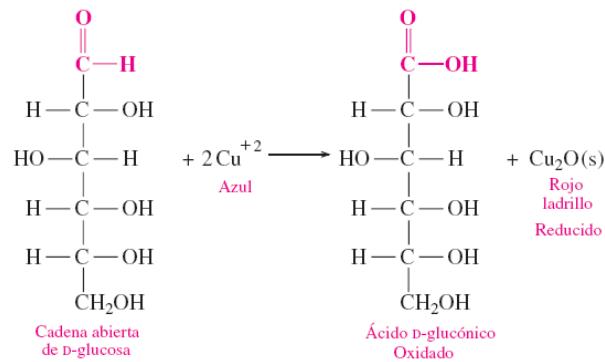


Figura 15. Reacción de oxidación de D- glucosa con el reactivo de Benedict, el cual contiene iones Cu<sup>+2</sup> en solución.

La prueba del lugol es una prueba sencilla que se utiliza para determinar la presencia de almidón en algunos alimentos. La prueba se basa en una reacción física (y no química), en la cual el almidón reacciona con el yodo para formar un complejo de color azul intenso. La amilosa, el componente de cadena lineal del almidón, forma hélices donde se juntan las moléculas de yodo, formando un color azul oscuro (Fig. 16). La amilopectina, el componente del almidón de cadena ramificada, forma hélices mucho más cortas, por lo que las moléculas de yodo son incapaces de juntarse.

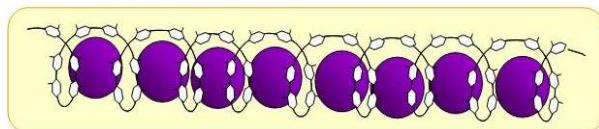


Figura 16. Formación del complejo coloreado de amilosa con yodo.

### B. Identificación de proteínas

La presencia de proteínas se puede determinar mediante la *reacción del Biuret*. El reactivo de Biuret contiene  $\text{CuSO}_4$  en solución acuosa alcalina de  $\text{NaOH}$ . La reacción se basa en la formación de un compuesto de color violeta, debido a la formación de un complejo entre los iones  $\text{Cu}^{+2}$  y los pares de electrones no compartidos del nitrógeno que forma parte de los enlaces peptídicos de la proteína (Fig. 17). Esta reacción da positiva todos los compuestos que tengan dos o más enlaces peptídicos consecutivos.

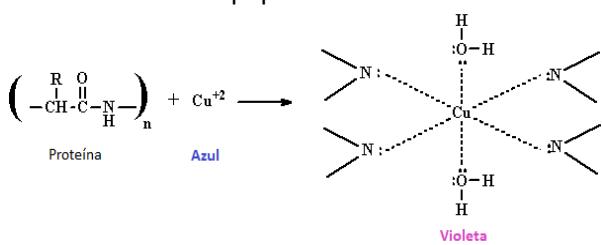


Figura 17. Reacción de Biuret de una proteína.

Debido al gran tamaño de sus moléculas, las proteínas forman con el agua soluciones coloidales. Estas soluciones pueden precipitar formando coágulos al ser calentadas por encima de los 70 °C, o al ser tratadas con soluciones de ácidos y bases fuertes, y por la acción de

solvientes orgánicos. La coagulación de proteínas es un proceso irreversible conocido como *desnaturalización de proteínas*, y se debe a la destrucción de la estructura cuaternaria, terciaria y secundaria de la proteína, quedando intacta solo la estructura primaria, es decir, solo la secuencia de aminoácidos (Fig. 18).

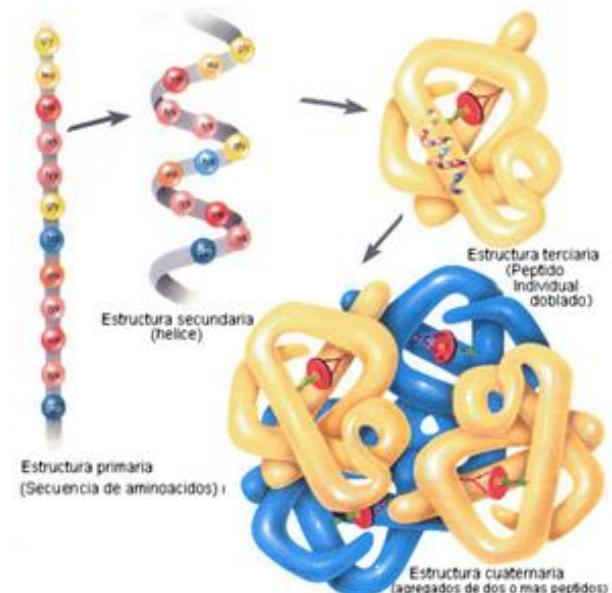


Figura 18. Estructuras de una proteína.

### C. Identificación de lípidos

El aceite, que es un lípido, no se mezcla con el agua, debido a su diferente tipo de enlace: el aceite es covalente no polar, mientras que el agua es covalente polar. Los líquidos que no se mezclan, como el aceite y el agua, son llamados *inmiscibles*. Sin embargo, es posible establecer una *emulsión*, que es una mezcla estable de dos líquidos inmiscibles. Al hacer una emulsión se rompe un líquido en gotitas diminutas que pasan a estar suspendidas uniformemente por todo el otro líquido. En algunos casos, se puede utilizar un emulsionante para ayudar con este proceso. Las cremas para las manos y la mayonesa son ejemplos conocidos de emulsiones. En esta práctica se realiza la emulsión con jabón líquido, logrando que las gotitas de aceite se dispersen en el agua, gracias a que el jabón rodea las gotitas de aceite (Fig. 19).

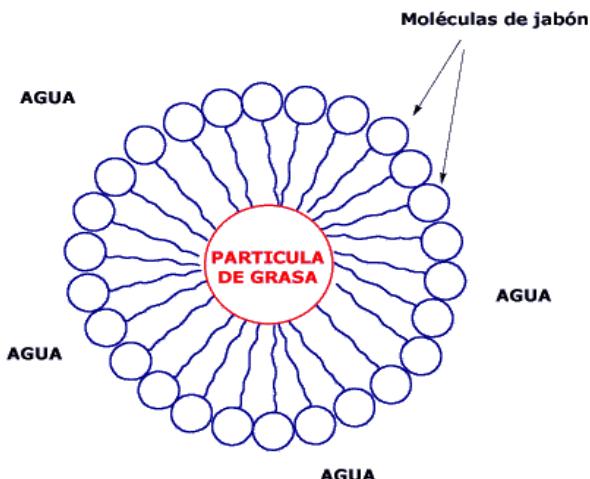


Figura 19. Emulsión de una gota de aceite.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Química. Lección 10: COMPUESTOS ORGÁNICOS. Pág. 118 – 140. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Timberlake, K. (2013). *Química General, Orgánica y Biológica. Estructuras de la Vida.* (4<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

Morrison, R. y Boyd, R. (1998). *Química Orgánica* (5<sup>a</sup> Edición). México: Pearson / Addison Wesley.

[www.javeriana.edu.co](http://goo.gl/3pbqha) Macromoléculas. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/3pbqha>

[www.fao.org](http://goo.gl/2sqkE3). Macronutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/2sqkE3>

#### OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

El mundo de los genes.

# **PRÁCTICAS DE FÍSICA**

# APRENDAMOS A MEDIR



## INTRODUCCIÓN

En las ciencias naturales nos referimos solamente a las magnitudes o variables que se pueden medir o cuantificar, a diferencia de otras ciencias que manejan magnitudes no cuantificables. Para que las variables puedan medirse deben definirse operativamente, es decir, deben tener asociada una técnica de medición y una unidad para expresar su valor. No debe olvidarse que las mediciones que se harán en el laboratorio tendrán asociada una incertezza que proviene de la lectura de la escala del instrumento de medición, la cual podrá obtenerse de diferentes maneras, según corresponda el tipo de medición. Si el instrumento provee una forma de fijar el cero, como ocurre con el vernier, la incertezza en la lectura será la mitad de la división más pequeña de la escala; pero si no es posible ajustar el cero, como ocurre con una regla, su incertezza será igual al valor de su división más pequeña.

A continuación trabajaremos en la medición de algunas magnitudes físicas; algunas pueden medirse de forma directa, mientras que otras las mediremos de forma indirecta. Los datos que obtengas los registrarás en las tablas que aparecen en cada procedimiento, y luego los podrás transcribir a tu *Cuaderno de Laboratorio*, donde podrás incluir todos los datos si has realizado la misma medición con varios tipos de muestra, para desarrollar destrezas en el manejo de instrumentos de medición.

## INDICADORES DE LOGRO

- Experimenta y describe correctamente las propiedades físicas cuantificables de la materia.
- Identifica y explica con claridad el concepto de magnitud física, medición, medida y unidad de medida.
- Identifica, explica y maneja correctamente y con seguridad algunos instrumentos de medida: regla, pie de rey, micrómetro, balanza, pipeta, probeta, termómetro, entre otros.

## OBJETIVOS

- Realizar mediciones de magnitudes físicas de forma directa e indirecta, utilizando correctamente los instrumentos de medición correspondientes.
- Expresar de forma correcta las propiedades y magnitudes físicas cuantificables de la materia, haciendo uso apropiado de las cifras significativas y la incertezza asociada a una medición.

Equipo	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza de tres brazos</li> <li>• Balanza digital</li> <li>• Vernier</li> <li>• Micrómetro</li> <li>• Termómetro</li> <li>• Dinamómetro</li> <li>• Multímetro</li> <li>• Calculadora científica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regla</li> <li>• Ficha</li> <li>• Hielo</li> <li>• Vidrio de reloj</li> <li>• Probeta</li> <li>• Pipetas</li> <li>• Propipeta</li> <li>• Beaker de 250 mL</li> <li>• Trozos de metal</li> <li>• Monedas de diferentes denominaciones</li> </ul>

## PROCEDIMIENTO

### I. MEDICIONES DIRECTAS

#### A. Longitud

##### a. Longitud de objetos planos

- Utilizando una regla, mide el ancho y el largo de una ficha de apuntes (Fig. 1).



Figura 1. Medición de una ficha usando regla.

- Registra las mediciones en la Tabla 1, con su respectivo valor de incertezza.

Tabla 1. Medidas de una ficha de apuntes.

Ancho (cm)	Largo (cm)

¡Intenta medir el grosor de la ficha!

##### b. Longitud de objetos pequeños

Para medir longitudes asociadas a objetos pequeños utilizaremos el Vernier (Pie de Rey) y el Micrómetro.

Para aprender a usar el Vernier puedes determinar el diámetro de un anillo, una tuerca, una arandela u otro objeto similar, procediendo de la siguiente manera:

- Coloca el objeto (por ejemplo, la arandela) entre las pinzas para medir el diámetro interno, y luego entre los topes para medir el diámetro externo (Fig. 2).



Figura 2. Medición del diámetro interno y externo de una arandela utilizando el Vernier.

- La parte entera se lee a la izquierda del cero del nonio o reglilla móvil y sobre la escala fija.

En el ejemplo de la Figura 3 se debe leer:

Parte entera: **2.40 cm ó 24.0 mm**

- La parte decimal se halla observando cuál división del nonio coincide en mayor forma con una de las divisiones de la escala fija. En el ejemplo de la Figura 3 se debe leer:

Parte decimal: **0.07 cm ó 0.70 mm**

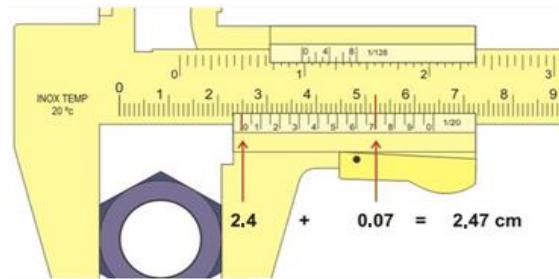


Figura 3. Lectura de una medida utilizando el Vernier.

- La longitud total medida será el resultado de sumar la parte entera y la parte decimal. En el ejemplo de la Figura 3 será:

Longitud: **2.47 cm ó 24.7 mm.**

Realiza tus propias mediciones y repórtalas con sus respectivas incertezas.

Tabla 2. Longitud de objetos pequeños utilizando Vernier.

Diámetro	Parte entera (mm)	Parte decimal (mm)	Total (mm)
Interno			
Externo			

Para realizar lecturas con el micrómetro, mediremos el espesor de monedas de diferentes denominaciones (pueden ser de uno, cinco, diez y veinticinco centavos); procederemos así:

- Abre el micrómetro, es decir, separa los topes, en una amplitud ligeramente mayor que la dimensión de la pieza a medir, procurando sostener el micrómetro con la mano izquierda y girar el tornillo de fricción con la mano derecha, como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Forma correcta de utilizar el micrómetro.

2. Sitúa la moneda entre los topes, y luego gira el tornillo de fricción suavemente hasta que los topes se apoyen contra la moneda (se escuchará un clic cuando la moneda esté convenientemente ajustada entre los topes, Fig. 5).



Figura 5. Colocación de la moneda en el micrómetro.

3. Primero se lee la escala principal, la cual está graduada cada 0.5 mm, y después se lee la escala graduada cada 0.01mm que está en el tambor (Fig. 6).

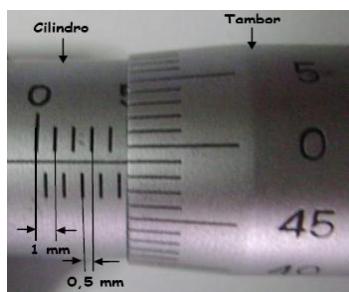


Figura 6. Lectura en el micrómetro.

Para el ejemplo de la Figura 6 será:

**Lectura sobre el cilindro: 4.50 mm.**

**Lectura del tambor que coincide con el cilindro: 0.49 mm.**

4. Finalmente se suman ambas lecturas y se obtiene la lectura total.

Para el ejemplo de la Figura 6 será:

$$\text{Lectura total} = 4.50 \text{ mm} + 0.49 \text{ mm} = 4.990 \pm 0.005 \text{ mm}$$

Realiza tus propias mediciones y anótalas en la Tabla 3, con sus respectivas incertezas.

**Tabla 3. Longitud de objetos pequeños utilizando micrómetro.**

Moneda	Lectura del cilindro (mm)	Lectura del tambor (mm)	Total (mm)
1 centavo			
5 centavos			
10 centavos			
25 centavos			

¡Intenta ahora medir el grosor de la ficha utilizando el micrómetro!

## B. Masa

### a. Balanza de tres brazos

1. Antes de pesar cerciórate que la balanza esté equilibrada en el fiel, con todas las pesas en el cero de la escala de los brazos; si no lo está, ajústala con el tornillo que está en el lado izquierdo de la balanza, debajo del platillo (Fig. 7).



Figura 7. Balanza de tres brazos.

2. Coloca sobre el platillo de la balanza el porta muestra (vidrio de reloj). El nivel se desplazará por encima del fiel.
3. Mueve la pesa de 1 g hacia la derecha, con el fin de hacer coincidir de nuevo al fiel; si no se logra hacer con la pesa de 1 g, regresala hasta cero y mueve la pesa de 10 g, una muesca a la vez, hasta que el indicador caiga por debajo del fiel, luego hazla retroceder una muesca haciendo que el indicador suba; ahora desliza

- la pesa de 1 g hasta la posición que haga descansar el indicador en el fiel.
- La masa del porta muestra es la suma de los valores de todas las posiciones de las pesas leídas directamente en los brazos graduados. Registra este dato como “masa del porta muestra”.
  - Coloca una muestra metálica sobre el porta muestra, y sigue el procedimiento del paso 3 hasta determinar el valor de su masa. Reporta este dato como “masa de la muestra más porta muestra”.
  - Para encontrar el valor de la masa de la muestra, simplemente restas la “masa del porta muestra” a la “masa de la muestra” ¡No olvides reportar la incerteza asociada a la medición!

**Tabla 4. Medición de masa utilizando balanza de tres brazos.**

Masa del porta muestra (g)	Masa de la muestra más porta muestra (g)	Masa de la muestra (g)

- Regresa todas las pesas a cero, y retira la muestra y el porta muestra del platillo de la balanza.

### b. Balanza digital

- Sigue las instrucciones para el correcto encendido de la balanza, y luego coloca el porta muestra (vidrio de reloj) sobre el platillo de la balanza; aparecerá el valor de su masa en la pantalla electrónica.
- Ahora debes “tarar la balanza”; para ello presiona el botón “Tara” o “Zero” (dependiendo del modelo). Observa que este procedimiento te permite poner en cero la lectura con el porta muestra; esto te da una ventaja, ya que no tendrás que restar posteriormente la masa del porta muestra.

- Coloca la muestra metálica sobre el porta muestra, y espera a que estabilice la lectura en la pantalla. Compara este dato con el obtenido en el otro tipo de balanza. ¡No olvides la incerteza!

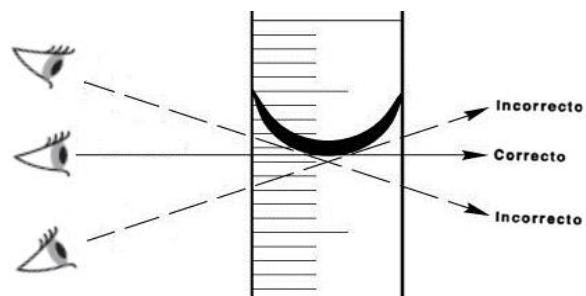
**Tabla 5. Medición de masa utilizando balanza digital.**

Masa de la muestra (g)	
------------------------	--

- Retira la muestra metálica; puedes seguir realizando mediciones si tienes varios tipos de muestra.

## C. Volumen de líquidos

Al medir un determinado volumen en cualquier material volumétrico hay que colocar los ojos a la misma altura que el nivel del líquido, alineando la vista con la base del menisco (Fig. 8); además, debemos asegurarnos que el recipiente esté horizontal.



*Figura 8. Forma correcta de tomar la lectura considerando la base del menisco.*

Para este procedimiento puedes utilizar agua, alcohol, vinagre, refrescos embotellados, o cualquier líquido no tóxico, procediendo de la siguiente manera:

- Utilizando una pipeta graduada o volumétrica de 5 o 10 mL, provista de una propipeta o una pera de succión (Fig. 9), mide el volumen exacto (5 o 10 mL) de agua o el líquido de tu elección.



*Figura 9. Pipetas volumétricas, una con propipeta y la otra con pera de succión.*

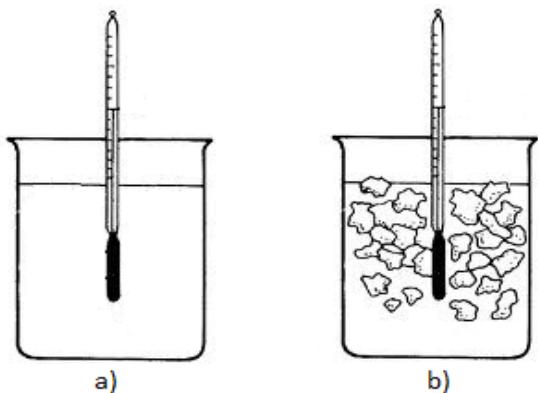
2. Vierte el contenido de la pipeta dentro de una probeta, y observa si coincide con el volumen medido en la probeta ¿Cuál valor crees que es más exacto? Saca tus conclusiones y discútelas con tu grupo y tu docente.

**Tabla 6. Medición de volumen de líquidos.**

Volumen en Pipeta (mL)	
Volumen en Probeta (mL)	

#### D. Temperatura

- Coloca un poco de agua al tiempo en un beaker de 250 mL; introduce el bulbo del termómetro dentro del agua (Fig. 10 a), y mide la temperatura en la escala correspondiente (espera a que deje de ascender el líquido dentro del termómetro para realizar la medición).
- En otro beaker de 250 mL, coloca un poco de hielo; introduce el bulbo del termómetro dentro de él, y mide la temperatura (Fig. 10 b).



*Figura 10. Medición de temperatura utilizando termómetro.*

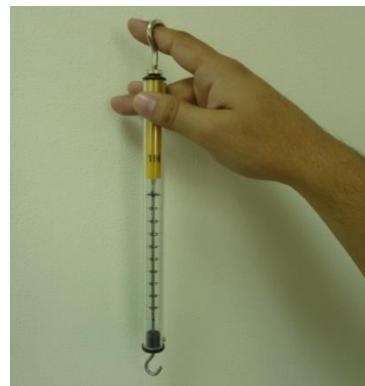
¡Nunca trates de bajar el líquido del termómetro agitándolo bruscamente, ya que es muy probable que lo sueltes y se termine quebrando! Además, esa técnica no funciona con los termómetros que se usan en el laboratorio.

**Tabla 7. Medición de la temperatura.**

Temperatura del agua (°C)	
Temperatura del hielo (°C)	

#### E. Fuerza

- Sostén el dinamómetro del gancho superior con tu mano (Fig. 11), o puedes colocarlo en un sitio fijo en donde quede bien el gancho.



*Figura 11. Medición del peso utilizando dinamómetro.*

- En el gancho inferior coloca diferentes muestras para determinar su peso. Por lo general, se utilizan pesas estándar para dinamómetro que vienen provistas de un gancho; sino cuentas con ellas, utiliza tu imaginación para elaborar una canasta con un gancho (por ejemplo, un recipiente plástico cortado por la mitad al cual le insertas un clic metálico), y dentro de ella coloca diferentes objetos para determinar su peso.
- Escribe los datos de las diferentes mediciones que realizaste. No olvides escribirlos con su incertezza.

**Tabla 8. Medición del peso utilizando dinamómetro.**

Peso de la muestra (N)	
------------------------	--

#### F. Corriente eléctrica

- Inserta los conductores rojo y negro en los conectores correspondientes del Multímetro. El conductor negro debe conectarse en el conector COM y el conductor rojo debe conectarse en el conector cuyo signo es + (positivo).
- Enciende el multímetro (presiona o haz girar el botón de encendido).

- Los multímetros suelen tener varias escalas de medida, y puedes configurarlo para distintas mediciones (voltaje, ohmios, microamperes, etc.). Colócalo en medición de voltaje en la escala mayor; si no se registra ninguna lectura, pasa a la siguiente escala, y así sucesivamente hasta lograr la lectura. Al medir un voltaje, siempre debe irse de la escala mayor a la menor, hasta que encontremos la escala apropiada para la medición, ya que un voltaje pequeño en una escala grande simplemente no se detecta, pero un voltaje grande en una escala pequeña dañaría al multímetro.
- Coloca la punta del conductor rojo (positivo) en el polo + de una pila (ánodo), y coloque la punta del conductor negro (negativo) en el extremo - (cátodo), y realiza la lectura del voltaje. Ver Figura 12.



Figura 12. Medición del voltaje utilizando el Multímetro.

**Tabla 9. Medición del voltaje de una pila alcalina utilizando el Multímetro.**

Voltaje (V)	
-------------	--

- Prueba qué pasa si inviertes los conductores.
- Puedes probar también colocando varias pilas en serie, y medir su voltaje.

**Tabla 10. Medición del voltaje de varias pilas colocadas en serie.**

Voltaje (V)	
-------------	--

## II. MEDICIONES INDIRECTAS

### A. Área

Con los datos de la Tabla 1 calcularemos el área de la ficha, utilizando la Ecuación 1:

$$A = \text{ancho} \times \text{largo} \quad \text{Ec. 1}$$

**Tabla 11. Área de la ficha.**

Área ( $\text{cm}^2$ )	
------------------------	--

### B. Peso

Como lo habrás notado, el peso puede calcularse directamente utilizando el dinamómetro; no debes confundir masa con peso, ya que son magnitudes diferentes; recuerda que para medir la masa se utiliza la balanza.

Con los datos de las tablas 4 y 5, calcularemos el peso de la muestra metálica, utilizando la Ecuación 2:

$$\text{Peso} = \text{masa} \times \text{gravedad} \quad \text{Ec. 2}$$

Asumiremos que la gravedad tiene un valor promedio de  $9.8 \text{ m/s}^2$ , y que  $1 \text{ N} = 1 \text{ kg.m/s}^2$ , por lo que, antes de multiplicar, tendremos que convertir la masa, que la teníamos en g, a unidades de kg ( $1\text{kg} = 1000 \text{ g}$ ).

**Tabla 12. Cálculo del peso de la muestra metálica.**

Masa en g	Masa en kg	Gravedad	Peso (N)
		$9.8 \text{ m/s}^2$	

### C. Volumen de sólidos irregulares

- En una probeta de 50 mL mide un volumen determinado de agua, por ejemplo 22 mL (Fig. 13 a). Este será nuestro volumen inicial ( $V_i$ ).
- Introduce en la probeta la muestra metálica cuyo volumen queremos determinar (la misma muestra que utilizaste para medir la masa), teniendo el cuidado de inclinar ligeramente la probeta, y dejar deslizar suavemente la muestra para que el agua no salpique y nos dé un error en la medición, o si la probeta es de vidrio, no corramos el riesgo de quebrarla (Fig. 14). El volumen del agua ascenderá hasta

ocupar un nuevo volumen (Fig. 13 b); este será nuestro volumen final ( $V_f$ ).

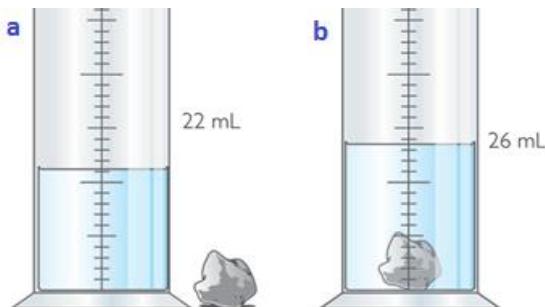


Figura 13. Medición del volumen de un sólido irregular por desplazamiento de un líquido.



Figura 14. Forma correcta de introducir la muestra metálica en la probeta.

3. La diferencia entre el volumen final menos el inicial ( $V_f - V_i$ ) corresponde al volumen del sólido sumergido; efectúa este cálculo, ya que utilizarás este dato para determinar la densidad de la muestra.
4. Ten en cuenta que en el caso de los sólidos, la unidad en la que se debe expresar el volumen es el metro cúbico ( $m^3$ ), o sus múltiplos y submúltiplos, siendo la más utilizada el  $cm^3$ ; realiza la conversión de unidades de la siguiente manera:

$$V_{muestra} = (V_2 - V_1) \times \frac{1\ cm^3}{1\ mL} \quad \text{Ec. 3}$$

Tabla 13. Cálculo del volumen de la muestra metálica.

Volumen inicial (mL)	Volumen final (mL)	Volumen de la muestra en mL	Volumen de la muestra en $cm^3$

## D. Densidad

### a. Densidad de líquidos

1. Pesa una probeta de 25 mL que esté limpia y seca. Sigue los procedimientos del uso de la balanza que ya aprendiste (de preferencia utiliza la balanza digital, si cuentas con una en tu Centro Escolar). Esta será la masa inicial ( $m_i$ ).
2. Utilizando una pipeta, mide 10 mL de muestra líquida (puedes usar agua o alcohol); sigue los procedimientos del uso de la pipeta que ya aprendiste, y transfiere la muestra a la probeta.
3. Realiza la medición de la masa de la probeta conteniendo los 10 mL de muestra líquida. Esta será la masa final ( $m_f$ ).
4. La diferencia entre la masa final menos la inicial ( $m_f - m_i$ ) corresponde a la masa de la muestra líquida.
5. Calcula la densidad del líquido, utilizando la fórmula:

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \quad \text{Ec. 4}$$

La masa que utilizarás es la calculada en el paso 4, y el volumen es de 10 mL.

Tabla 14. Cálculo de la densidad de la muestra líquida.

Masa inicial (g)	Masa final (g)	Masa de la muestra (g)	Volumen de la muestra (mL)	Densidad de la muestra (g/mL)

### b. Densidad de sólidos

Utilizando los datos de las tablas 4, 5 y 12, y la Ecuación 4, calcula la densidad de la muestra metálica que utilizaste.

Tabla 15. Cálculo de la densidad de la muestra metálica.

Masa de la muestra (de Tabla 4 ó 5)	Volumen de la muestra (de Tabla 12)	Densidad de la muestra (usando Ec. 4)

## FUNDAMENTO TEÓRICO

### I. MEDICIONES DIRECTAS

La *medición directa* se refiere al establecimiento de la magnitud de una variable, mediante la lectura de la escala de un instrumento graduado en unidades correspondientes a dicha variable.

#### A. Longitud

Una regla no sería útil para medir el diámetro de un cabello o el espesor de una hoja de papel, ya que para realizar estas mediciones es necesario recurrir a instrumentos con mayor resolución, tales como el *Vernier* (*Pie de rey*) o el *Micrómetro*. El Vernier consta de una estructura de soporte en forma de L, que cuenta con una regla graduada, llamada *escala principal*, sobre la cual se desliza una reglilla o nonio, de manera que las graduaciones de ambas escalas puedan observarse al mismo tiempo. Este cuenta con dos puntas o piezas metálicas (1 fija y 1 móvil) entre las que se coloca el objeto a medir, ya sea para mediciones internas o externas, además cuenta con una varilla para mediciones de profundidad (Fig. 15).

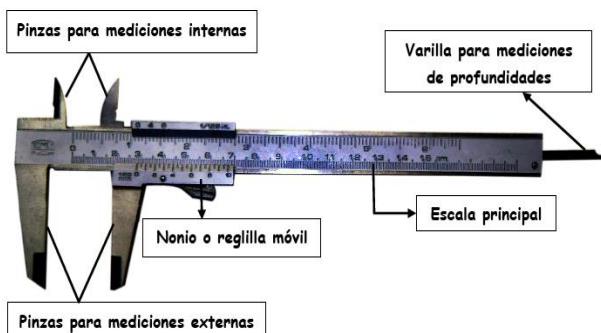


Figura 15. Vernier o Pie de rey.

Es indispensable asegurarse que cuando el Vernier está cerrado, marque 0.0 mm, de lo contrario deberemos anotar cuantas décimas de milímetro hay que agregar o quitar a cada medición (Fig. 16).

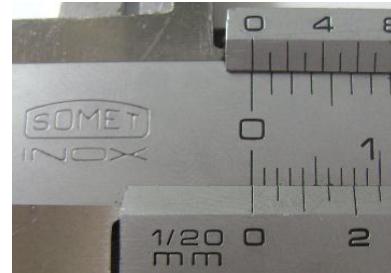


Figura 16. Ajuste del cero en el Vernier.

El *Micrómetro*, también llamado *tornillo micrométrico* está formado por un cuerpo en forma de herradura; en uno de sus extremos hay un tope o punta fija, en el otro extremo está el tornillo móvil en forma de tornillo cilíndrico, el cual está unido al cilindro o tambor giratorio; también posee una regla cilíndrica graduada o escala fija, y el tornillo de fricción o embrague, sobre el cual se actúa para realizar la medición (Fig. 17). Básicamente consiste en un tornillo fino que avanza 0.50 mm sobre la escala fija cada vez que el tornillo gire una vuelta completa; sin embargo, este dato no se debe confundir con la resolución del instrumento, pues el micrómetro tiene una mayor resolución que el vernier, la cual se encuentra escrita sobre el cuerpo en forma de herradura, y corresponde generalmente a 0.01 mm.

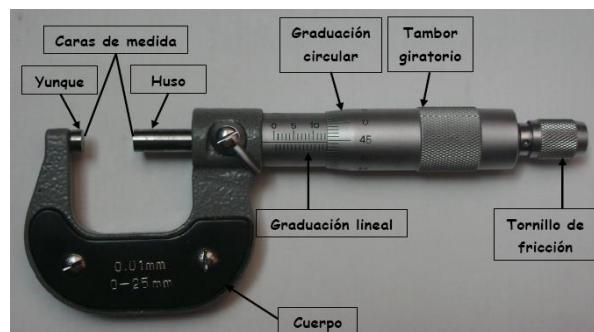


Figura 17. Micrómetro o tornillo micrométrico.

Es indispensable asegurarse que su tornillo lea 0.00 mm cuando esté cerrado. Si al cerrarlo el tornillo marca un cierto número de divisiones por debajo o por encima de cero, esto debe anotarse para sustraerlo o agregarlo a toda medida que se realice (Fig. 18).



Figura 18. Ajuste del cero para el micrómetro.

## B. Masa

Para determinar la masa de un objeto en el laboratorio se utilizan balanzas, las cuales existen de varios tipos, siendo las más comunes la *balanza de tres brazos* y la *balanza digital*.

La Balanza de tres brazos consta de un *Platillo*, que es una superficie plana en acero inoxidable donde se coloca la muestra a pesar; *tres brazos con diferentes pesos*: el primero enumerado de 0 a 10 gramos, con una pesa de 1 g, el segundo de 10 a 100 gramos, con una pesa de 10 g, y el tercero de 100 a 500 gramos, con una pesa de 100 g; un *fiel*, con el cual deben hacerse coincidir con el nivel de los brazos; y un *tornillo para balancear*, con el cual se ajusta el cero antes de realizar las mediciones (Fig. 7). Para su correcto funcionamiento, la balanza debe estar nivelada sobre una superficie rígida y plana. La limpieza es un factor muy importante, por lo cual no deben colocarse las sustancias directamente en el platillo de la balanza, sino sobre un porta muestras, por ejemplo, un vidrio de reloj.

Para realizar la lectura en la balanza de tres brazos, debe alinearse la visualización del fiel correctamente, tal como se hace en la medición de volúmenes.

Las balanzas digitales o electrónicas existen en una amplia variedad de marcas y modelos, ofreciendo diferentes especificaciones y precisión en la medida (Fig. 19); por lo que se recomienda leer las instrucciones generales del manual del equipo antes de utilizarla, para conocer las especificaciones técnicas, tales como el

suministro eléctrico que utilizan, la forma correcta de nivelarlas, las unidades de medida que registran y cómo cambiar de una unidad a otra, cada cuanto recomienda el fabricante que se debe calibrar, y qué se debe hacer en caso que la balanza necesite calibración o mantenimiento.



Figura 19. Balanza Digital.

La balanza digital siempre deberá estar colocada sobre una superficie rígida y plana. Este tipo de balanza trae un nivel, que permite darle una ubicación correcta; dicho nivel estará ubicado en la cara superior de la balanza, pero podrá estar en diferentes partes, dependiendo de la marca y el modelo. La Fig. 20 muestra el nivelado correcto, que garantiza la obtención de un dato certero.



a. Nivelado incorrecto



b. Nivelado correcto



c. Nivelado incorrecto

Figura 20. Nivelado de la balanza digital: b. es correcto, a. y c. son incorrectos.

Una vez nivelada, procede a enchufar la balanza en el suministro eléctrico adecuado (consulta el manual ya que algunas balanzas funcionan con suministro de 110 V, mientras que otras lo hacen con 220 V, e incluso, algunos modelos pueden funcionar con baterías). Luego de esto, presiona el botón de encendido ("On"); se recomienda esperar de 3 a 5 minutos antes de realizar mediciones, con el fin que se estabilice el sistema electrónico. Pasado este tiempo, está lista para usarse.

Cuando hayas terminado de realizar todas las mediciones, se debe retirar el porta muestra, presionar el botón "Tara" o "Zero" para poner en cero la balanza, y proceder a apagarla presionando el botón de apagado ("Off"). En ocasiones este botón coincide con el de

encendido, con la diferencia de que para apagar el equipo debe mantenerse presionado durante 5 segundos. Finalmente, procede a desenchufar la conexión eléctrica.

Para realizar mediciones de masa en las balanzas tus estudiantes pueden utilizar clavos o trozos pequeños (entre 1 a 5 cm de longitud aproximadamente) de metales como hierro, acero o cobre. Independientemente del tipo de balanza, acostumbra a tus estudiantes a utilizar siempre un porta muestra cuando pesen muestras sólidas; en el caso de muestras líquidas, la probeta actúa como el porta muestras.

Es muy importante destacar que las balanzas tienen una capacidad mínima y máxima de medición. Si la masa de una muestra es menor al límite mínimo, su valor no va a ser detectado; sin embargo, esto no representa ningún riesgo para el equipo. Con la capacidad máxima si debe tenerse cuidado, sobre todo con las balanzas digitales, ya que poseen un sistema de funcionamiento muy sensible, y si se le coloca una masa mayor a este límite, puede ocasionar un daño irreversible al equipo; por tanto, no permitas en ningún momento que tus estudiantes coloquen cualquier tipo de objeto, ni que ejerzan presión sobre el platillo de la balanza. En ocasiones, el fabricante coloca una etiqueta con estos límites visible en el equipo; de no ser así, podrás consultarlos en el manual del equipo para hacérselo saber a tus estudiantes, o bien escribirlos en una viñeta y pegarla en una parte visible de la base de la balanza.

### C. Volumen de líquidos

Para medir el volumen de líquidos se utilizan diferentes recipientes graduados: buretas, pipetas, matraces aforados, probetas, vasos graduados, entre otros. Estos materiales volumétricos tienen una o varias marcas visibles, que corresponden a volúmenes específicos de líquido. En algunos de ellos el líquido se mide adicionándolo en su interior, mientras que en otros, como en el caso de las pipetas, el líquido se

mide llenándolo mediante succión (o vacío) con peras de caucho o propipetas.

Cuando añadimos un líquido a un recipiente, éste, debido a un proceso físico conocido como *tensión superficial*, tiende a subir o bajar ligeramente por las paredes con las que entra en contacto; debido a esto, la superficie de un líquido dentro de un recipiente no es una línea recta, sino una línea *cóncava*, en la mayoría de los casos, o *convexa*, en el caso particular del mercurio; en ambos casos se denomina *menisco* (Fig. 21), el cual será más pronunciado cuanto más estrecho sea el tubo.

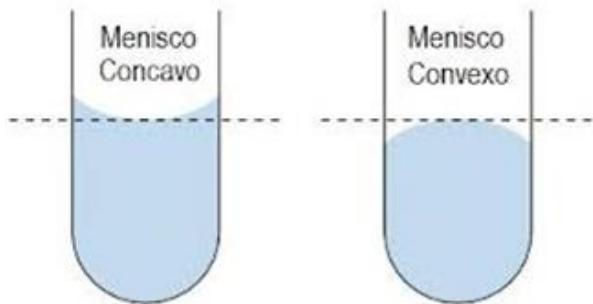


Figura 21. Menisco formado dentro del material volumétrico. La línea discontinua representa el plano tangente que debe tenerse en cuenta para realizar la medición.

### D. Temperatura

Para medir la temperatura en el laboratorio se utiliza el *termómetro*, el cual funciona por la dilatación de un líquido, que puede ser mercurio o alcohol (al que le agregan un colorante), alojado en un bulbo, que se visualiza en un capilar cuyo pequeño diámetro permite apreciar grandes variaciones de la longitud del líquido dilatado para un determinado volumen. Estos instrumentos están diseñados para leer directamente la temperatura, que se indica en una escala que puede ser Centígrada ( $^{\circ}\text{C}$ ) o Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), mediante la posición del bulbo en contacto con la sustancia.

### E. Fuerza

Los *dinamómetros* son instrumentos que miden la fuerza o el peso de un objeto, los cuales se basan en la elongación o estiramiento de un resorte contenido en un cilindro, que marca el rango de

medición en unidades de fuerza. El dinamómetro posee dos ganchos o anillos en cada uno de los extremos: el superior, para sostenerlo o colocarlo en un soporte; y el inferior, en el cual se enganchan los objetos para determinar su peso (Fig. 11).

#### F. Corriente eléctrica

El equipo que se utiliza para detectar los niveles de voltaje, amperaje, resistencia y los circuitos abiertos/cerrados, es el *multímetro*, que puede verificar tanto el voltaje de la corriente alterna (CA) como el de corriente continua (CC). Los hay analógicos y digitales, en varias marcas y modelos, con diferentes especificaciones, por lo que se recomienda leer las instrucciones generales de uso del manual que brinda el fabricante para poder usarlo correctamente, ya que la mayoría nos brinda una amplia gama de parámetros y unidades de medición.

El multímetro es un equipo electrónico sumamente sensible; debe tener mucho cuidado al manipularlo, cuidando además de no cortar los cables conductores. No debes permitir que tus estudiantes quieran jugar con él, ya que pueden dañarlo, u ocasionarse un daño a ellos mismos si intentan medir de forma inadecuada el voltaje de los enchufes eléctricos, ya que cuando se verifican altos voltajes se debe tener sumo cuidado para evitar recibir descargas eléctricas. Para familiarizar a tus estudiantes con el manejo del multímetro, puedes utilizar una pila alcalina de 1.5 V. Recuerda que el flujo de la corriente eléctrica debe considerarse al momento de medir el voltaje; si se obtiene un voltaje negativo, al realizar la medición de una pila por ejemplo, se debe a que los cables conductores se han colocado invertidos.

## II. MEDICIONES INDIRECTAS

La *medición indirecta o calculada* se refiere a la deducción de la magnitud de una variable, mediante operaciones matemáticas con magnitudes obtenidas por medición directa.

Al calcular el área de un objeto plano ten en cuenta que al multiplicar las magnitudes de largo y ancho, debes multiplicar también las unidades de medición, por lo que quedarán expresadas al cuadrado; además, tendrás que hacer la propagación de las incertezas asociadas a la medición para reportarlas junto al valor del área.

Ten en cuenta que el peso es la fuerza que el campo gravitacional ejerce sobre la masa de un cuerpo, siendo tal fuerza el producto de la masa por la aceleración de la gravedad; a la vez, el peso equivale a la fuerza que ejerce un cuerpo sobre su punto de apoyo; de ahí que, tanto el peso como la fuerza se calculan utilizando la misma fórmula, y ambos se miden en Newton.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- Durante el desarrollo de esta práctica, toda persona integrante del grupo debe hacer sus propias mediciones. No se aceptará, en ningún momento, que unas personas midan y otras sólo apunten.
- En la determinación de la longitud se recomienda utilizar fichas de notas para efectuar las mediciones, esto con el fin de obtener varias mediciones de objetos con las mismas medidas de largo y ancho, lo que te permitirá como docente recolectar una serie de datos obtenidos por diferentes estudiantes, y compararlos con las mediciones que da el fabricante, para luego relacionarlos con los conceptos de exactitud y precisión; de esta manera tus estudiantes tendrán una idea más clara de dichos conceptos.
- En la estimación del grosor de la ficha de notas utilizando la regla, una vez se den cuenta de que no se puede realizar directamente, podrás tener varias ideas de tus estudiantes: habrá quienes tomarán un número determinado de fichas y las apilarán hasta lograr medirlas con la escala de la regla, para luego dividir ese dato entre el número de fichas utilizadas, y obtener así el grosor de una

sola; también podrán doblar la ficha varias veces, realizarán la medición, y dividirán entre el número de dobleces. Sea cual sea la estrategia, tú deberás concluir que la mejor forma de determinar el grosor es utilizar el instrumento adecuado, para el caso, el micrómetro, con el cual se obtiene la mayor precisión y exactitud.

- Al comparar el volumen de un líquido medido en la pipeta con el volumen medido en la probeta, puede apreciarse una diferencia, en ocasiones significativa. Ello se debe a la diferencia en la exactitud y precisión de ambos instrumentos de medición: la pipeta nos brinda una mayor exactitud y precisión que la probeta. En general, se dice que mientras menor sea el diámetro del material volumétrico, se tendrá mayor exactitud y precisión, y viceversa; es por eso que el beaker no suele utilizarse para medir volúmenes de líquidos, ya que sólo nos da una aproximación, y no es un valor confiable.
- El error (incertezza) es inherente a todo proceso de medida. Por tanto, es imposible conocer el "valor verdadero" de una magnitud. Se tiende a pensar que una medida realizada con equipos electrónicos o digitales nos brinda valores exactos que no tienen incertezza, pero toda medida siempre está acompañada de su incertezza, independientemente del equipo de medición utilizado. Para el caso de las mediciones indirectas, se deberá utilizar la propagación de incertezas, de acuerdo a la fórmula utilizada, y siguiendo los convenios establecidos.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación se dan ejemplos de cómo le estudiantado deberá reportar sus mediciones, considerando las incertezas, dependiendo del instrumento de medición, y su propagación, en el caso de las mediciones indirectas, para que les oriente adecuadamente al momento de reportar sus mediciones. Se utilizan las mismas tablas de recolección de datos que aparecen a lo largo del

procedimiento, llenadas con datos hipotéticos para que visualices el uso correcto de cifras significativas, incertezas y unidades de medida.

Ten en cuenta que el valor reportado de incertezza permite visualizar la magnitud medida no como un dato absoluto, sino más bien como un intervalo de valores, dentro del cual se encuentra dicha magnitud. Así por ejemplo, si se reporta una longitud de  $10.2 \pm 0.1$  cm, diremos que el valor real se encontrará entre 10.1 y 10.3 cm.

## I. MEDICIONES DIRECTAS

### A. Longitud

#### a. Longitud de la ficha utilizando regla

Tabla 1. Medidas de una ficha de apuntes.

Ancho	Largo
$10.2 \pm 0.1$ cm	$15.3 \pm 0.1$ cm

La incertezza de la regla corresponde al valor de la medición más pequeña en su escala, debido a que en realidad se realizan dos mediciones: una donde se fija el cero, y la otra en donde se determina el valor medido.

#### b. Diámetro de la arandela utilizando Vernier

Tabla 2. Longitud de objetos pequeños utilizando Vernier.

Diámetro	Parte entera	Parte decimal	Total
Interno	63.00 mm	0.85 mm	$63.850 \pm 0.025$ mm
Externo	24.00 mm	0.70 mm	$24.700 \pm 0.025$ mm

La incertezza del Vernier es la mitad del valor de su resolución. Por ejemplo, si su resolución es de 0.05 mm, la incertezza asociada a la medición será de 0.025 mm.

#### c. Grosor de monedas utilizando micrómetro

Tabla 3. Longitud de objetos pequeños utilizando micrómetro.

Moneda	Lectura del cilindro	Lectura del tambor	Total
1 centavo	1.000 mm	0.020 mm	$1.020 \pm 0.005$ mm
5 centavos	1.500 mm	0.030 mm	$1.530 \pm 0.005$ mm
10 centavos	1.000 mm	0.050 mm	$1.050 \pm 0.005$ mm
25 centavos	1.500 mm	0.070 mm	$1.570 \pm 0.005$ mm

La incertezas del micrómetro es la mitad del valor de su resolución. Por ejemplo, si su resolución es de 0.01 mm, la incertezas será de 0.005 mm.

## B. Masa

### a. Balanza de tres brazos

**Tabla 4. Medición de masa utilizando balanza de tres brazos.**

Masa del porta muestra	Masa de la muestra más porta muestra	Masa de la muestra
$15.20 \pm 0.05$ g	$19.50 \pm 0.05$ g	$4.30 \pm 0.10$ g

En el caso de la balanza de tres brazos, las pesas de 10 y 100 g no presentan una incertezas asociada, debido a que caen directamente sobre una muesca, mientras que la pesa de 1 g presenta una incertezas correspondiente a la mitad de la división menor de la escala: si esta es de 0.1 g, la incertezas será de 0.05 g; sin embargo, al realizarse dos mediciones (porta muestra y muestra), se tienen dos incertezas, que deben sumarse al obtener la masa de la muestra (nota que las incertezas se suman a pesar de que los valores de las masas se restan).

### b. Balanza digital

**Tabla 5. Medición de masa utilizando balanza digital.**

Masa de la muestra	$4.300 \pm 0.005$ g
--------------------	---------------------

El valor de la incertezas en algunas balanzas digitales ya viene definido por el fabricante; de no ser así, para obtenerla se le asigna el valor de uno al último dígito decimal que muestra en la pantalla, y se divide entre dos. Por ejemplo, si la pantalla muestra dos cifras decimales, entonces la incertezas se encuentra dividiendo 0.01 entre 2, es decir, su valor será 0.005 g.

## C. Volumen de líquidos

**Tabla 6. Medición de volumen de líquidos.**

Volumen en Pipeta	$5.000 \pm 0.003$ mL
Volumen en Probeta	$5.00 \pm 0.05$ mL

Las pipetas volumétricas traen inscrito el valor de su incertezas (para este caso la pipeta indicaba una incertezas de 0.003 mL); en la mayoría de los casos, las pipetas graduadas también lo traen, si no se divide entre el valor menor de su escala.

La incertezas de la probeta es igual a la mitad de su división menor, que por lo general es de 0.1 mL (incertezas = 0.05 mL).

## D. Temperatura

**Tabla 7. Medición de temperatura.**

Temperatura del agua	$25.00 \pm 0.05$ °C
Temperatura del hielo	$0.00 \pm 0.05$ °C

La incertezas del termómetro, en la mayoría de los casos ya está establecida y viene inscrita en él; si no aparece, se toma el valor de la menor división y se divide entre dos. En este caso, la menor división es de 0.1 °C, por tanto, la incertezas es de 0.05 °C.

## E. Fuerza

**Tabla 8. Medición del peso utilizando dinamómetro.**

Peso de la muestra	$5.00 \pm 0.01$ N
--------------------	-------------------

La incertezas del dinamómetro corresponde a la mitad de su precisión (si ya trae establecido este valor), o la mitad del valor de la mínima división de su escala.

## F. Corriente eléctrica

**Tabla 9. Medición del voltaje de una pila alcalina utilizando el Multímetro.**

Voltaje	$1.2840 \pm 0.0005$ V
---------	-----------------------

Para encontrar la incertezas, si el multímetro es digital, se le asigna el valor de 1 al último dígito decimal que aparece en su pantalla, mientras que si es analógico se toma el valor menor de su escala; en ambos casos se divide este valor entre 2.

## II. MEDICIONES INDIRECTAS

Para calcular la incertezas en las mediciones indirectas, se deben seguir una serie de reglas

conocidas como *propagación de incertezas*, las cuales establecen que:

- Cuando las magnitudes se suman o restan, los valores de las incertezas deben sumarse.
- Cuando las magnitudes se multiplican o dividen, se deben sumar las incertezas relativas de todas las variables, y luego multiplicarla por la magnitud resultante.

Por ejemplo, si la magnitud  $z$  es el resultado de multiplicar las magnitudes  $x$  y  $y$  (Ec. 5):

$$z = x \cdot y \quad \text{Ec. 5}$$

La incerteza relativa se encuentran dividiendo la incerteza entre la magnitud de cada variable (Ec. 6):

$$\frac{\Delta z}{z} = \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} \quad \text{Ec. 6}$$

Finalmente, se encuentra la incerteza asociada a la magnitud resultante despejando  $\Delta z$  de la ecuación 6 (Ec. 7):

$$\Delta z = z \left( \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} \right) \quad \text{Ec. 7}$$

A continuación se desarrollan los ejemplos correspondientes para que pueda orientarse:

### A. Área

Utilizando la ecuación 1 y los datos de la Tabla 1, se tiene:

$A = \text{ancho} \times \text{largo}$

$$A = 12.2 \text{ cm} \times 15.3 \text{ cm}$$

$$A = 186.66 \text{ cm}^2$$

Utilizando la ecuación 7 para encontrar la incerteza, se tiene:

$$\text{incerteza} = (186.66) \left( \frac{0.10}{12.20} + \frac{0.10}{15.30} \right) \text{ cm}^2$$

$$\text{incerteza} = (186.66)(0.01) \text{ cm}^2$$

$$\text{incerteza} = 1.87 \text{ cm}^2$$

El valor del área reportada en la Tabla 11 quedaría como:

**Tabla 11. Área de la ficha.**

Área	$186.66 \pm 1.87 \text{ cm}^2$
------	--------------------------------

### B. Peso

Al utilizar la ecuación 2 para calcular el peso, es necesario convertir los datos de las tablas 4 y 5 a unidades de kg (unidad de masa en el Sistema Internacional); trabajando con la Tabla 5 tendremos:

$$\text{masa} = 4.300 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 4.300 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{Peso} = \text{masa} \times \text{gravedad}$$

$$\text{Peso} = (4.3 \times 10^{-3} \text{ kg}) \times (9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$\text{Peso} = 4.2 \times 10^{-2} \text{ N}$$

Debido a que el valor de la aceleración de la gravedad se toma como una constante ( $9.8 \text{ m/s}^2$ ), la incerteza resulta de asignar el valor de la unidad dividida entre dos a la última cifra decimal del valor obtenido en el peso, así:

$$\text{Peso} = 0.04214 \pm 0.00005 \text{ N}$$

Utilizando notación científica tendremos:

$$\text{Peso} = (4.214 \pm 0.005) \times 10^{-2} \text{ N}$$

**Tabla 12. Cálculo del peso de la muestra metálica.**

Masa en g	Masa en kg	Gravedad	Peso
$4.300 \pm 0.005 \text{ g}$	$4.3 \times 10^{-3} \text{ kg}$	$9.8 \text{ m/s}^2$	$(4.214 \pm 0.005) \times 10^{-2} \text{ N}$

### C. Volumen de sólidos irregulares

Utilizando los datos del ejemplo de la Figura 13 y la Ecuación 3, tendremos:

$$V_{\text{muestra}} = (V_2 - V_1) \times \frac{1 \text{ cm}^3}{1 \text{ mL}} \quad \text{Ec. 3}$$

$$V_{\text{muestra}} = (26.00 - 22.00) \text{ mL} \times \frac{1 \text{ cm}^3}{1 \text{ mL}}$$

$$V_{\text{muestra}} = 4.00 \text{ cm}^3$$

**Tabla 13. Cálculo del volumen de la muestra metálica.**

Volumen inicial	Volumen final	Volumen de la muestra en mL	Volumen de la muestra en $\text{cm}^3$
$22.00 \pm 0.05 \text{ mL}$	$26.00 \pm 0.05 \text{ mL}$	$4.0 \pm 0.1 \text{ mL}$	$4.0 \pm 0.1 \text{ cm}^3$

Nota que las incertezas se suman a pesar que los valores de los volúmenes se restan.

## D. Densidad

### a. Densidad de líquidos

Utilizando la Ecuación 4 y los datos de la Tabla 14 tendremos:

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \quad \text{Ec. 4}$$

$$\text{densidad} = \frac{10.000 \text{ g}}{10.000 \text{ mL}}$$

$$\text{densidad} = 1.000 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

Utilizando la Ecuación 7, la incerteza de la densidad se encuentra como:

$$\text{incerteza} = (1.000) \left( \frac{0.01}{10.00} + \frac{0.003}{10.000} \right) \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

$$\text{incerteza} = (1.000)(0.0013) \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

$$\text{incerteza} = 0.0013 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

**Tabla 14. Cálculo de la densidad de la muestra líquida.**

Masa inicial	Masa final	Masa de la muestra	Volumen de la muestra	Densidad de la muestra
$25.000 \pm 0.005 \text{ g}$	$35.000 \pm 0.005 \text{ g}$	$10.00 \pm 0.01 \text{ g}$	$10.000 \pm 0.003 \text{ mL}$	$1.000 \pm 0.0013 \text{ g/mL}$

### b. Densidad de sólidos

Utilizando la Ecuación 4 tendremos:

$$\text{densidad} = \frac{4.300 \text{ g}}{4.000 \text{ cm}^3} = 1.075 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

La propagación de la incertezas se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{incerteza} = (1.075) \left( \frac{0.005}{4.300} + \frac{0.1}{4.0} \right) \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\text{incerteza} = (1.075)(0.026) \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\text{incerteza} = 0.028 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

**Tabla 15. Cálculo de la densidad de la muestra metálica.**

Masa de la muestra (de Tabla 4 ó 5)	Volumen de la muestra (de Tabla 12)	Densidad de la muestra (usando Ec. 4)
$4.300 \pm 0.005 \text{ g}$	$4.0 \pm 0.1 \text{ cm}^3$	$1.075 \pm 0.028 \text{ g/cm}^3$

La Tabla 16 muestra algunos valores de densidad:

**Tabla 16. Densidad de metales que puede utilizar en la práctica.**

Material	Densidad
Cobre	$8.93 \text{ g/cm}^3$
Hierro	$7.84 \text{ g/cm}^3$
Acero	$7.70 \text{ g/cm}^3$

Los valores de densidad determinados en la práctica podrán diferir de los valores que encontramos en las referencias bibliográficas, lo cual puede deberse a varios factores, como la pureza del material, el grado de oxidación, y las posibles aleaciones en el caso de los metales. No debe olvidarse que esta es la primera práctica que desarollas con tus estudiantes, y que apenas están iniciando un largo viaje de experimentación con las ciencias; esperamos que sea placentero, y que poco a poco vayan desarrollando más habilidades y competencias científicas.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente:  
Física. Lección 1: MAGNITUDES FÍSICAS. Pág. 1 – 22.  
Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de  
Educación.

Tippens, P. (2011). *Física. Conceptos y Aplicaciones* (7<sup>a</sup> Edición). México: Mc Graw–Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.

Slisko, J. (2013). *Física 1* (3<sup>a</sup> Edición). México:  
Pearson Educación.

webdelprofesor.ula.ve. *Mediciones y Errores.*  
Recuperado en enero de 2014, de  
<http://goo.gl/zyYomn>

[www.fisica.uson.mx. Mediciones. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/LfH4Wv>](http://www.fisica.uson.mx. Mediciones. Recuperado en enero de 2014, de http://goo.gl/LfH4Wv)

#### **OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS**

Calculemos la gravedad de la Tierra.

La dinámica del calor.

La fuerza de empuje.

La fuerza de fricción.

# EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS



## INTRODUCCIÓN

¡Todo se mueve en nuestro universo! Hasta lo que aparenta estar en reposo se mueve si lo observamos en relación al sol o a las estrellas.

El movimiento es relativo. Cuando describimos el movimiento de un cuerpo, lo que en realidad hacemos es relacionar su desplazamiento con un punto de referencia.

La cinemática es la rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos, sin tomar en cuenta las causas que lo originan y concentrándose en la trayectoria.

El tipo más sencillo de movimiento que puede experimentar un objeto es el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU), que es aquel cuya trayectoria es una línea recta y cuya velocidad es constante, es decir, la aceleración es cero. Por ejemplo, el movimiento de un avión o un barco que se desplaza a una misma velocidad.

A continuación realizaremos un experimento para determinar las magnitudes físicas relacionadas con el MRU. Con los datos obtenidos, que los registrarás en las tablas que aparecen en el procedimiento, podrás elaborar una gráfica que te permita analizar la relación entre el desplazamiento de un cuerpo con el tiempo.

## INDICADORES DE LOGRO

- Analiza y explica con interés la importancia de la cinemática en la vida cotidiana.
- Indaga, experimenta y explica correctamente y con interés algunas generalidades del Movimiento Rectilíneo Uniforme, relacionadas con algunas actividades de la vida cotidiana.
- Analiza y resuelve con seguridad y orden una serie de ejercicios y problemas reales, aplicando las ecuaciones del Movimiento Rectilíneo Uniforme.

## OBJETIVOS

- Establecer experimentalmente la relación que existe entre el desplazamiento de un cuerpo con Movimiento Rectilíneo Uniforme y el tiempo empleado para ello.
- Ejemplificar con casos concretos la ocurrencia del Movimiento Rectilíneo Uniforme en las actividades de la vida cotidiana.

Equipo	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cronómetro</li> <li>Calculadora científica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una probeta de 100 mL</li> <li>100 mL de aceite comestible</li> <li>Un embudo</li> <li>Un gotero</li> <li>Regla graduada</li> <li>Cinta adhesiva</li> <li>Plumón</li> <li>Agua</li> <li>Pegamento</li> <li>Una hoja de papel milimetrado</li> </ul>

## PROCEDIMIENTO

- Utilizando una regla y un plumón, realiza seis marcas en la probeta de 1 L con una separación de 3 cm entre ellas (puedes pegar una tira de cinta adhesiva blanca sobre la probeta y escribir las marcas sobre ella); coloca el primer valor (0 cm) tres centímetros por debajo del borde superior de la probeta, y luego marca a los 3, 6, 9, 12 y 15 cm, buscando el fondo de la probeta (Fig. 1). Si en tu centro escolar no cuentan con probetas de 100 mL, puedes utilizar una botella plástica de 100 mL (por ejemplo las que vienen con agua purificada).

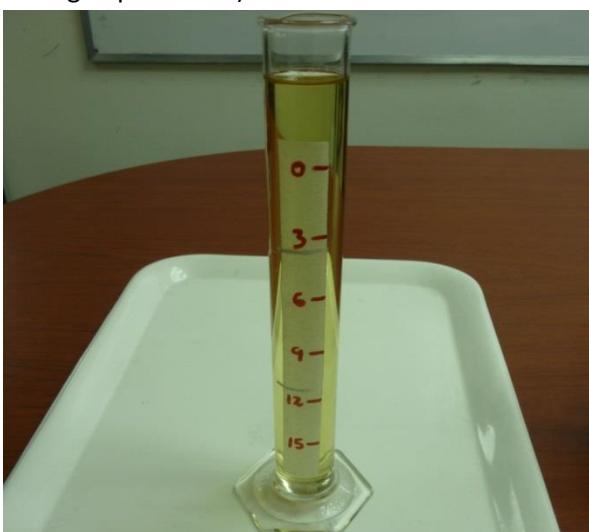


Figura 1. Probeta conteniendo aceite, con marcas cada 3 cm.

- Auxiliándote de un embudo llena la probeta con aceite comestible, de manera que se sobreponga apreciablemente la marca de 0 cm (Fig. 1).
- Con la ayuda de un gotero debes echar una gota de agua en el aceite. Para ello, succiona un poco de agua con el gotero, y luego introduce la punta del gotero en la superficie del aceite y deja caer una gota de agua (Fig. 2).



Figura 2. Gota de agua depositada en el aceite.

- Cuando la gota de agua llegue al nivel de 0 cm, mide con el cronómetro el tiempo que tarda en llegar a la marca de 3 cm (Fig. 3), luego a las de 6, 9, 12 y 15 cm, respectivamente.

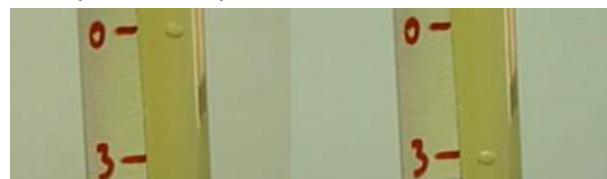


Figura 3. Gota de agua al nivel de 0 cm (izquierda), y luego al nivel de 3 cm (derecha).

- Repite el procedimiento de los pasos 3 y 4 dos veces más, y anota los datos en la Tabla 1.
- Para cada distancia debes obtener el promedio de las tres mediciones de tiempo que efectuaste.

**Tabla 1. Valores de tiempo medidos para el desplazamiento de la gota de agua a 3, 6, 9, 12 y 15 cm.**

Distancia, $x$ (cm)	Tiempo, $t$ (s)			Tiempo promedio (s)
	1 <sup>a</sup> observación	2 <sup>a</sup> observación	3 <sup>a</sup> observación	
3				
6				
9				
12				
15				

- En una página de papel milimetrado, traza la gráfica de la distancia ( $x$ ) en función del tiempo ( $t$ ), ubicando la distancia en el “eje y”, y el tiempo en el “eje x”, utilizando el “tiempo promedio”.
- Analiza la gráfica, deduce una ecuación que te sirva para calcular la velocidad, y encuentra su valor. Recuerda que en el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) la velocidad permanece constante, por lo que el valor encontrado será el mismo en cualquier punto de la trayectoria de la gota de agua, representada en la gráfica.
- Finalmente, copia los datos de la Tabla 1 y pega la página de papel milimetrado en tu *Cuaderno de Laboratorio*. Plantea además las deducciones que realizaste, y escribe las conclusiones obtenidas de la interpretación de la gráfica.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

El tipo más sencillo de movimiento que puede experimentar un objeto es el movimiento uniforme en línea recta. Si el cuerpo recorre las mismas distancias en cada unidad sucesiva de tiempo, se dice que se mueve con rapidez constante. Por ejemplo, si un auto recorre 10 m de carretera por cada segundo transcurrido, se dice que tiene una rapidez constante de 10 m/s.

Se denomina Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) a aquél cuya trayectoria es una línea recta y cuya velocidad es constante, por tanto, la aceleración es cero.

El Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) se caracteriza por realizarse en una sola dirección y porque su velocidad permanece constante; esto implica que la magnitud, sentido y dirección del movimiento permanecen inalterables.

De acuerdo a la Primera Ley de Newton, todo cuerpo permanece en reposo o en Movimiento Rectilíneo Uniforme cuando no hay una fuerza neta que actúe sobre él. Este es un planteamiento ideal, ya que siempre existen fuerzas que tienden a alterar el movimiento de los cuerpos.

El movimiento de un cuerpo o partícula se describe según los valores de su rapidez, velocidad y aceleración, así como los de su trayectoria. Es importante tener claro cada uno de estos conceptos para comprender la cinemática de los diferentes tipos de movimiento.

En el MRU se realizan desplazamientos iguales en intervalos de tiempos iguales, ya que no hay aceleración.

La ecuación para calcular la velocidad de un cuerpo en el MRU es la misma que se utiliza para determinar la rapidez, la cual relaciona la distancia recorrida entre el tiempo en que la recorre.

La posición  $x$  en cualquier tiempo  $t$  se expresa mediante la Ecuación 2, donde  $v$  es la velocidad, la cual es constante, y  $x_0$  es la posición inicial.

$$x = vt + x_0$$

Ec. 2

La ecuación coincide con la *ecuación general de la recta*, por lo que, si se traza la gráfica de la distancia recorrida en función del tiempo (Fig. 4), la representación da lugar a una recta cuya pendiente corresponde con la velocidad.

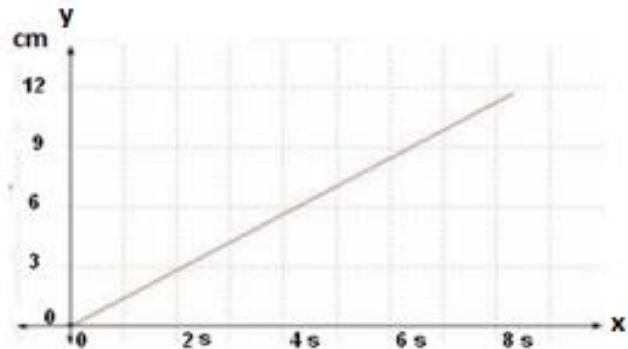


Figura 4. Gráfica de la distancia en función del tiempo.

Ten en cuenta que si deseas calcular la velocidad a partir de la gráfica, debes despejar  $v$  de la Ecuación 2, y tomar de referencia un punto (par ordenado) de la gráfica (Ec. 3).

$$v = \frac{x - x_0}{t} \quad \text{Ec. 3}$$

Debido a que la posición inicial  $x_0$ , que coincide con el intercepto en la gráfica, toma el valor de cero, la Ecuación 3 se reduce a:

$$v = \frac{x}{t} \quad \text{Ec. 4}$$

Siendo esta última la ecuación que se utiliza convenientemente en cinemática para calcular la velocidad de un cuerpo.

Otra forma de hacerlo es considerando que la velocidad corresponde a la pendiente  $m$  de la recta, la cual se calcula mediante la ecuación 5, tomando de referencia dos puntos (pares ordenados) en la gráfica.

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad \text{Ec. 5}$$

## POSIBLES OBSERVACIONES

- Si sólo se deja caer la gota de agua sobre el aceite contenido en el interior de la probeta sin

introducir la punta del gotero en el aceite, es probable que la gota de agua quede sobre la superficie, lo cual puede suceder debido a la tensión superficial del aceite; si esto sucede, se debe romper dicha tensión con la punta del gotero, pero sin impulsar la gota de agua.

- Cuando se vierte el aceite dentro de la probeta o de la botella plástica se recomienda hacerlo despacio y por los bordes del recipiente (se puede usar un embudo), para que no se generen muchas burbujas de aire dentro del aceite; si aun teniendo cuidado se generan burbujas, se debe esperar a que éstas desaparezcan para que no interfieran en la trayectoria de la gota de agua.
- Si bien es cierto que el agua y el aceite no se mezclan, es muy importante tener claro que eso se debe al diferente tipo de enlace, lo cual es una propiedad química: el agua posee enlace covalente polar, mientras que el aceite es covalente no polar, por tanto no se mezclan. La densidad, una propiedad física, es la que determina qué sustancia queda por encima de la otra; para el caso, la densidad del agua es mayor que la del aceite, por tanto, al estar en un mismo recipiente, el agua se irá hacia el fondo y el aceite quedará encima.
- Probablemente tus estudiantes te preguntarán por qué no se ven ejemplos muy claros que correspondan perfectamente a MRU en la vida cotidiana. En realidad puede haber varias causas, siendo la principal el hecho de que cada vez que hay un movimiento sobre una superficie (una calle, por ejemplo), o en un fluido (por ejemplo, aire), surge un impedimento al movimiento, que es la *fuerza de fricción*. Por lo tanto, cada vez que un cuerpo se mueva actuará sobre él una fuerza que lo irá frenando (disminuyendo su velocidad), y debido a ese efecto no se moverá con MRU. Por ejemplo, para que un automóvil que se desplaza sobre una carretera lo haga en MRU, se tienen que dar algunas condiciones ideales, entre ellas: que efectivamente se mueva en línea recta, lo

que significa que el conductor no debe mover el volante por motivo alguno; el camino debe ser perfectamente plano y recto; el conductor no deberá frenar ni acelerar más que lo justo para contrarrestar el efecto de la fuerza de fricción. Estas y otras condiciones dificultan la ocurrencia del MRU.

- En el caso de un fluido se facilita un poco más el MRU. Por ejemplo, una gota de lluvia en sus últimos metros de caída cae con MRU, siempre que no haya viento que modifique su desplazamiento. Un objeto que cae sobre un líquido, luego de entrar al líquido, va a frenarse hasta alcanzar una velocidad constante que la mantendrá hasta llegar al fondo, siempre y cuando no haya turbulencia en el líquido.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presenta la Tabla 1 con valores hipotéticos de tiempo. Se ha dispuesto realizar las mediciones del tiempo por triplicado para obtener luego un promedio, cuyo valor es estadísticamente más representativo.

**Tabla 1. Valores de tiempo medidos para el desplazamiento de la gota de agua a 3, 6, 9, 12 y 15 cm.**

Distancia, $x$ (cm)	Tiempo, $t$ (s)			Tiempo promedio (s)
	1 <sup>a</sup> observación	2 <sup>a</sup> observación	3 <sup>a</sup> observación	
3 cm	3.15 s	3.22 s	3.19 s	3.19 s
6 cm	6.12 s	6.17 s	6.13 s	6.14 s
9 cm	9.17 s	9.17 s	9.15 s	9.16 s
12 cm	12.10 s	12.11 s	12.08 s	12.10 s
15 cm	15.14 s	15.17 s	15.11 s	15.14 s

La gráfica trazada deberá ser muy similar a la de la Figura 4, colocando la distancia en el “eje y”, y el tiempo en el “eje x”.

Luego de deducir la ecuación para calcular la velocidad (Ec. 4), se podrá considerar cualquier par ordenado de la gráfica para calcular su valor. Por ejemplo, al tomar el par ordenado (6.00, 6.14), es

decir, la distancia  $x$  toma el valor de 6.00 cm, y el tiempo  $t$  vale 6.14 s, la velocidad será:

$$v = \frac{x}{t}$$

$$v = \frac{6.00 \text{ cm}}{6.14 \text{ s}}$$

$$v = 0.98 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Para algunas personas podrá resultar poco práctico trazar gráficas para obtener valores de velocidad, puesto que es mucho más sencillo aplicar directamente la fórmula. Sin embargo, el objetivo de la práctica es que el estudiantado haga la deducción de la fórmula a partir de la gráfica que ha construido con los datos obtenidos durante el proceso.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente:  
Física. Lección 2: CINEMÁTICA. Pág. 23 – 35.  
Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de  
Educación.

Tippens, P. (2011). *Física. Conceptos y Aplicaciones* (7<sup>a</sup> Edición). México: Mc Graw–Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.

Ribeiro, A. y Alvarenga, B. (1998). *Física General* (4<sup>a</sup> Edición). México: Oxford University Press / Harla México S.A. de C.V.

fsc4401.wikispaces.com. *Práctica número 3: Movimiento Rectilíneo Uniforme.* Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/v6HZCc>

www.rtve.es (abril 2010). *¿Por qué el agua y el aceite no se pueden mezclar?* Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/NDBTdt>

## OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

La fuerza de empuje.

La fuerza de fricción.

# LA FUERZA DE FRICCIÓN



## INTRODUCCIÓN

La fuerza de fricción, que es la fuerza que se opone al movimiento de los cuerpos, se genera por la interacción de dos superficies en contacto. Está presente en casi todos los fenómenos que observamos. Interviene en el movimiento de los cuerpos inmersos en fluidos, como el aire o el agua, cuando se desliza o rueda un objeto sobre otro, etc.

Para conocer la fuerza de fricción debemos determinar el **coeficiente de fricción estático**, el cual expresa la oposición al deslizamiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto; este es un valor adimensional y se representa mediante el símbolo  $\mu_e$ .

El valor del coeficiente de fricción estático es característico de cada par de materiales en contacto; depende además de otros factores, tales como la temperatura, el acabado de ambas superficies, y las interacciones microscópicas de las dos superficies implicadas.

Si consideramos el deslizamiento de un cuerpo sobre un plano inclinado, observaremos que al aumentar la inclinación de dicho plano, el objeto inicia el movimiento al alcanzarse un ángulo de inclinación crítico, debido a que se reduce gradualmente la componente perpendicular del peso, conocida como fuerza normal ( $N$ ).

## INDICADORES DE LOGRO

- Describe e interpreta correctamente las características de la fuerza de fricción estática.
- Reconoce la importancia de la fuerza de fricción en los procesos mecánicos.
- Indaga y describe con iniciativa las relaciones matemáticas involucradas en el cálculo del coeficiente de fricción estático.

## OBJETIVOS

- Determinar el coeficiente de fricción estático entre dos cuerpos en contacto.
- Identificar las diferentes variables físicas involucradas en la determinación del coeficiente de fricción estático.

Equipo	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> <li>Transportador</li> <li>Calculadora científica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bases de diferentes materiales: <ul style="list-style-type: none"> <li>Madera</li> <li>Vidrio</li> <li>Durapax</li> </ul> </li> <li>Objetos de diferentes materiales con superficie plana: <ul style="list-style-type: none"> <li>Madera</li> <li>Vidrio</li> <li>Durapax</li> </ul> </li> </ul>

## PROCEDIMIENTO

Para realizar este experimento debes disponer de superficies planas de madera, vidrio y durapax (poliestireno expandido), y de objetos con superficie plana de los mismos materiales.

- Coloca un transportador cerca del borde de la mesa de trabajo, de manera que coincida el cero con la superficie superior de la mesa (Fig. 1).

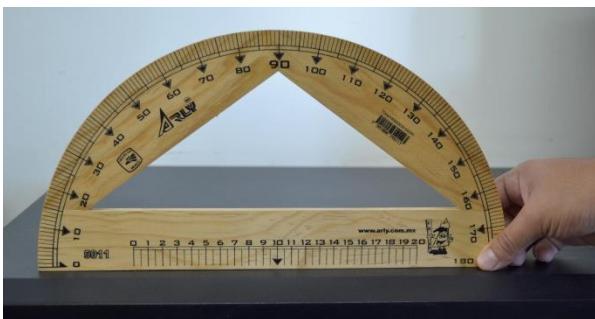


Figura 1. Transportador dispuesto al borde de la mesa de trabajo para medir el ángulo de inclinación.

- Coloca un objeto de madera con superficie plana sobre una base de madera en la mesa de trabajo, junto al transportador (Fig. 2).



Figura 2. Objeto con superficie plana colocado sobre una base de madera.

- Inclina la base lentamente hasta el punto en el que el objeto inicie su deslizamiento (Fig. 3).



Figura 3. Inclinación de la base hasta que el objeto comienza a deslizarse.

- En el transportador, toma la lectura del ángulo de inclinación ( $\theta$ ) justo en el cual el objeto comenzó a deslizarse, y regístralala en la Tabla 1.
- Repite este procedimiento dos veces más, de manera que obtengas tres datos con la misma superficie y el mismo objeto.
- Utiliza ahora la base y el objeto de superficie plana de vidrio, realizando el procedimiento por triplicado.
- Repite el paso anterior usando la superficie y el objeto de durapax.
- Auxiliándote de una calculadora científica, calcula el coeficiente de fricción estático utilizando el valor del ángulo de inclinación ( $\theta$ ), de acuerdo a la Ecuación 1. Calcula el promedio y la dispersión de los tres valores obtenidos con cada objeto.

$$\mu_e = \tan \theta \quad \text{Ec. 1}$$

**Tabla 1. Valores del ángulo de inclinación y del coeficiente de fricción estático de los materiales utilizados.**

Material de la base	Material del objeto	Superficie del objeto	Ángulo $\theta$ (°)	Coeficiente de fricción estático, $\mu_e$

Si es posible, repite el procedimiento utilizando bases y objetos de diferentes materiales.

Ten en cuenta que el coeficiente de fricción estático es una magnitud adimensional, es decir, no posee unidades de medida.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Se define como *fuerza de rozamiento* o *fuerza de fricción* entre dos superficies en contacto a aquella que se opone al movimiento entre ambas superficies (fuerza de fricción dinámica), o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (fuerza de fricción estática). Se genera debido a las imperfecciones, mayormente microscópicas, entre las superficies en contacto.

El perfil de la superficie de un cuerpo que aparece ser lisa a escala macroscópica, dista mucho de serlo a escala microscópica; el área real de las superficies en contacto es mucho menor que la real; por lo tanto, se producen adhesiones entre las zonas en contacto, que se deforman con el deslizamiento entre ambos cuerpos (Fig. 4). A escala atómica, mucho más precisa todavía, estas adhesiones y deformaciones se relacionan con interacciones de los átomos o las moléculas de la superficie del objeto con otros átomos o moléculas de la superficie con la que está en contacto o sobre la cual se desliza, pudiéndose incluso formar nuevos enlaces químicos.

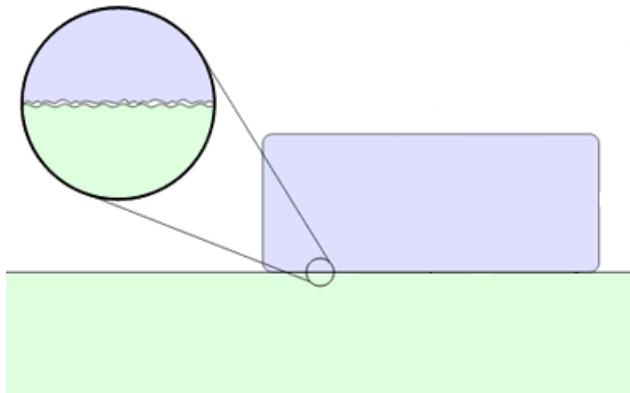


Figura 4. Ampliación de la superficie de contacto entre dos objetos planos.

Dejando de lado todas estas complicaciones a escala microscópica, para encontrar una expresión que considere solo la fuerza macroscópica de fricción, debemos tener en cuenta el coeficiente de fricción estático  $\mu_e$ , el cual calculamos en este experimento.

Al inclinar ligeramente la superficie sobre la cual colocamos el objeto, estamos aplicando una fuerza pequeña sobre éste, por lo que no llega a deslizarse, lo que indica que la fuerza de fricción  $F_f$  equilibra a la

fuerza aplicada. Al aumentar la inclinación, aumentamos también la fuerza aplicada, hasta llegar al momento en que conseguimos poner en movimiento al objeto.

Los factores que influyen en la fuerza de fricción son diversos, e incluyen la intensidad de la fuerza de contacto entre el objeto y la superficie, es decir, la fuerza normal ( $N$ ) que ejerce el plano sobre el objeto, y algunas propiedades de las superficies en contacto; estos factores son muy difíciles de cuantificar de forma operativa; sin embargo, con la determinación del coeficiente de fricción estático  $\mu_e$  debemos considerar que dicho coeficiente es proporcional a la fuerza de interacción normal entre la superficie y el objeto, y a la fuerza de fricción, tal como se plantea en la Ecuación 2:

$$F_f = \mu_e N \quad \text{Ec. 2}$$

El coeficiente de fricción estático  $\mu_e$  se determina calculando la tangente del ángulo de inclinación ( $\theta$ ) al cual el objeto entró en movimiento, de acuerdo a la Ecuación 1, la cual se deduce del diagrama de cuerpo libre del objeto en contacto con la base (Fig. 5), como se plantea a continuación:

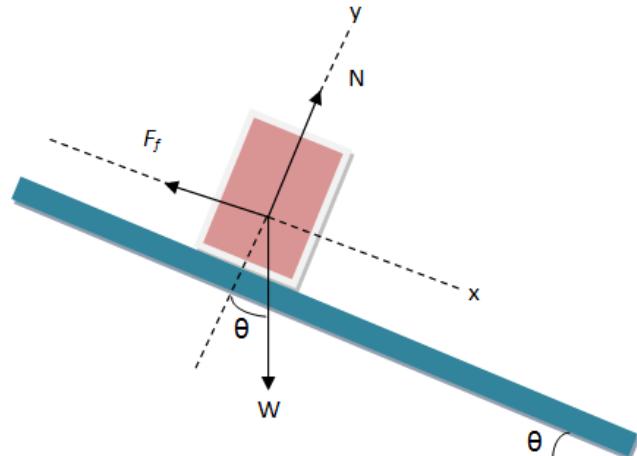


Figura 5. Diagrama de cuerpo libre del objeto en contacto con la base.

La sumatoria de fuerzas en x se plantea como:

$$\Sigma F_x = 0 = mg \operatorname{sen} \theta - \mu_e N \quad \text{Ec. 3}$$

Reordenando la Ecuación 3 tenemos:

$$\mu_e N = mg \operatorname{sen} \theta \quad \text{Ec. 4}$$

La sumatoria de fuerzas en  $y$  es:

$$\Sigma F_y = 0 = -mg \cos \theta + N \quad \text{Ec. 5}$$

Reordenando la Ecuación 5 tenemos:

$$N = mg \cos \theta \quad \text{Ec. 6}$$

Para deducir la Ecuación 1 se sustituye  $N$  en la Ecuación 4 por su correspondiente expresión de la Ecuación 6, y se simplifican los valores de  $m$  y  $g$ , así:

$$\mu_e N = mg \sin \theta$$

$$\mu_e \cancel{mg} \cos \theta = \cancel{mg} \sin \theta$$

$$\mu_e = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

$$\mu_e = \tan \theta$$

De esta forma, el peso, que es el producto de la masa del objeto por la gravedad, no aparece en la ecuación final para calcular el coeficiente de fricción estático.

Teóricamente, los valores del coeficiente de fricción estático oscilan entre 0 y 1. Ello implica que el ángulo máximo de inclinación para que el objeto comience a deslizarse es de  $45^\circ$ .

Si los objetos ruedan en lugar de deslizarse, tal como ocurre con un carrito o una canica, la fuerza de fricción sigue siendo estática a pesar de que el objeto esté en movimiento; esto se debe a que la superficie de contacto de un cuerpo rodante no se arrastra sobre la otra superficie, sino que únicamente se apoya en ella durante un breve instante. Por lo tanto, determinar el coeficiente de fricción estático con base al ángulo de inclinación en el cual el objeto empieza a rodar sería un error, debido a que en ese momento la fuerza de fricción no ha pasado de estática a cinética, sino que sigue siendo estática.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- La lectura del ángulo de inclinación debe tomarse sobre el borde inferior de la base, debido a que es

esta la que coincide con el valor inicial de  $0^\circ$  en el transportador. De esta manera, no es determinante el grosor de la base, siempre y cuando sea rígida y soporte el peso del objeto que le coloquemos encima.

- El coeficiente de fricción estático es independiente del peso del cuerpo, ya que a mayor peso, aumentan tanto la fuerza que tira del objeto hacia abajo, como la fuerza normal que genera el rozamiento. De este modo, un coeficiente de fricción dado entre dos cuerpos equivale únicamente a un ángulo determinado, que se conoce como *ángulo de rozamiento*.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para esta práctica se pide al estudiantado que realice sus mediciones por triplicado, con el fin de poder calcular el valor promedio y encontrar su dispersión de una forma práctica, la cual equivale a la incertezza asociada a la medición.

A continuación se da un ejemplo con valores hipotéticos, para que puedas orientar a tus estudiantes al momento de reportar sus datos.

Utilizando la Tabla 1 para reportar valores de una medición por triplicado nos queda:

**Tabla 1. Valores del ángulo de inclinación y del coeficiente de fricción estático de los materiales utilizados.**

Material de la base	Material del objeto	Superficie del objeto	Ángulo $\theta$ ( $^\circ$ )	Coeficiente de fricción estático, $\mu_e$
Madera	Madera	Plana	$36^\circ$	0.73
Madera	Madera	Plana	$42^\circ$	0.90
Madera	Madera	Plana	$39^\circ$	0.81

Calculando el promedio de los valores del coeficiente de fricción estático tendremos:

$$\text{promedio } \mu_e = \frac{0.73 + 0.90 + 0.81}{3} = 0.81$$

Para encontrar la dispersión que reportaremos como incertezza basta con ver cuál es la diferencia entre el valor mayor menos el valor menor, y el resultado se

divide entre dos. Para el caso, el valor mayor es 0.90 y el menor es 0.73, por lo que la incertezza será:

$$\text{incerteza} = \frac{0.90 - 0.73}{2} = \frac{0.17}{2} = 0.09$$

Para el ejemplo desarrollado, el coeficiente de fricción estático para la base de madera y el objeto de madera con superficie plana deberá reportarse como:

$$\mu_e = 0.81 \pm 0.09$$

De esta manera podrán hacerlo para las demás mediciones, independientemente del tipo del material del que sea la base y el objeto.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Física. Lección 3: DINÁMICA NEWTONIANA. Pág. 36 – 54. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Slisko, J. (2013). *Física 1* (3<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

Wilson, J. y Buff, A. (2007). *Física* (7<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

es.wikibooks.org. *Física / Estática / Rozamiento*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/l0f5SX>

hyperphysics.phy-astr.gsu.edu. *Coeficiente de fricción*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/OeQlzs>

## OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

La fuerza de empuje.

# LA FUERZA DE EMPUJE



## INTRODUCCIÓN

Cuando nos sumergimos en una piscina pareciera que nuestro cuerpo pesa menos; cuando sumergimos un objeto en un vaso contenido un líquido, podemos ver que su nivel sube, e incluso, si el vaso está lleno se derrama cierta cantidad del líquido. Podemos entonces decir que al sumergir un cuerpo en un líquido, el cuerpo desplaza parte del líquido, a la vez que experimenta un empuje vertical hacia arriba que aligera su peso. Esta es la base de un principio físico llamado **Principio de Arquímedes**.

Arquímedes, quien fue un notable matemático y físico griego del siglo III antes de Cristo, se percató de este fenómeno mientras se bañaba en una tina llena de agua, ya que al momento de sumergirse observó cómo el agua se derramaba, lo que lo llevó a postular el principio que lleva su nombre, y que establece que *todo cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del líquido desalojado*.

Este principio, el cual abordaremos en este experimento, está basado fundamentalmente en la fuerza de empuje que experimenta un cuerpo cuando se sumerge total o parcialmente en un líquido.

## INDICADORES DE LOGRO

- Experimenta y analiza el comportamiento de algunos objetos sumergidos en un líquido, para identificar y explicar la fuerza de empuje, el peso real y aparente de un cuerpo.
- Indaga, analiza e interpreta con seguridad ejemplos de la vida cotidiana donde se aplica el principio de Arquímedes.

## OBJETIVOS

- Comprender los principios físicos de la hidrostática que se aplican a los cuerpos sumergidos en un fluido.
- Realizar la medición de la fuerza de empuje y del peso aparente de un cuerpo que esté totalmente sumergido en un líquido.

Equipo	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamómetro</li> <li>• Calculadora científica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesas de diferentes materiales</li> <li>• Tres beaker de 250 mL</li> <li>• 200 mL de agua</li> <li>• 200 mL de alcohol etílico</li> <li>• 200 mL de aceite comestible</li> <li>• Tres probetas de 100 mL</li> <li>• Papel toalla</li> </ul>

## PROCEDIMIENTO

- Utilizando un dinamómetro, verifica el peso real de la primera muestra metálica (Fig. 1). Si no cuentas con pesas estándar para dinamómetro puedes utilizar muestras metálicas que se puedan pesar en el dinamómetro (por ejemplo, puedes utilizar un clic como gancho para poder colgar la muestra en el dinamómetro). Anota el *peso real* de la muestra 1 en la Tabla 1, con su respectiva incertezza.



Figura 1. Determinación del peso real de la muestra.

- Coloca 200 mL de agua potable en un beaker de 250 mL, y manteniendo colgada la muestra metálica del dinamómetro, sumérgela totalmente dentro del agua; toma la lectura del peso (Fig. 2). Registra este peso con su incertezza en la Tabla 1 como *peso aparente*.



Figura 2. Determinación del peso aparente de la muestra sumergida totalmente en agua.

- Repite el mismo procedimiento para determinar el peso real y peso aparente en agua de la

segunda muestra metálica, y luego de la tercera muestra; registra los datos en la Tabla 1.

- Vierte 200 mL de aceite en otro beaker de 250 mL, y realiza la medición del peso aparente de las tres muestras metálicas que utilizaste en el procedimiento anterior, teniendo el cuidado de secarlas antes de sumergirlas en el aceite.
- En otro beaker de 250 mL coloca 200 mL de alcohol etílico, y determina el peso aparente de las tres muestras metálicas, teniendo siempre el cuidado de limpiar las muestras antes de sumergirlas en el alcohol.
- Determina el valor de la *fuerza de empuje* con su incertezza para cada muestra sumergida en cada fluido, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Fuerza de empuje} = \text{peso real} - \text{peso aparente}$$

Tabla 1. Peso real, peso aparente y fuerza de empuje para las muestras metálicas sumergidas en diferentes fluidos.

Fluido	Muestra	Peso real (N)	Peso aparente (N)	Fuerza de empuje (N)
Agua	1			
	2			
	3			
Aceite	1			
	2			
	3			
Alcohol Etílico	1			
	2			
	3			

- Considera los valores de fuerza de empuje obtenidos para las tres muestras, y analízalos por separado en cada fluido, para que identifiques el sentido de proporcionalidad entre el peso de un cuerpo y la fuerza de empuje.
- Investiga las densidades del agua, alcohol etílico y aceite, y analiza los valores de fuerza de empuje por separado para cada muestra en los diferentes fluidos, e identifica cuál es la proporcionalidad entre el peso de un cuerpo y la densidad del fluido en el que se sumerge.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Sobre un cuerpo sumergido en un líquido actúan dos fuerzas verticales: el *peso*, que actúa hacia abajo, y el *empuje*, que actúa hacia arriba. El peso es la fuerza que resulta de la acción de atracción que ejerce la gravedad sobre el cuerpo, mientras que el empuje es la fuerza que actúa hacia arriba reduciendo el peso del objeto cuando éste se encuentra en el líquido. Estas dos fuerzas no tienen en principio el mismo valor, ni están aplicadas necesariamente en el mismo punto.

Para saber si un cuerpo flota al sumergirlo en un líquido es necesario conocer ambos valores de *peso específico*; este se obtiene al dividir el peso entre el volumen de un cuerpo. Esto da origen a tres casos posibles:

- Si el peso es mayor que el empuje ( $P > E$ ), el cuerpo se hunde. En este caso, el peso específico del cuerpo es mayor que el del líquido (Fig. 3 a).
- Si el peso es igual que el empuje ( $P = E$ ), el cuerpo no se hunde ni emerge. En este caso, el peso específico del cuerpo es igual al del líquido (Fig. 3 b).
- Si el peso es menor que el empuje ( $P < E$ ), el cuerpo flota. En este caso, el peso específico del cuerpo es menor que el del líquido (Fig. 3 c).

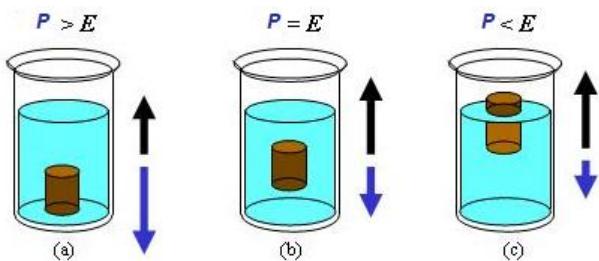


Figura 3. Comportamiento de un objeto cuando es sumergido en un líquido.

La mayoría de las veces se aplica el *Principio de Arquímedes* al comportamiento de los objetos en agua, explicando por qué los objetos flotan o se hunden, y por qué parecen ser más ligeros en este medio.

La explicación del Principio de Arquímedes abarca el estudio de las fuerzas sobre una porción de fluido

que está en equilibrio con el resto del fluido; por ende, la resultante de las fuerzas debidas a la presión se debe anular con el peso de dicha porción de fluido. A esta resultante se le llama *fuerza de empuje*, y su punto de aplicación es el centro de masa de la porción de fluido, denominado *centro de empuje*.

Además, el Principio de Arquímedes comprende la sustitución de cierta porción de fluido por un cuerpo sólido de la misma forma y dimensiones. Las fuerzas debidas a la presión no cambian, por tanto, su resultante, es decir, el empuje, es la misma y actúa en el mismo punto (centro de empuje).

Lo que sí cambia es el peso del cuerpo sólido y su centro de masa, que puede o no coincidir con el centro de empuje, debido a que la fuerza de empuje tiene su origen en la diferencia de presión entre la parte superior y la parte inferior del cuerpo sumergido en el fluido.

En los casos más simples supondremos que el sólido y el fluido son homogéneos, y por tanto coincide el centro de masa del cuerpo con el centro de empuje.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- En realidad el volumen de fluido utilizado no es determinante para el experimento, y por tanto puede variar; lo que sí es importante es que la muestra metálica quede totalmente sumergida en el líquido. Si cuentas en el centro escolar con beaker de menor capacidad, puedes realizar el experimento ocupando un volumen menor de fluido; como alternativa podrías incluso utilizar frascos de vidrio.
- El tipo de muestras y de líquidos utilizados también puede variar; en términos generales diremos que podrás utilizar cualquier muestra que tenga mayor densidad que el líquido, de lo contrario no lograrás sumergirla directamente; por ejemplo, si utilizas una muestra de madera no será posible sumergirla directamente en el agua.

- Es importante que las pesas o muestras metálicas utilizadas sean limpiadas antes de sumergirlas en un líquido diferente, para lo cual se puede utilizar papel toalla o un paño limpio; esto con el fin de mantener la pureza del líquido, y por ende su densidad; de esta forma obtendremos un valor más exacto de la fuerza de empuje.
- Al finalizar la práctica utiliza un recipiente para almacenar el aceite y otro para el alcohol etílico, ya que los puedes reutilizar en futuras ocasiones.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presentan, a manera de ejemplo, algunos valores posibles que se pueden obtener como resultado de este experimento. En este caso la incertezza de la medición se determina tomando la menor división de la escala del dinamómetro y dividiéndola entre dos, o bien como la mitad de su precisión; por ejemplo, si el valor menor de la escala es 0.1 N, la incertezza será de 0.05 N. Recuerda que a pesar de que las magnitudes de fuerza se resten, la incertezza debe sumarse.

**Tabla 1. Peso real, peso aparente y fuerza de empuje para las muestras metálicas sumergidas en diferentes fluidos.**

Fluido	Muestra	Peso real (N)	Peso aparente (N)	Fuerza de empuje (N)
Agua	1	0.55 ± 0.05 N	0.29 ± 0.05 N	0.26 ± 0.10 N
	2	0.72 ± 0.05 N	0.37 ± 0.05 N	0.35 ± 0.10 N
	3	0.89 ± 0.05 N	0.47 ± 0.05 N	0.42 ± 0.10 N
Aceite	1	0.55 ± 0.05 N	0.31 ± 0.05 N	0.24 ± 0.10 N
	2	0.72 ± 0.05 N	0.40 ± 0.05 N	0.32 ± 0.10 N
	3	0.89 ± 0.05 N	0.49 ± 0.05 N	0.40 ± 0.10 N
Alcohol Etílico	1	0.55 ± 0.05 N	0.34 ± 0.05 N	0.21 ± 0.10 N
	2	0.72 ± 0.05 N	0.44 ± 0.05 N	0.28 ± 0.10 N
	3	0.89 ± 0.05 N	0.52 ± 0.05 N	0.37 ± 0.10 N

La fuerza de empuje que experimenta un cuerpo depende de la densidad del líquido en el que se sumerge.

Los valores de densidad a 25 °C de los líquidos utilizados en esta práctica son:

- Agua: 1.00 g/mL
- Aceite: ~0.92 g/mL
- Alcohol etílico: 0.79 g/mL

Como se puede apreciar, mientras mayor es el peso de la muestra, mayor es la fuerza de empuje, es decir, su proporcionalidad es directa.

Al comparar la densidad de los fluidos con la fuerza de empuje para una determinada muestra, por ejemplo para la muestra 1 con un peso real de 0.55 N, observamos que el valor de la fuerza de empuje disminuye de 0.26 N en agua (densidad = 1.00 g/mL) a 0.24 N en aceite (densidad = ~0.92 g/mL), y luego a 0.21 N en alcohol etílico (densidad = 0.79 g/mL); por lo tanto, podemos concluir que a medida que disminuye la densidad del líquido, también disminuye la fuerza de empuje, o lo que es lo mismo, mientras mayor sea la densidad del fluido, mayor será la fuerza de empuje. Por lo tanto, podemos concluir que la densidad del líquido y la fuerza de empuje son dos magnitudes directamente proporcionales.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Física. Lección 7: FLUIDOS ESTÁTICOS. Pág. 103 – 119. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Tippens, P. (2011). *Física. Conceptos y Aplicaciones* (7<sup>a</sup> Edición). México: Mc Graw-Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.

Hewitt, P. (2009). *Fundamentos de Física Conceptual* (1<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

[www.educarchile.cl](http://www.educarchile.cl) (noviembre 2013). *El Principio de Arquímedes.* Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/SFe8fH>

[www.sh.ehu.es](http://www.sh.ehu.es). *Principio de Arquímedes.* Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/yU51w>

## OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

La fuerza de fricción.

# LA DINÁMICA DEL CALOR

Tiempo estimado: Dos horas clase



## INTRODUCCIÓN

Las curvas de enfriamiento son una representación gráfica de la temperatura ( $T$ ) de un material o una sustancia frente al tiempo ( $t$ ), conforme este se enfría. Un eje de la gráfica, usualmente el eje  $x$ , es el del valor del tiempo, mientras que la temperatura se representa mediante el otro eje.

Una curva de enfriamiento por lo regular tiene una pendiente hacia abajo (partiendo de izquierda a derecha) conforme la temperatura desciende con el paso del tiempo. En el caso particular del agua, la temperatura disminuye con una rapidez uniforme conforme se enfría, hasta que alcanza la temperatura ambiente.

Recuerda que el calor es una forma de energía; por tanto, el calor que está perdiendo la sustancia, lo está absorbiendo el medio.

En este experimento construiremos la curva de enfriamiento de algunas sustancias líquidas; con los datos de temperatura y tiempo obtenidos construirás las gráficas, que luego deberás analizar para sacar tus conclusiones sobre qué sustancias permanecen calientes por más tiempo.

## INDICADORES DE LOGRO

- Explica correctamente y con interés la diferencia entre calor y temperatura.
- Demuestra creativamente y describe con responsabilidad los diferentes mecanismos de transferencia de calor.
- Describe y experimenta con creatividad el comportamiento que describe una sustancia cuando se enfría.

## OBJETIVOS

- Construir curvas de enfriamiento de diferentes líquidos, como agua, aceite, etanol, entre otros.
- Analizar el comportamiento de los diferentes procesos termodinámicos que ocurren en la naturaleza y en las actividades de la vida cotidiana.

Equipo	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cronómetro</li> <li>• Termómetro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 mL de agua</li> <li>• 100 mL de aceite</li> <li>• 100 mL de etanol</li> <li>• Tres probetas de 100 mL</li> <li>• Tres beaker de 250 mL</li> <li>• Mechero (Bunsen o de alcohol)</li> <li>• Fósforos</li> <li>• Trípode</li> <li>• Malla de asbesto</li> <li>• Regla</li> <li>• Hoja de papel milimetrado</li> <li>• Lápices de color</li> </ul>

## PROCEDIMIENTO

1. Utilizando una probeta, mide 100 mL de agua potable y viértelos en un beaker de 250 mL.
2. Coloca el beaker sobre la malla de asbesto que esté dispuesta sobre un trípode (puedes utilizar como alternativa un soporte con un aro metálico, según los recursos con que cuente tu centro escolar).
3. Utilizando un mechero Bunsen o de alcohol (Fig. 1) calienta el agua que está en el beaker hasta alcanzar una temperatura de 70 °C. Debes tener cuidado al encender el mechero, y utilízalo con precaución.



Figura 1. Calentamiento del agua contenida en el beaker.

4. Al alcanzar los 70 °C, retira y apaga el mechero, y mide la temperatura del agua cada dos minutos (utilizando cronómetro), hasta completar un tiempo total de 20 minutos. Cuando midas la temperatura ten cuidado de sumergir completamente el bulbo del termómetro en el agua, pero sin tocar las paredes internas del beaker.
5. Repite el procedimiento usando aceite comestible, y luego alcohol (etanol). Si cuentas con el tiempo suficiente puedes hacerlo incluso con café, té, leche, atol, o cualquier bebida

caliente que tengas curiosidad por saber cuánto se demora en enfriarse.

6. Para cada caso, reporta los datos obtenidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Temperaturas medidas a intervalos de 2 min, hasta un máximo de 20 min.

Tiempo (min)	Temperatura (°C)		
	Agua	Aceite	Alcohol
0 min			
2 min			
4 min			
6 min			
8 min			
10 min			
12 min			
14 min			
16 min			
18 min			
20 min			

7. En una página de papel milimetrado, traza las gráficas de Temperatura ( $T$ ) en función del tiempo ( $t$ ) de cada sustancia, ubicando la temperatura en el “eje y” o eje de las ordenadas, y el tiempo en el “eje x” o eje de las abscisas. Utiliza un color diferente para el trazo que describe la curva de enfriamiento de cada sustancia.
8. Compara las curvas de enfriamiento de las sustancias que utilizaste, y determina cuál de ellas permanece caliente por más tiempo.
9. Finalmente, copia los datos de la Tabla 1 y pega la página de papel milimetrado con la gráfica de las curvas de enfriamiento en tu *Cuaderno de Laboratorio*. Escribe además las conclusiones que hayas obtenido de la interpretación de la gráfica.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Isaac Newton encontró que la temperatura de un objeto caliente disminuye a una velocidad proporcional a la diferencia entre la temperatura del objeto y la temperatura del entorno. Este enunciado se conoce como *Ley de Enfriamiento de Newton*, la cual establece que cuando la diferencia de temperaturas entre un cuerpo y su medio ambiente no es demasiado grande, el calor transferido por unidad de tiempo hacia el cuerpo o desde el cuerpo por conducción, convección y radiación, es aproximadamente proporcional a la diferencia de temperatura entre el cuerpo y dicho medio externo, siempre y cuando este último mantenga constante su temperatura durante el proceso de enfriamiento. En ese sentido, un objeto más frío que sus alrededores se calienta a una velocidad proporcional a la diferencia misma.

Diversos factores pueden influir en el progreso de una curva de enfriamiento. Entre los más importantes están la temperatura inicial de la sustancia en enfriamiento y la temperatura del ambiente a la que el calor de la sustancia comienza a fluir. Otros factores como la presión y el volumen de la sustancia en enfriamiento también pueden afectar drásticamente la curva.

Existe una variedad de métodos para realizar curvas de enfriamiento. Los métodos más prácticos involucran la adición de calor a una sustancia, teniendo control de la temperatura; haciendo uso de un termómetro se crea un registro de la temperatura de la sustancia en intervalos regulares, y luego se grafica la temperatura en función del tiempo (Fig. 2).

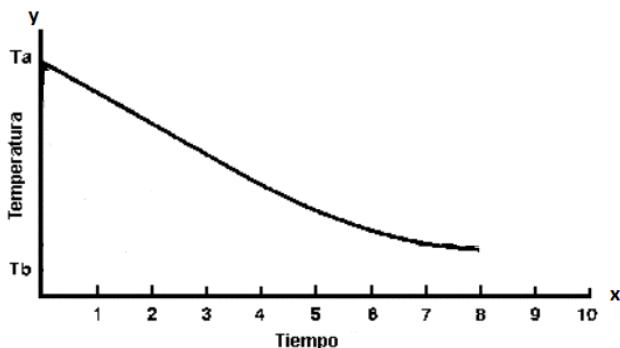


Figura 2. Gráfica de temperatura en función del tiempo que muestra una curva de enfriamiento.

La rapidez con que una sustancia se enfriá está relacionada con la capacidad calorífica de dicha sustancia, y ésta a su vez depende de la existencia de mecanismos de acumulación de energía, a través de la excitación de vibraciones de los átomos que componen dicha sustancia, o de la excitación de los electrones a los niveles superiores de energía. Mientras mayor sea la ocurrencia de estos fenómenos a nivel atómico, mayor será la capacidad calorífica de la sustancia, y por ende almacenará el calor por más tiempo, demorándose más su enfriamiento.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- Al momento de calentar el líquido, coloca el mechero (ya sea Bunsen o de alcohol) de manera que la llama quede a unos 5 cm de distancia de la malla de asbesto sobre la que está colocado el beaker, esto con el fin que se caliente en el menor tiempo posible. Esto se vuelve fácil cuando se está usando el soporte con un aro metálico, ya que basta con ajustarlo a la altura deseada; al utilizar un trípode, puede volverse un poco complicado, debido a que la altura del trípode es fija; si el trípode es demasiado alto puede utilizar una base de un material no inflamable para colocar el mechero, o bien pedir a alguien que lo mantenga cerca manualmente; sin embargo evalúa si existe algún riesgo, ya que es preferible demorarse un poco más de tiempo en calentar la sustancia, que ocasionar un accidente.
- Cuando se mida la temperatura de la sustancia se aconseja no tocar las paredes internas del beaker con el bulbo del termómetro, ya que podría determinarse un valor diferente de temperatura debido a la diferencia entre la capacidad calorífica del vidrio con la de la sustancia empleada; recuerde que el experimento trata sobre la curva de enfriamiento de algunas sustancias líquidas, y no del vidrio.
- Ten en cuenta que en este experimento hay tres formas en las que se disipa el calor: radiación,

convección y evaporación; en un sentido estricto, la evaporación es en realidad una forma de transferencia de masa, por ende habrán menos partículas excitadas, por lo que se perderá calor de forma indirecta. La pérdida de calor por evaporación jugará un papel más importante a temperaturas más altas, cuando la sustancia esté cerca de su punto de ebullición.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los datos obtenidos en el experimento se deberán representar gráficamente para apreciar la naturaleza de la curva a medida que transcurre el tiempo; dicha representación constituye la curva de enfriamiento de cada sustancia. La gráfica obtenida deberá ser similar a la que se muestra en la Figura 2.

El rango de tiempo en el cual se toman las lecturas de temperatura puede ser más amplio del que se ha considerado en este experimento (20 min), el cual ha sido estipulado considerando el tiempo disponible para realizar la práctica con diferentes sustancias; además, a medida que avanza el tiempo, la curva tiende a convertirse en una recta paralela al “eje x”, a medida que se acerca a la temperatura del ambiente.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Física. Lección 5: TERMODINÁMICA I. Pág. 68 – 84. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Tippens, P. (2011). *Física. Conceptos y Aplicaciones* (7<sup>a</sup> Edición). México: Mc Graw–Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.

Hewitt, P. (2009). *Fundamentos de Física Conceptual* (1<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

es.scribd.com. *Curva de enfriamiento de Newton*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/e0jfr6>

www.sh.ehu.es. *Ley de enfriamiento de Newton*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/NQZNVI>

## OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

Aprendamos a medir.

# CALCULEMOS LA GRAVEDAD DE LA TIERRA



## INTRODUCCIÓN

El valor que suele aceptarse internacionalmente como promedio para la aceleración gravitatoria de la tierra es de  $9.806650 \text{ m/s}^2$ .

En El Salvador, al igual que en cualquier país del mundo, es importante contar con un valor preciso de la aceleración de la gravedad, debido a la incidencia que tiene sobre el campo de la geofísica en la investigación de la existencia de mantos acuíferos subterráneos y fuentes geotérmicas, dado que, para estas y otras aplicaciones, se diseñan modelos matemáticos que utilizan el valor de la gravedad.

Es por ello que en esta práctica determinaremos el valor de la aceleración de la gravedad a partir del periodo de un péndulo simple, midiendo el tiempo que tarda en realizar cierto número de oscilaciones. El valor del período se calcula a partir del valor promedio de los tiempos para longitudes distintas de un hilo del que cuelga una masa. Con estas medidas se estudia la relación entre el período del péndulo y la longitud del hilo, y finalmente se logra estimar el valor de la aceleración de la gravedad.

## INDICADORES DE LOGRO

- Describe e interpreta correctamente las características del péndulo simple.
- Experimenta el comportamiento ondulatorio del movimiento armónico simple.
- Indaga y describe con seguridad las relaciones matemáticas involucradas en el cálculo de la aceleración de la gravedad.

## OBJETIVOS

- Identificar las diferentes variables físicas involucradas en el movimiento oscilatorio de un péndulo simple.
- Determinar con exactitud y precisión la magnitud de la aceleración de la gravedad en nuestro entorno.

Equipo	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cronómetro</li> <li>• Calculadora científica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regla de 1 m</li> <li>• Transportador</li> <li>• 1.5 m de cordel</li> <li>• Una bolsa plástica de media libra</li> <li>• Arena o tierra</li> </ul>

## PROCEDIMIENTO

- Para construir un péndulo simple utiliza un cordel de aproximadamente 1.5 m de largo y una bolsa plástica de media libra, a la que debes echarle un poco de arena o tierra (aproximadamente la mitad de la capacidad de la bolsa).
- Amarra un extremo del cordel a un punto fijo en una altura apropiada para que el péndulo pueda oscilar libremente (Fig. 1).

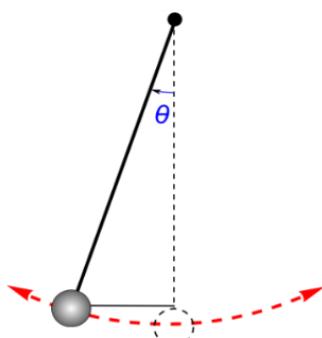


Figura 1. Oscilación del péndulo simple.

- En el otro extremo del cordel amarra la bolsa con arena o tierra.
- Determina la longitud  $L$  del péndulo, midiendo la longitud exacta del cordel desde el extremo de donde está sujeto hasta el extremo en donde amarraste la bolsa. Lo ideal es que esta longitud tenga un valor cercano a 1 m. Registra la medición en la Tabla 1.

Tabla 1. Longitud del péndulo.

Longitud (m)	
--------------	--

- Separa el péndulo de la posición vertical un ángulo pequeño (menor a 10°) y déjalo oscilar libremente, teniendo cuidado de verificar que la oscilación se produzca en un plano vertical.
- Cuando estés seguro de que las oscilaciones son regulares, pon en marcha el cronómetro y cuenta el tiempo ( $t$ ) de 10 oscilaciones completas a partir de la máxima separación del

equilibrio (una oscilación completa dura el tiempo de ida y vuelta hasta la posición donde se comenzó a medir el tiempo).

- Repite la medida anterior un total de cinco veces, registrando los valores obtenidos en la tabla 2.
- Calcula el periodo  $T$  del péndulo dividiendo el tiempo medido entre el número de oscilaciones (10). Utiliza la Ecuación 1.

$$T = \frac{t}{\text{número de oscilaciones}} \quad \text{Ec. 1}$$

- A partir de la longitud del péndulo (Tabla 1), calcula el valor de la gravedad ( $g$ ) para cada valor de período obtenido, utilizando la Ecuación 2:

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \quad \text{Ec. 2}$$

Tabla 2. Valores de tiempo (t), período (T) y gravedad.

Observación	Tiempo (s)	Período (s)	Gravedad (m/s <sup>2</sup> )
1			
2			
3			
4			
5			

- Obtén el promedio de los valores de gravedad, y regístralos en la Tabla 3. Para reportar la incertezza de este valor puedes hacer uso de la desviación estándar, la cual puedes obtener de la resta del valor mayor menos el menor, y dividiendo ese resultado entre dos.

Tabla 3. Valor promedio de gravedad con incertezza.

Gravedad (m/s <sup>2</sup> )	
------------------------------	--

## FUNDAMENTO TEÓRICO

El péndulo simple es una aproximación matemática sin representación física posible, debido a que considera un sistema ideal constituido por una partícula de masa “ $m$ ” suspendida de un hilo inextensible de masa despreciable, que puede oscilar en torno a una posición de equilibrio. No obstante, una aproximación aceptable del péndulo simple es el que se considera en esta práctica, constituido por un objeto de reducidas dimensiones suspendido de un hilo inextensible y de masa despreciable comparada con la del objeto.

Cuando el objeto se deja en libertad desde cierto ángulo inicial con la vertical, comienza a oscilar de lado a lado periódicamente. Cuando el ángulo de desviación máximo respecto de la vertical es pequeño (en la práctica menor a  $10^\circ$ ), el péndulo oscila con *movimiento armónico simple* alrededor del punto de equilibrio ( $O$ ), el cual es un movimiento vibratorio bajo la acción de una fuerza recuperadora elástica, proporcional al desplazamiento y en ausencia de todo rozamiento. En este caso, el período  $T$  resulta ser independiente del ángulo inicial, es decir, el ángulo donde se libera el péndulo, y depende únicamente de la longitud  $L$  del péndulo y de la aceleración de la gravedad ( $g$ ). Ver Fig. 2.

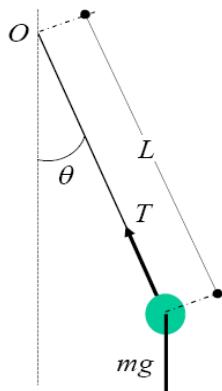


Figura 2. Componentes de un péndulo simple.

Debido a la relación entre el período y la aceleración de la gravedad, el péndulo simple es un dispositivo preciso y adecuado para medir el valor de la gravedad, puesto que la longitud y el período pueden medirse fácilmente.

El período de oscilación  $T$  alrededor de la posición de equilibrio del péndulo simple está dado por la Ecuación 3:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \text{Ec. 3}$$

Siendo  $L$  la longitud medida desde el punto de suspensión hasta la masa puntual, y  $g$  la aceleración de la gravedad en el lugar donde se ha instalado el péndulo, para calcularla se debe despejar de la Ecuación 3, procediendo de la siguiente manera:

$$\frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Elevando al cuadrado para eliminar el radical tendremos:

$$\frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{L}{g}$$

Finalmente, al despejar  $g$  de la ecuación anterior nos queda:

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$$

Existen variadas formas de calcular el valor de la aceleración de gravedad; sin embargo, el método de registrar el número de oscilaciones del péndulo simple empleado en esta práctica es fácil de aplicar, y nos brinda un dato preciso.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- La longitud y la masa del péndulo pueden ser variables. Se ha determinado que al utilizar una longitud igual o mayor a un metro se disminuye el error en la medición. La masa, al no aparecer en la ecuación para determinar la gravedad, no se considera determinante; se ha recomendado utilizar una bolsa plástica de media libra conteniendo arena o tierra, para lograr que su masa sea apreciablemente mayor a la del cordel; aunque, si lo prefieres, puedes utilizar otro objeto de masa adecuada que pueda sujetar al péndulo.

- Se recomienda que la amplitud del período de oscilación sea pequeña, de preferencia menor a  $10^\circ$ , con el fin que la oscilación sea estable y ocurra únicamente en el plano vertical; además, la fuerza de fricción debida al aire se minimiza, al punto que se puede despreciar.
- El número de oscilaciones medidas para determinar el período puede variar; en la práctica se recomienda que se contabilicen 10 períodos, con el fin de obtener un dato que sea estadísticamente representativo.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A manera de ejemplo se presentan las tablas con datos que pueden obtenerse en la práctica.

**Tabla 1. Longitud del péndulo.**

Longitud (m)	1.02 m
--------------	--------

**Tabla 2. Valores de tiempo (t), período (T) y gravedad.**

Observación	Tiempo (s)	Período (s)	Gravedad ( $m/s^2$ )
1	40.50 s	2.03 s	9.77 $m/s^2$
2	39.90 s	2.00 s	10.07 $m/s^2$
3	40.40 s	2.02 s	9.87 $m/s^2$
4	40.20 s	2.01 s	9.97 $m/s^2$
5	40.00 s	2.00 s	10.07 $m/s^2$

El valor promedio de la gravedad es  $9.95 \text{ m/s}^2$ . El valor mayor es  $10.07 \text{ m/s}^2$ , mientras que el menor es  $9.77 \text{ m/s}^2$ ; la desviación que será reportada como incertezza se obtiene restando el valor mayor menos el menor, y dividiendo el resultado entre dos.

$$\text{incerteza} = \frac{(10.07 - 9.77) \frac{m}{s^2}}{2}$$

$$\text{incerteza} = \frac{0.30 \frac{m}{s^2}}{2}$$

$$\text{incerteza} = 0.15 \frac{m}{s^2}$$

**Tabla 3. Valor promedio de gravedad con incerteza.**

Gravedad ( $m/s^2$ )	$9.95 \pm 0.15 \text{ m/s}^2$
----------------------	-------------------------------

Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:

Material de Autoformación e Innovación Docente: Física. Lección 3: DINÁMICA NEWTONIANA. Pág. 36 – 54. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Material de Autoformación e Innovación Docente: Física. Lección 9: ONDAS MECÁNICAS. Pág. 134 – 159. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Ribeiro, A. y Alvarenga, B. (1998). *Física General* (4<sup>a</sup> Edición). México: Oxford University Press / Harla México S.A. de C.V.

Hewitt, P. (2009). *Fundamentos de Física Conceptual* (1<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

astrojem.com. *La fuerza de gravedad*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/kSxXEm>

personales.upv.es. *Mediciones absolutas y relativas de la gravedad*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/mVVg7u>

## OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

La fuerza de empuje.

La fuerza de fricción.

# ASÍ SE COMPORTA LA ELECTRICIDAD



## INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos la especie humana conoció los efectos de la electricidad, particularmente los rayos que se originan en las tormentas, y que son una manifestación impresionante de la electricidad en acción. Pero fue hasta el siglo XIX que comenzó el estudio científico de la electricidad con el descubrimiento del electrón y del protón, partículas constituyentes del átomo, responsables directos del comportamiento eléctrico de la materia; de estas dos partículas, los electrones son los responsables directos de las manifestaciones de la electricidad.

En el siglo XX, la electricidad se convirtió en el soporte fundamental del desarrollo de la sociedad, y condujo a cambios radicales en la industria y en las actividades de la vida cotidiana.

La corriente eléctrica se define como un flujo de electrones que se desplaza a través de un conductor; de acuerdo a la forma en que se conduce la corriente en una instalación eléctrica, se tiene tres tipos de circuitos: en *serie*, donde los componentes están conectados en el mismo cable, por tanto son atravesados por la misma corriente; en *paralelo*, donde la corriente llega a cada componente a través de rutas independientes; y *mixto*, que es una combinación de ambos.

## INDICADORES DE LOGRO

- Identifica y clasifica con exactitud algunos materiales en conductores o aislantes de cargas eléctricas.
- Construye e identifica con seguridad el movimiento continuado de las cargas libres en un circuito eléctrico cerrado.
- Construye y explica con creatividad circuitos eléctricos conectados en serie y en paralelo.
- Describe los beneficios que tiene la electricidad en la vida cotidiana.

## OBJETIVOS

- Conocer los diferentes materiales para el montaje de circuitos básicos en un protoboard.
- Construir circuitos eléctricos en serie y en paralelo, identificando y describiendo las propiedades de los diversos componentes.

### Materiales

- Breadboard
- Dos cables conectores de 22 AWG
- Tres resistores de 330 ohmios
- Tres LED
- Una pila de 9 V
- Conectores con broche para la pila

## PROCEDIMIENTO

### A. Circuito en serie

- Coloca un cable conector entre el bus y una de las pistas en la breadboard para establecer un puente, a continuación coloca un resistor de 330 ohmios, y luego otro puente, de manera que te quede un área de interconexión adecuada para colocar los LED (Fig. 1).

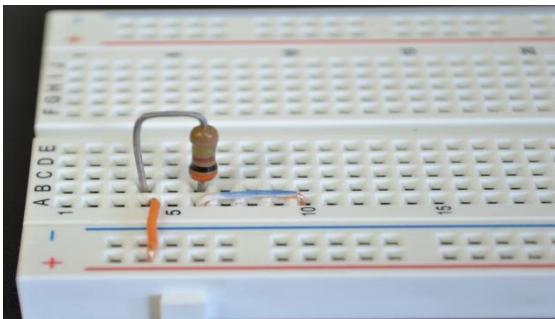


Figura 1. Colocación de los conectores en la breadboard.

- Si no cuentas con conectores estándar, puedes cortar pedazos de cable de 22 AWG de un tamaño adecuado para hacer la conexión (puedes utilizar del alambre que viene dentro del cable UTP que se utiliza en las conexiones telefónicas y de redes computacionales). Realiza un pequeño corte del aislante en ambos extremos del cable, y retira los pedazos de aislante (Fig. 2); luego inserta los conectores en la breadboard.



Figura 2. Elaboración de cables conectores.

- Inserta las conexiones de los tres LED tal como se muestra en la Figura 4, de manera que queden conectados en serie, y que coincida con el puente que has colocado.
- Ten cuidado al conectar los LED; debes colocar sus polos de acuerdo al flujo de la corriente eléctrica, de lo contrario no funcionarán. Para identificar los polos del LED fíjate en su longitud: el polo positivo (ánodo) es más largo

que el polo negativo (cátodo); además, el cátodo tiene un borde plano (Fig. 3).

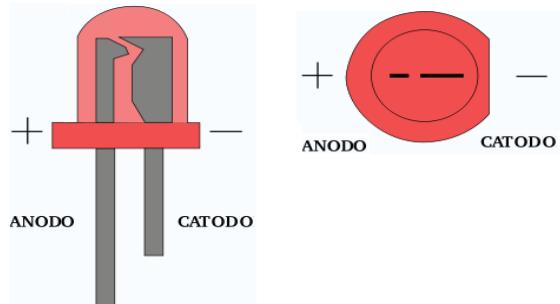


Figura 3. Partes de un LED.

- Conecta los broches a la pila de 9 V. El cable rojo debe ir conectado al ánodo (polo +) y el negro al cátodo (polo -). Luego inserta los cables de la pila al bus de alimentación de la breadboard, de manera que coincidan con los conectores del puente que colocaste inicialmente (Fig. 4). El cable rojo debe ir conectado en la columna positiva del bus, mientras que el cable negro en dirección de la conexión del último LED.

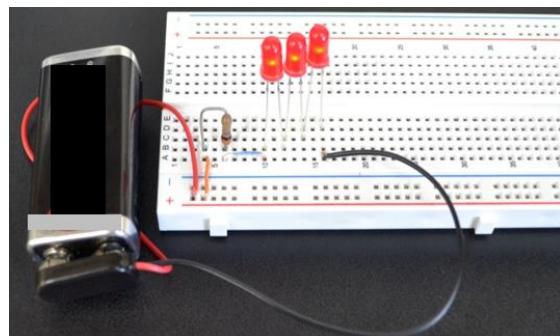


Figura 4. Colocación en serie de los LED.

- Verifica si los tres LED se han iluminado; luego procede a retirar el LED de en medio. Observa lo que sucede y contesta:
  - Los LED que quedaron en la breadboard, ¿se apagaron o quedaron encendidos?
  - Con base a la respuesta de la pregunta anterior, ¿a qué se debe que ocurra este fenómeno?
- Coloca de nuevo el LED en su lugar, y luego retira uno de los otros dos LED. Observa lo que ocurre y responde:
  - Los LED que quedaron en la breadboard, ¿se apagaron o quedaron encendidos?

- ¿A qué se debe que los LED se apaguen o queden encendidos?
8. Anota en tu *Cuaderno de Laboratorio* las conclusiones que hayas sacado de la trayectoria que sigue la corriente eléctrica en un circuito en serie.

### B. Circuito en paralelo

1. Coloca ahora los tres LED en orificios contiguos, y procede a conectar la alimentación de la pila de 9 V en la breadboard (Fig. 5). Verifica si han encendido todos los LED.

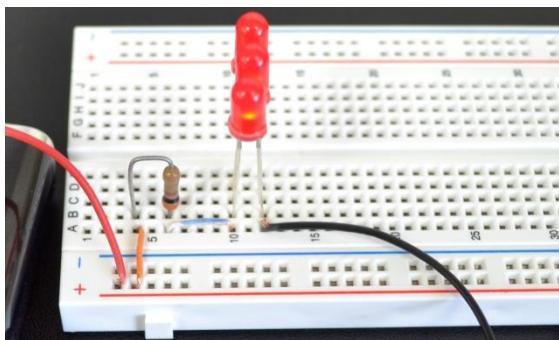


Figura 5. Colocación en paralelo de los LED.

2. Retira el LED que está ubicado en medio, observa lo que ocurre y responde:
  - Los LED que quedaron en la breadboard, ¿se apagaron o quedaron encendidos?
  - ¿A qué se debe que los LED se apaguen o queden encendidos?
  - Si quedaron encendidos, ¿aumentó o disminuyó la intensidad luminosa emitida, y a qué se debe esta variación?
3. Vuelve a colocar el LED en su lugar, y luego retira uno de los otros LED que están en los extremos. Observa lo que ocurre y responde:
  - Los LED que quedaron en la breadboard, ¿se apagaron o quedaron encendidos?
  - ¿A qué se debe que los LED se apaguen o queden encendidos?
  - Si quedaron encendidos, ¿aumentó o disminuyó la intensidad luminosa emitida, y a qué se debe esta variación?

4. Saca tus conclusiones acerca de la trayectoria que sigue la corriente eléctrica en un circuito en paralelo, y anótalas en tu *Cuaderno de Laboratorio*.

### C. Circuito mixto

1. Coloca dos de los LED en paralelo, y el tercero colócalo en serie (Fig. 6). Procede a conectar la alimentación de la pila de 9 V en la breadboard, y verifica si todos los LED han encendido.

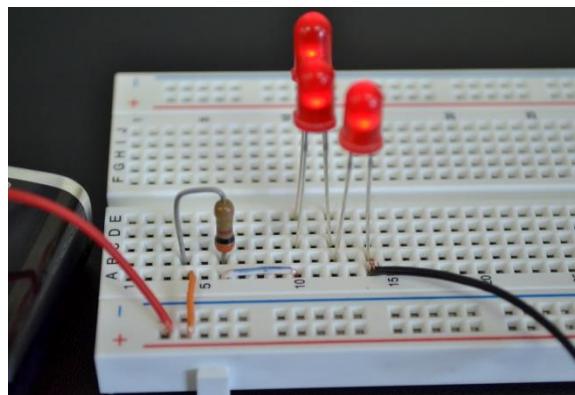


Figura 6. Circuito mixto.

2. Retira el LED que está en serie, observa lo que ocurre y contesta:
  - Los LED que quedaron en la breadboard, ¿se apagaron o quedaron encendidos?
  - ¿A qué se debe que los LED se apaguen o queden encendidos?
  - Si quedaron encendidos, ¿aumentó o disminuyó la intensidad luminosa emitida, y a qué se debe esta variación?
3. Vuelve a colocar el LED en serie, y luego retira uno de los otros LED que están en paralelo entre ellos. Observa lo que ocurre y responde:
  - Los LED que quedaron en la breadboard, ¿se apagaron o quedaron encendidos?
  - ¿A qué se debe que los LED se apaguen o queden encendidos?
  - Si quedaron encendidos, ¿aumentó o disminuyó la intensidad luminosa emitida, y a qué se debe esta variación?

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Las *placas de prueba*, llamadas comúnmente *breadboard* o *protoboard*, son herramientas que se utilizan para montar desde pequeños circuitos (por ejemplo encender un LED en serie), hasta circuitos más complejos; acá los circuitos se encuentran libres de soldadura, permitiendo que la breadboard sea reutilizable para varios circuitos.

La breadboard permite diseñar prototipos de cualquier circuito, lo cual es muy importante en el desarrollo de pruebas experimentales. La breadboard es una especie de tablero con orificios que tienen conexiones internas dispuestas en hileras, en los cuales se pueden insertar componentes electrónicos y cables para armar circuitos, asegurando el buen funcionamiento de los mismos.

En su aspecto externo, la breadboard tiene una superficie o soporte de plástico con perforaciones ordenadas en filas y columnas, dando múltiples posibilidades de formar conexión. Al interior de cada orificio tiene unas tiras metálicas flexibles que conducen la electricidad; cada una de ellas va entrelazando grupos de cinco perforaciones en posición vertical, que conforman las columnas; estas columnas van codificadas con números, y las filas con letras.

La Figura 7 muestra las partes principales de un breadboard.

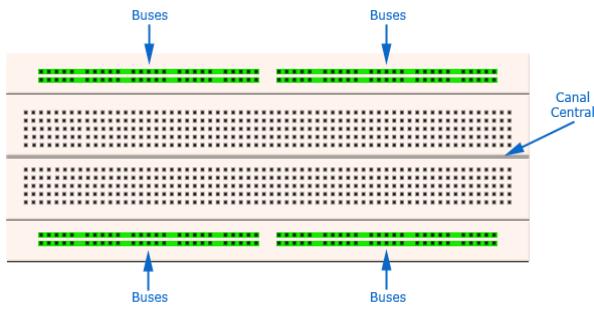


Figura 7. Principales partes de la breadboard.

La región localizada en medio del breadboard es llamada *canal central*, y se utiliza para colocar los circuitos integrados. Los *buses* se localizan en ambos extremos de la breadboard, y suelen representarse

por líneas rojas (buses positivos o de voltaje) y azules (buses negativos o de tierra); a través de estos se conecta la fuente de poder; cada bus está formado en su interior por cuatro tiras metálicas, paralelas de dos en dos, separadas eléctricamente (como marca de separación suele llevar una "W"). A ambos lados del canal central se encuentran las *pistas*, que cuentan con un número definido de orificios en donde se insertan los circuitos electrónicos para que se interconecten. Estos orificios tienen un orden coherente, y en cada línea están unidos internamente, por lo que es necesario conocer este orden antes de armar un circuito.

En el interior de la breadboard la conexión interna de los orificios es de forma horizontal; insertando un pequeño cable en los orificios se tiene conexión en la región de líneas de la breadboard que deseemos utilizar; a este cable se le llama *conector, jumper o puente* (Fig. 1).

Para construir circuitos en una breadboard se suelen utilizar LED, debido a su bajo costo y a su funcionalidad. Si se desea hacer la representación de estos circuitos, se debe hacer mediante un *diagrama de LED* (Fig. 8), que es similar a los ya conocidos diagramas de resistencia. Un LED se representa mediante un triángulo equilátero orientado en la dirección de la corriente eléctrica, y con dos flechas colocadas sobre éste.

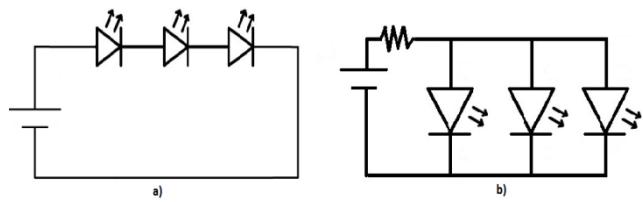


Figura 8. Diagrama de LED. a) Circuito en serie. b) Circuito en paralelo.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- Si no cuentas con el equipo necesario para realizar esta práctica, pero el centro escolar está interesado en adquirirlo, puedes utilizar el listado de materiales que aparece al inicio de la práctica para planificar su compra en una tienda de

productos eléctricos; incluso, puedes auxiliarte buscando en las *Páginas Amarillas*, en las secciones de “Electricidad–materiales y accesorios eléctricos”, “Electrónica”, o bien como “Electrónico–repuestos electrónicos”. No se necesita realizar una inversión onerosa, debido a que estos materiales son de bajo costo.

- Se recomienda que los conectores que se utilicen para los puentes posean material aislante (excepto los extremos, los cuales se introducen en los orificios de la breadboard), con el fin de evitar que ocurra un cortocircuito, ya que puede entrar en contacto accidental con otros cables o terminales. Además, se debe evitar que los conectores de los puentes sean innecesariamente largos; de ser posible, deben ajustarse a la medida exacta.
- En ocasiones se hace necesario cortar el conector del polo positivo (ánodo) de los LED, para que queden ambos conectores del mismo tamaño, y se puedan introducir perfectamente en la breadboard. Si este fuera el caso, podrá identificar al polo negativo (cátodo), debido a que éste está en dirección del borde plano del LED (Fig. 3).
- El resistor o resistencia se utiliza para limitar el paso de la corriente eléctrica al LED; si no se coloca se corre el riesgo que el LED se queme. A diferencia de los LED, las resistencias no tienen polaridad, así que da igual el sentido en el que se coloque, siempre va a funcionar.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En los circuitos en serie, al desconectar un LED los demás se apagan de inmediato, debido a que la corriente eléctrica debe pasar a través de éste para llegar a los demás. Además, la intensidad con que alumbría cada LED disminuye conforme aumenta el número de éstos en el circuito.

En el circuito en paralelo, si se desconecta un LED los demás continúan encendidos, debido a que la corriente eléctrica llega a cada uno de manera independiente. La intensidad con que alumbría cada LED en el circuito en paralelo también se ve afectada con el número de LED que tenga el circuito, disminuyendo la intensidad a medida que se conectan más LED.

El diseño y construcción de circuitos eléctricos es una técnica esencial en los campos de la electrónica e informática, para resolver problemas prácticos. Por lo tanto, es necesario que cada estudiante adquiera un conocimiento en profundidad de los tipos de circuitos, y luego aplique sus conocimientos en la elaboración de circuitos sobre una breadboard. Con ello se logrará de manera gradual, y a través de una combinación de teoría y experimentos, que se interese por el fascinante mundo de la electrónica.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Física. Lección 11: ELECTRICIDAD. Pág. 176 – 206. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Tippens, P. (2011). *Física. Conceptos y Aplicaciones* (7<sup>a</sup> Edición). México: Mc Graw–Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.

Wilson, J. y Buff, A. (2007). *Física* (7<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

[www.reflexiona.biz](http://www.reflexiona.biz). *Usar una breadboard es fácil.* Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/imZMCm>

[www.mikrog.com](http://www.mikrog.com). *La Protoboard.* Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/QdxNk0>

## OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

Por donde viaja la luz.

# POR DÓNDE VIAJA LA LUZ



## INTRODUCCIÓN

En algunas ferias, como en las de las fiestas patronales de los pueblos, se puede encontrar un juego que consiste en tirar una moneda desde cierta distancia a un huacal lleno de agua, con un recipiente en el fondo (que puede ser un vaso o una paila); el objetivo es hacer que la moneda caiga dentro del recipiente en el fondo del huacal, lo cual resulta una tarea bastante difícil.

La explicación está en el hecho de que la luz, que se considera una onda electromagnética, viaja a una rapidez diferente cuando se propaga a través de diferentes medios, dando origen al fenómeno de *refracción*, el cual hace que la luz se curve al pasar de un medio a otro (por ejemplo, al pasar de aire a agua), engañando así al ojo humano al tratar de conocer la ubicación exacta de un objeto que se encuentra inmerso en diferente medio. Es por esta razón que se debe tener cuidado al introducirse a una piscina o un río, sobre todo si no se sabe nadar, debido a que el fondo parece estar a menor profundidad de la que realmente está.

En este experimento trabajaremos con la medición de los *índices de refracción* cuando la luz atraviesa diferentes medios, aplicando la Ley de Snell, con el fin de que logres comprender los fenómenos ópticos característicos de los materiales transparentes, y puedas aplicar este conocimiento en tu vida cotidiana.

## INDICADORES DE LOGRO

- Indaga y describe con seguridad las relaciones matemáticas involucradas en el cálculo del índice de refracción de un medio.
- Experimenta, valora y describe los beneficios de la reflexión y refracción de la luz a través de ejemplos de la vida cotidiana.
- Analiza y comprende los diferentes fenómenos de la naturaleza relacionados con principios de óptica.

## OBJETIVOS

- Determinar por medio de cálculos experimentales los índices de refracción del vidrio y del acrílico.
- Identificar las diferentes propiedades ópticas que presentan el vidrio y el acrílico cuando reciben la incidencia de luz.

Equipo	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntero láser</li> <li>• Calculadora científica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pieza de vidrio</li> <li>• Pieza de acrílico</li> </ul>

## PROCEDIMIENTO

1. Coloca un trozo de vidrio de aproximadamente 1 cm de espesor sobre el papel polar (Fig. 1), de manera que coincida el borde sobre el eje de las abscisas (eje x). Ver Fig. 2.

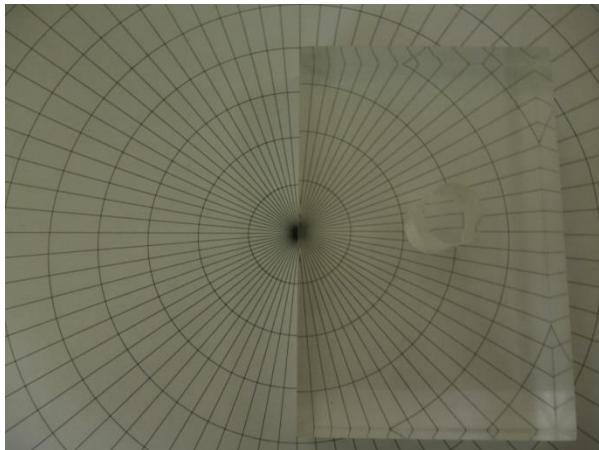


Figura 2. Pieza de vidrio con el borde sobre el eje x del papel polar.

2. Utilizando un láser rojo apunta el rayo de luz sobre el borde del vidrio, con un ángulo de incidencia de 45° respecto a la normal (Fig. 3).

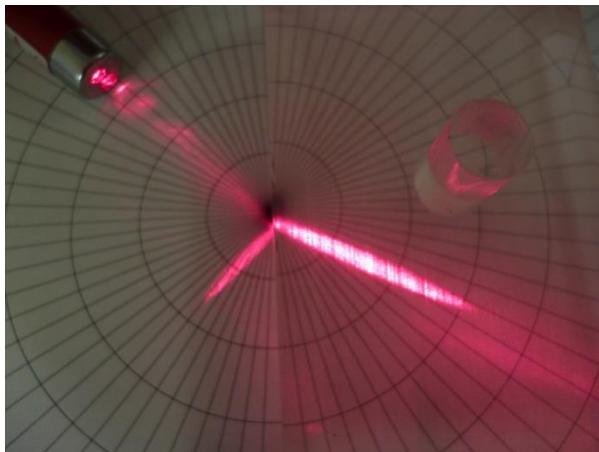


Figura 3. Incidencia de un rayo láser rojo con un ángulo de 45°.

3. Observa el ángulo de reflexión y el de refracción de la luz roja sobre el papel polar, y anótalos en la Tabla 1.
4. Repite el procedimiento haciendo incidir el rayo de luz sobre un trozo de acrílico, o sobre un tipo diferente de material transparente, para medir los ángulos de reflexión y refracción. Anota los datos en la Tabla 1.
5. Con el valor del ángulo de refracción medido para cada caso, calcula el índice de refracción de acuerdo a la *Ley de Snell* (Ec. 1).

$$n_r = \frac{n_i \operatorname{sen} \theta_i}{\operatorname{sen} \theta_r} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:  $n_i = 1.0$  (índice de refracción del aire)

$\theta_i = 45^\circ$  (ángulo de incidencia)

$\theta_r$  = ángulo de refracción medido

$n_r$  = índice de refracción del medio utilizado (vidrio, acrílico, etc.)

Tabla 1. Datos obtenidos de reflexión y refracción de la luz a través de un medio sólido.

Material del medio	Ángulo de reflexión (°)	Ángulo de refracción (°)	Índice de refracción

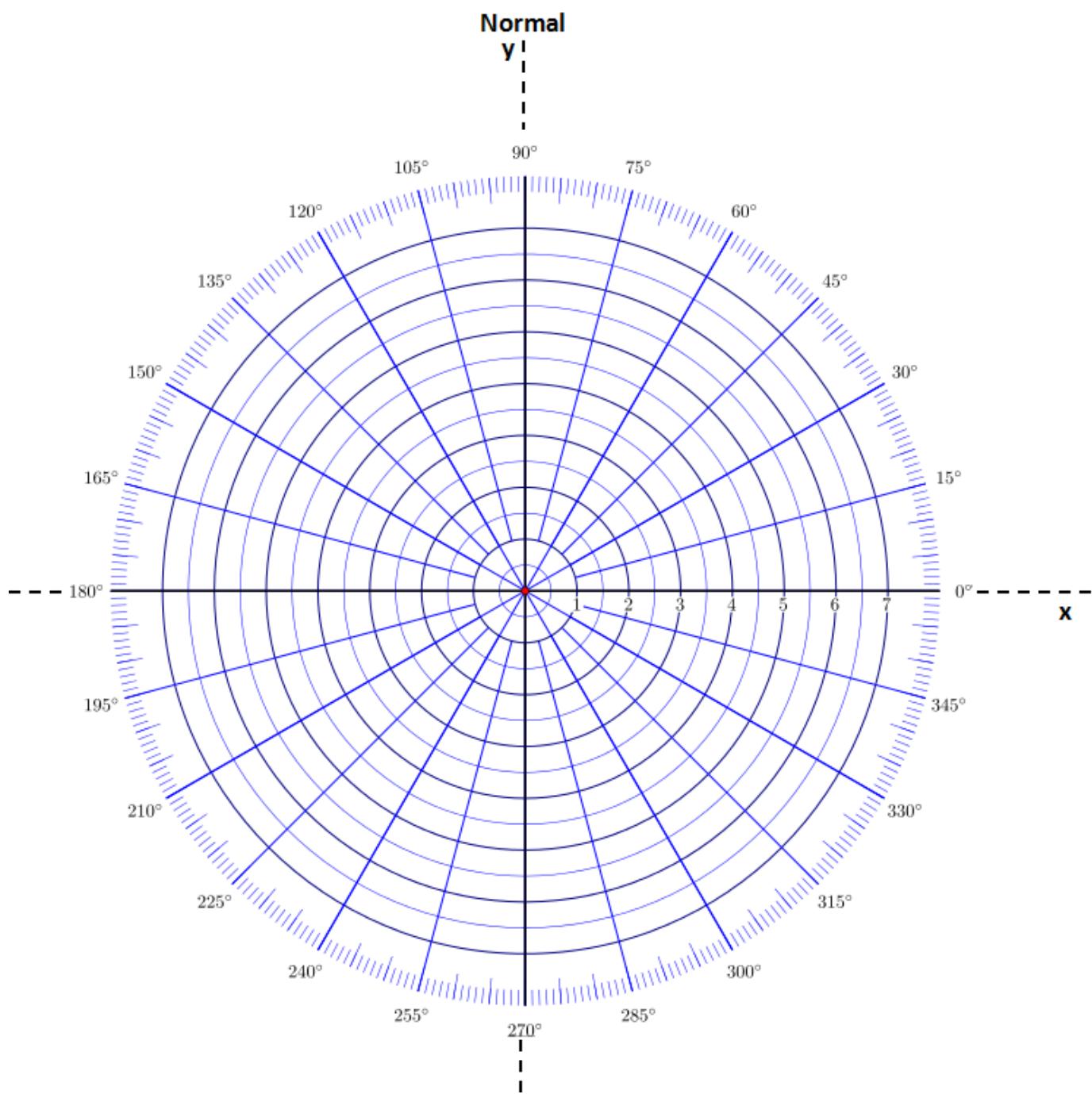


Figura 1. Papel polar.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

La luz es un fenómeno electromagnético que se origina en el movimiento acelerado de los electrones. La frecuencia de una onda luminosa está determinada por la fuente de emisión, y no varía al propagarse. Si la frecuencia variase al pasar la luz de un medio a otro medio, se acumularía energía en la superficie de separación de los mismos, lo cual no ocurre en la realidad. No obstante, la longitud de onda sí varía al cambiar de medio, por lo que la velocidad de propagación de la luz varía al pasar de un medio a otro, y es menor en cualquier medio que en el vacío.

Otro fenómeno a considerar es que la velocidad de la luz en el vacío es la misma para todas las longitudes de onda, pero cuando se propaga en un medio material es diferente para cada longitud de onda.

Cuando una onda luminosa incide sobre una interfaz lisa que separa dos medios transparentes (por ejemplo aire y agua), parte de la onda se refleja y parte se transmite, pero con cierto ángulo de refracción (Fig. 4).

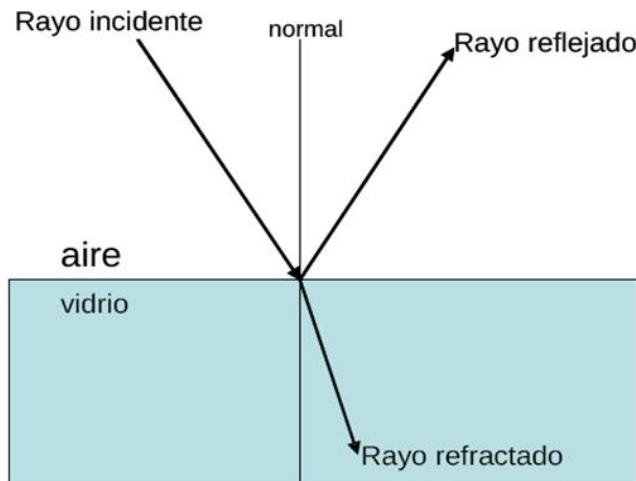


Figura 4. Rayo incidente, que luego es reflejado y refractado al pasar del aire al agua.

Para comparar la velocidad de la luz en un medio con la velocidad de la luz en el vacío se utiliza el *índice de refracción*, que es la medida de desviación de la trayectoria de los rayos de luz cuando pasan de un medio a otro con propiedades ópticas diferentes (Fig. 5).

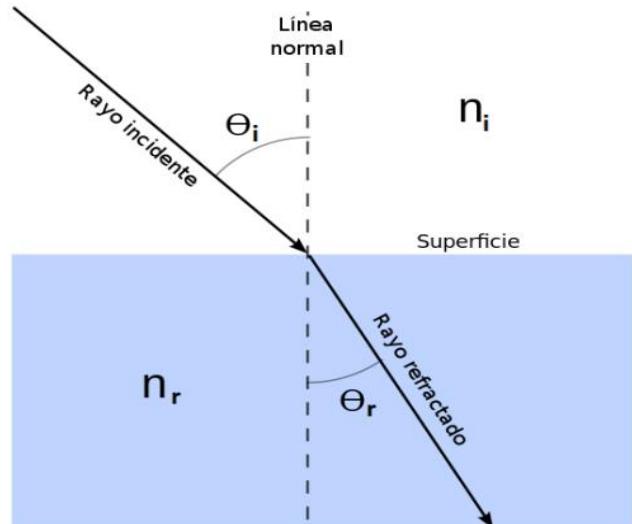


Figura 5. Rayo incidente que es refractado al pasar a través del agua. Observa los ángulos de incidencia y de refracción con respecto a la normal.

Willebrord Snell experimentó con la luz pasando por diferentes medios. A este resultado experimental, junto con la observación de que los rayos incidente y refractado, así como la normal, se encuentran en el mismo plano, se le conoce como *ley de refracción* o *Ley de Snell*, que se relaciona mediante la Ecuación 2:

$$n_i \operatorname{sen} \theta_i = n_r \operatorname{sen} \theta_r \quad \text{Ec. 2}$$

Donde  $n_i$  es el índice de refracción del medio incidente,  $\theta_i$  el ángulo de incidencia,  $n_r$  el índice de refracción del medio refractado, y  $\theta_r$  el ángulo de refracción.

En general, el índice de refracción de un medio transparente más denso es mayor que el de un medio menos denso, es decir, la velocidad de la luz es menor en el medio de mayor densidad. Por lo tanto, si un rayo de luz incide de forma oblicua sobre un medio con un índice de refracción mayor, se desviará hacia la normal, mientras que si incide sobre un medio con un índice de refracción menor, se desviará alejándose de ella. De acuerdo con la Ley de Snell tendremos:

$$\operatorname{sen} \theta_r = \left( \frac{n_i}{n_r} \right) \operatorname{sen} \theta_i \quad \text{Ec. 3}$$

Puesto que  $n_r > n_i$ ,  $n_i/n_r$  es menor que la unidad, y por ende el  $\operatorname{sen} \theta_r$  será mayor que  $\operatorname{sen} \theta_i$ , por lo que el rayo de luz se desvía apartándose de la normal (Fig. 5).

En determinadas condiciones puede ocurrir que el ángulo de incidencia sea tan grande y se aleje tanto de la normal, lo que ocasiona que el rayo de luz quede atrapado sin poder salir del medio, rebotando al llegar a la superficie del mismo. En esta situación, el rayo incidente sigue propagándose por el mismo medio, por lo que ya no hay refracción sino una reflexión total.

Si se quisiera determinar el índice de refracción de un líquido, por ejemplo del agua, se puede desarrollar un experimento utilizando una varilla o palito de unos 20 cm de largo, al cual se le debe medir el diámetro (utilizando para ello un vernier), y un beaker de 250 mL o un recipiente de vidrio transparente, al cual se le deberá determinar el radio (para esto debes medir el diámetro y dividir este valor entre dos). Vierte 200 mL de agua en el beaker, e introduce la varilla en el centro de forma vertical; observa la varilla a través del agua.

Se ha determinado que hay una distancia crítica, medida a partir del borde del recipiente, donde se completa la separación aparente de la varilla (Fig. 6). El éxito del experimento consistirá en encontrar esa distancia crítica, por lo que luego de colocar la varilla en el centro del beaker, se deberá mover hasta que se observe la separación aparente, y se deberá medir esta distancia a partir de uno de los bordes.

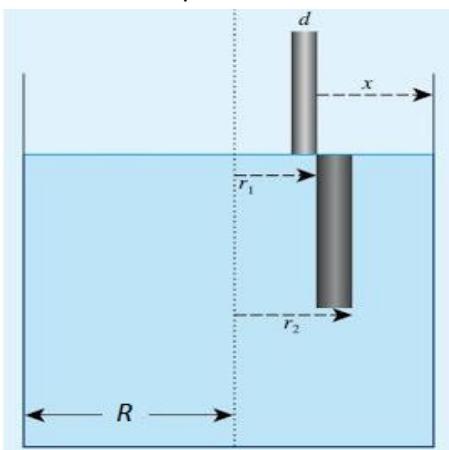


Figura 6. Refracción observada en una varilla sumergida en un recipiente con agua.

Utilizando las variables que aparecen en la Figura 6 obtendremos la siguiente ecuación para calcular el índice de refracción del agua ( $n$ ):

$$n_{\text{agua}} = \frac{R - x}{R - x - d} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde  $n_{\text{agua}}$  es el índice de refracción del agua,  $R$  es el radio del beaker o recipiente,  $x$  es la distancia a la que se observa la separación aparente, y  $d$  es el diámetro de la varilla.

Un aspecto importante a considerar es que el diámetro del beaker o recipiente debe ser lo suficientemente grande para que permita apreciar la separación aparente; además, el diámetro de la varilla debe ser pequeño para que se facilite dicha observación.

Si aceptas el reto de realizar dicho experimento, puedes utilizar la Tabla 2 para la recolección de datos.

**Tabla 2. Datos obtenidos en el experimento para calcular el índice de refracción de un líquido.**

Líquido utilizado	
Radio del beaker, $R$ (cm)	
Distancia, $x$ (cm)	
Diámetro de la varilla, $d$ (cm)	
Índice de refracción del líquido	

Para apreciar la separación aparente, la persona observadora deberá visualizarla colocándose a la misma altura del recipiente (tal como se realiza la medición de volumen en una probeta); al medir la distancia desde el borde del recipiente debe tenerse cuidado, ya que la mayoría de los beaker tienen una curvatura en el borde, lo que puede llevar a un error en la medición; de preferencia se debe utilizar un recipiente transparente que sea uniformemente cilíndrico.

Por ejemplo, al determinar el índice de refracción del agua, en un recipiente de 4.50 cm de diámetro, y utilizar una varilla de 0.67 cm de diámetro, se encontró que la distancia a la que se observa la separación aparente es de 1.90 cm. Al utilizar la Ecuación 3 se tiene:

$$n_{\text{agua}} = \frac{R - x}{R - x - d} \quad \text{Ec. 3}$$

$$n_{\text{agua}} = \frac{4.50 - 1.90}{4.50 - 1.90 - 0.67} = 1.35$$

**Tabla 3. Datos hipotéticos obtenidos en el experimento para calcular el índice de refracción de un líquido.**

Líquido utilizado	Agua
Radio del beaker, $R$ (cm)	4.50 cm
Distancia, $x$ (cm)	1.90 cm
Diámetro de la varilla, $d$ (cm)	0.67 cm
Índice de refracción del líquido	1.35

El experimento lo podrás realizar con cualquier líquido transparente. Es comprensible que el valor que obtengas para el índice de refracción del líquido utilizado, difiera apreciablemente del valor teórico; recuerda que en el laboratorio inciden factores de error que dificultan la precisión y exactitud de los resultados.

### POSIBLES OBSERVACIONES

- Para el desarrollo de la práctica lo ideal es utilizar un láser como fuente de luz, debido a que emite un haz de luz muy estrecho, no dispersivo y de gran intensidad. Puede utilizarse cualquier tipo de láser, incluidos los de bajo costo.
- El ángulo de incidencia del rayo luminoso sobre la pieza transparente puede variar; sin embargo, se ha encontrado que con un ángulo de incidencia de  $45^\circ$  se obtiene un valor más certero del ángulo de refracción.

### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A manera de ejemplo, se presentan los siguientes datos para el experimento. El índice de refracción se debe calcular de acuerdo a la Ley de Snell (Ec. 1):

$$n_r = \frac{n_i \operatorname{sen} \theta_i}{\operatorname{sen} \theta_r} \quad \text{Ec. 1}$$

Recuerda que  $n_i$  es el índice de refracción del aire y tiene un valor de 1.0, y  $\theta_i$  es el ángulo de incidencia, que en este caso es de  $45^\circ$ . El índice de refracción  $\theta_r$  observado en el vidrio fue de  $27^\circ$ , mientras que en el acrílico fue de  $29^\circ$ .

Los índices, tanto de incidencia como de refracción son adimensionales, es decir, no poseen unidades.

El índice de refracción del vidrio será:

$$n_r = \frac{(1.0) \operatorname{sen} 45^\circ}{\operatorname{sen} 27^\circ} = 1.56$$

De igual manera se calcula para el acrílico:

$$n_r = \frac{(1.0) \operatorname{sen} 45^\circ}{\operatorname{sen} 29^\circ} = 1.46$$

**Tabla 1. Datos obtenidos de reflexión y refracción de la luz a través de un medio sólido.**

Material del medio	Ángulo de reflexión ( $^\circ$ )	Ángulo de refracción ( $^\circ$ )	Índice de refracción
Vidrio	$45^\circ$	$27^\circ$	1.56
Acrílico	$45^\circ$	$29^\circ$	1.46

El ángulo de reflexión no se utiliza en los cálculos; no obstante, es bueno aprovechar el experimento para que el estudiantado aprenda a identificarlo.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Física. Lección 10: ÓPTICA. Pág. 160 – 175. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Tippens, P. (2011). *Física. Conceptos y Aplicaciones* (7<sup>a</sup> Edición). México: Mc Graw–Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.

Hewitt, P. (2009). *Fundamentos de Física Conceptual* (1<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

[www.sc.ehu.es](http://www.sc.ehu.es). *La Ley de Snell de la refracción*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/NHxekx>

El Tao de la Física (junio 2011). *Método simple para determinar el índice de refracción de un líquido*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/VtjdcC>

### OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

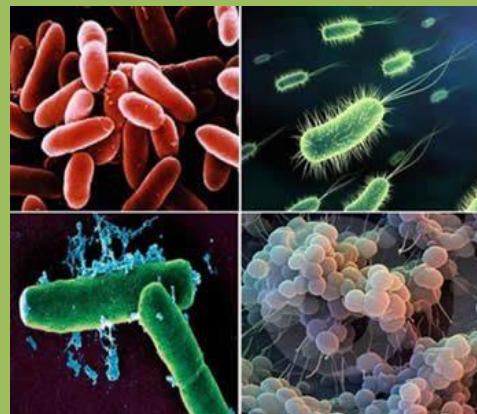
La dinámica del calor.

---

## **PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA**

---

# A TRAVÉS DEL MICROSCOPIO: EL MUNDO INVISIBLE



## INTRODUCCIÓN

Uno de los equipos más íntimamente relacionados con la biología es el *microscopio óptico*, el cual permite aumentar el tamaño de un objeto un número determinado de veces; la Biología no se hubiese desarrollado como ciencia moderna sin el microscopio, ya que no fuera posible realizar investigaciones a nivel celular, dado que las células, en general, son tan pequeñas que son invisibles al ojo humano. El microscopio óptico fue el instrumento que llevó al descubrimiento de la célula, que es la base de los organismos vivos, y cuya actividad origina todos los procesos que observamos en el organismo completo.

Existen una serie de reglas que debes seguir para el uso correcto del microscopio óptico. En términos generales, debes asegurarte que el microscopio esté en condiciones óptimas antes de empezar a trabajar con él; luego debes lograr el enfoque de la muestra a diferentes aumentos, y finalmente debes dejar el microscopio en un estado de almacenamiento adecuado para futuros usos. Nunca debes tocar las lentes con las manos; si se ensucian, debes limpiarlas muy suavemente con papel de óptica, o un papel muy suave, que no raye ni deje pelusas.

## INDICADORES DE LOGRO

- Identifica y explica con claridad cada una de las partes del microscopio.
- Identifica y describe correctamente a la célula como la unidad funcional y estructural de todos los seres vivos.
- Representa y describe adecuadamente las funciones vitales que realiza la célula.
- Identifica y describe con interés las semejanzas y diferencias entre una célula animal y una vegetal.

## OBJETIVOS

- Identificar las partes principales del microscopio óptico, sus nombres y sus funciones.
- Aprender a manipular correctamente las partes principales del microscopio óptico al observar a través de él.
- Identificar las estructuras y funciones de las diferentes partes de las células eucariotas vegetales y animales.

Equipo	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estereoscopio</li> <li>Microscopio Óptico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Papel bond</li> <li>Papel filtro</li> <li>Hojas de plantas</li> <li>Pétalos de flores</li> <li>Alas de insectos</li> <li>Granos de arena, sal o azúcar</li> <li>Cubre objetos</li> <li>Portaobjetos</li> <li>Portaobjetos excavados</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Preparaciones fijas</li> <li>Cajas Petri</li> <li>Aceite de inmersión</li> <li>Azul de metileno</li> <li>Agua destilada</li> <li>Papel toalla</li> <li>Un palillo</li> <li>Una cebolla</li> <li>Un tomate</li> </ul>

Los microscopios ópticos más comunes son el *estereoscopio*, que te permite observar muestras relativamente grandes (de 0.05 a 20 mm) en tres dimensiones, y el *microscopio óptico compuesto*, o simplemente *microscopio óptico*, que te permite observar muestras muy pequeñas (de 0.2 a 100  $\mu\text{m}$ ).

Antes de observar una preparación a través del microscopio óptico, es importante que identifiques y conozcas la función de sus principales componentes (Fig. 1), los cuales se agrupan en dos sistemas:

#### I. Sistema Óptico: Que integra las partes:

- **Ocular:** Lente situada cerca del ojo del observador; amplía la imagen del objetivo.
- **Objetivo:** Lente situada cerca de la preparación, la cual amplía la imagen de ésta. Sus aumentos son por lo general de 4x, 10x, 40x y 100x.
- **Condensador:** Lente que concentra los rayos luminosos sobre la preparación.
- **Diafragma:** Regula la cantidad de luz que entra en el condensador.
- **Foco o fuente de luz:** Dirige los rayos luminosos hacia el condensador.

#### II. Sistema Mecánico: El cual consta de:

- **Soporte:** Mantiene la parte óptica. Tiene dos partes: el *pie o base* y el *brazo*.
- **Platina:** Lugar donde se coloca la preparación.

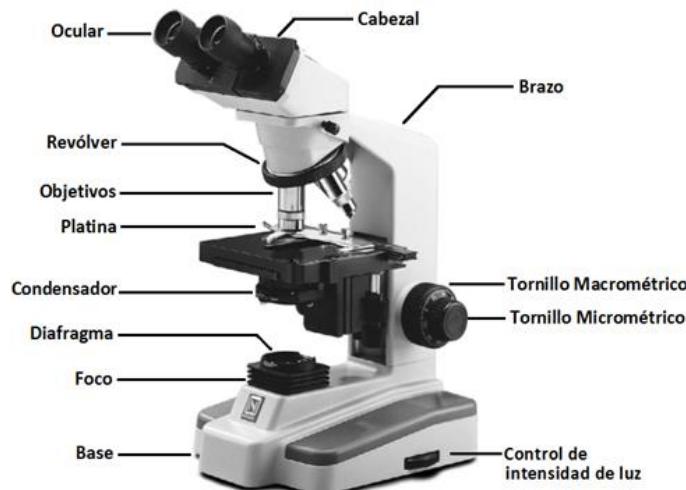


Figura 1. Principales componentes del microscopio óptico.

- **Tornillos para movimiento de platina (x e y):** Permiten el desplazamiento preciso de la preparación, de manera que quede centrada en el eje óptico del microscopio.
- **Cabezal:** Contiene los sistemas de lentes oculares. Puede ser *monocular* o *binocular*.
- **Revólver:** Contiene los sistemas de lentes objetivos. Al girarlo permite cambiar los objetivos.
- **Tornillos de enfoque:** Son dos: el *Tornillo Macrométrico* que aproxima el enfoque, y el *Tornillo Micrométrico* que consigue el enfoque correcto.
- **Control de intensidad de luz:** Permite modificar la intensidad de los rayos luminosos.

Los principales componentes del estereoscopio se muestran en la Figura 2.

A continuación se detalla el procedimiento a seguir para que aprendas a observar a través del estereoscopio y del microscopio óptico.

#### PROCEDIMIENTO

##### A. Uso del estereoscopio

1. Enchufa el estereoscopio en el suministro eléctrico adecuado (pide orientación a tu docente), y activa el interruptor de encendido.

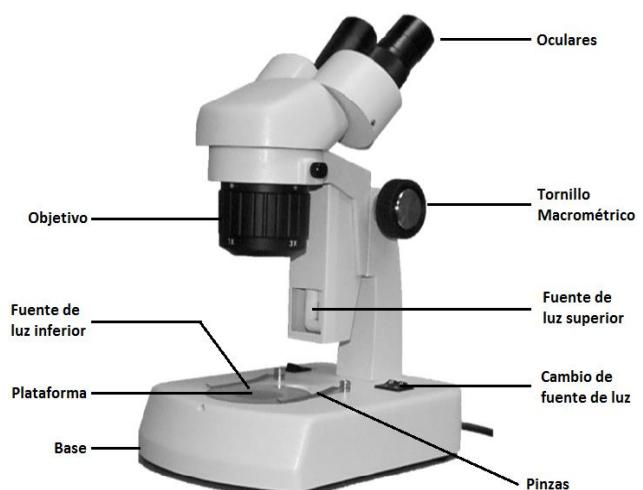


Figura 2. Principales componentes del estereoscopio.

2. Coloca un pedazo de papel bond o papel filtro en la platina de observación.
3. Enciende la lámpara de la base para iluminar la muestra desde abajo, y observa a través de los oculares la estructura de la celulosa del papel.
4. Apaga la lámpara de la base, y luego enciende la lámpara superior para iluminar la muestra desde arriba. ¿Con cuál iluminación observas mejor la estructura de la celulosa?
5. Repite este procedimiento utilizando muestras de hojas, pétalos de flores, alas de insectos, e incluso puedes observar redes cristalinas en granos de sal, azúcar y arena. Es aconsejable utilizar una caja Petri para colocar la muestra cuando se considera que ésta puede dañar (rayar) la base de la platina.
6. Esquematiza las estructuras que observaste en tu *Cuaderno de Laboratorio*, especificando en cada caso el tipo de iluminación que te brindó una mejor imagen.

#### B. Uso del microscopio óptico

1. Enchufa el microscopio en el suministro eléctrico adecuado (pide orientación a tu docente); activa el interruptor del iluminador y ajusta la intensidad de luz a un nivel cómodo.
2. Coloca el objetivo de menor aumento (4x) en posición de empleo, y baja la platina completamente.
3. Si el laboratorio de tu centro escolar ya cuenta con preparaciones fijas, solicita una a tu docente, y colócala sobre la platina sujetándola con las pinzas metálicas (Fig. 3), para que puedas aprender a observar a través del microscopio. Si no se cuenta con preparaciones, o si prefieres hacer las tuyas propias, ve al procedimiento c que se describe más adelante.

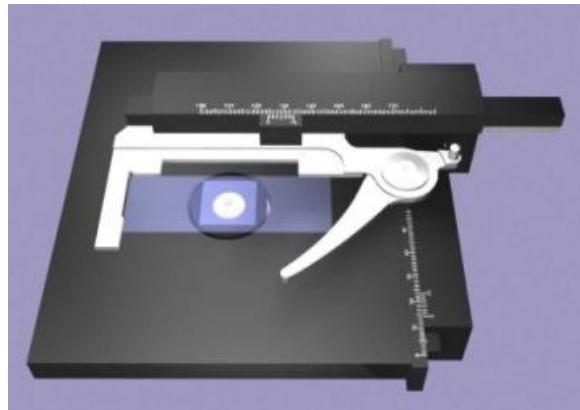


Figura 3. Colocación de la preparación entre las pinzas de la platina.

4. Comenzar la observación con el objetivo de 4x (ya en posición), para lo cual debes aproximar tus ojos a los oculares, adoptando una postura adecuada (Fig. 4).



Figura 4. Postura adecuada al observar en el microscopio.

5. Para enfocar correctamente debes acercar al máximo la lente del objetivo a la preparación, girando el tornillo macrométrico en sentido horario (hacia afuera, Fig. 5); esto debe hacerse con cuidado, sin forzar el tornillo macrométrico, y mirando directamente y no a través del ocular, ya que se corre el riesgo de incrustar el objetivo en la preparación pudiéndose dañar alguno de ellos o ambos.



Figura 5. Giro del tornillo macrométrico para acercar la preparación al objetivo.

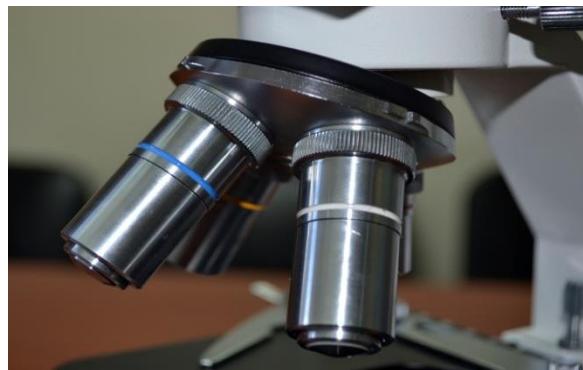


Figura 7. Revólver contenido los objetivos.

6. Ahora sí puedes mirar a través de los oculares, y tienes que ir separando lentamente el objetivo de la preparación girando el tornillo macrométrico en sentido anti-horario (hacia ti), hasta que la muestra se haga visible, y gira el tornillo micrométrico (Fig. 6) hasta obtener un enfoque fino de la imagen.

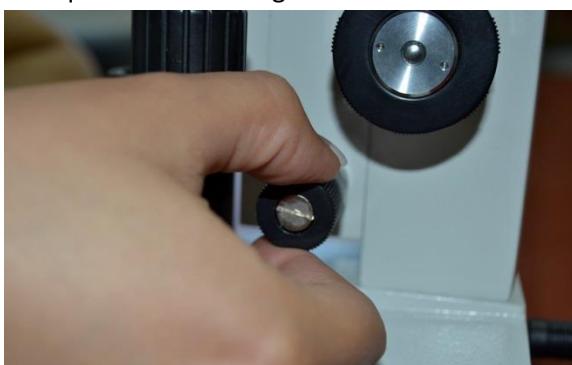


Figura 6. Giro del tornillo micrométrico para obtener enfoque fino.

9. El siguiente paso es ver la muestra con el objetivo de 40x; una vez más tienes que girar el revólver y enfocar, siguiendo el procedimiento del paso anterior (lo más probable es que sólo necesites usar el tornillo micrométrico); debes tener cuidado, ya que este objetivo enfoca a muy poca distancia de la preparación, y se corre el riesgo de incrustarlo en la preparación.
10. Para emplear el objetivo de inmersión (100x), debes bajar totalmente la platina, y abrir totalmente el condensador para ver claramente el círculo de luz que nos indica la zona que se va a visualizar (Fig. 8), que es donde habrá que echar el aceite.



Figura 8. Apertura del condensador.

7. Una vez hecho esto, puedes girar los tornillos x e y para mover la muestra y colocar lo que deseas observar en el centro del campo visual.
8. Ahora puedes pasar al siguiente objetivo, para ello debes girar el revólver (Fig. 7) hasta colocar el objetivo 10x en la dirección del rayo de luz; la imagen debería estar ya casi enfocada y suele ser suficiente con mover un poco el tornillo micrométrico para lograr el enfoque fino; aunque en ocasiones puede que necesites modificar la iluminación abriendo un poco el iris del condensador. Si al cambiar de objetivo se perdió por completo la imagen, es preferible volver a enfocar con el objetivo anterior y repetir la operación desde el paso 6.

11. Gira el revólver hacia el objetivo de inmersión (100x), dejándolo entre éste y el de 40x. Coloca una pequeña gota de aceite de inmersión sobre el círculo de luz que incide en la preparación (Fig. 9), y termina de girar suavemente el revólver hasta la posición del objetivo de inmersión.

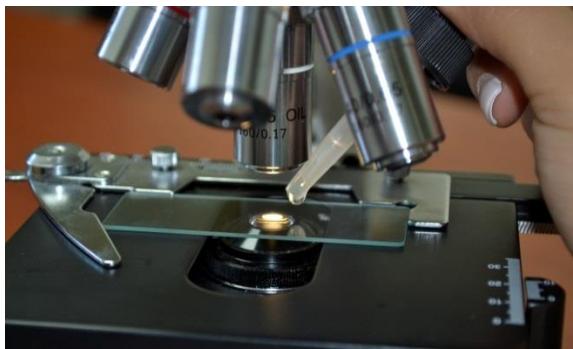


Figura 9. Colocación del aceite de inmersión.

12. Mirando directamente al objetivo, sube la platina lentamente, tal como lo hiciste en el paso 5, hasta que la lente toque la gota de aceite; luego enfoca cuidadosamente con el tornillo micrométrico. La distancia de trabajo entre el objetivo de inmersión y la preparación es mínima, aún menor que con el de 40x, por lo que el riesgo que ocurra un percance es mayor.
13. Una vez se haya puesto aceite de inmersión sobre la preparación, ya no se puede volver a usar el objetivo 40x sobre esa zona, pues se mancharía de aceite. Por lo tanto, si deseas enfocar otro campo de la misma preparación, tienes que bajar la platina y repetir la operación desde el paso 5.
14. Una vez finalizada la observación de la preparación, se baja la platina y se coloca el objetivo de menor aumento (4x), girando el revólver siempre en el sentido de las agujas del reloj, ya que al hacerlo de modo inverso se puede dañar. En este momento, ya puedes retirar la preparación de la platina; nunca se debe retirar con el objetivo de inmersión en posición de observación.
15. Limpia el objetivo de inmersión con cuidado antes de que se seque el aceite de inmersión, empleando para ello un papel especial para óptica.
16. Si ya no vas a utilizar el microscopio, antes de apagarlo, debes asegurarte de dejar el objetivo de menor aumento en su lugar, luego debes

cerrar el iris del condensador, y después debes bajar toda la potencia de la fuente de luz; finalmente, presiona el interruptor de apagado y desenchufa el microscopio del suministro eléctrico.

## C. Elaboración de preparaciones

### a. Preparaciones bacterianas

1. Puedes utilizar una muestra de agua de algún lago, río, pozo artesanal o cisterna para observar organismos acuáticos microscópicos, para lo cual deberás poner una gota de dicha agua sobre el portaobjeto (Fig. 10 a), y colocar sobre él el cubreobjeto deslizándolo con cuidado para que no aparezcan burbujas de aire (Fig. 10 b).

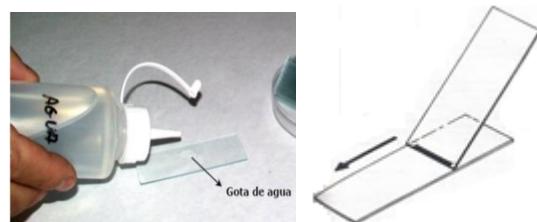


Figura 10. a) Colocación de una gota de muestra de agua sobre el portaobjeto. b) Colocación del cubreobjeto.

2. Si cuentas con portaobjetos excavados (Fig. 11), sólo debes echar una gota de la muestra de agua en la excavación, y colocar el cubre objeto, así podrás observar el movimiento libre de los microorganismos en el medio líquido.



Figura 11. Portaobjetos excavado.

3. Una vez echas tus preparaciones, obsérvalas en el microscopio, siguiendo el procedimiento que ya aprendiste, y esquematiza en tu *Cuaderno de Laboratorio* lo que observas al utilizar los objetivos 40x y 100x.

4. Para realizar la tinción deberás echar una pequeña gota de azul de metileno en el borde del cubreobjetos, y luego colocar un pedazo de papel toalla en el borde opuesto para que se difunda el colorante por capilaridad (Fig. 12). Cuando se halla difundido, retira el pedazo de papel toalla.



Figura 12. Difusión del colorante por capilaridad.

5. Para eliminar el exceso de colorante puedes sostener la preparación de forma inclinada sobre otro recipiente, para verter sobre él un poco de agua (Fig. 13); luego absorbe la humedad con un trozo de papel toalla.

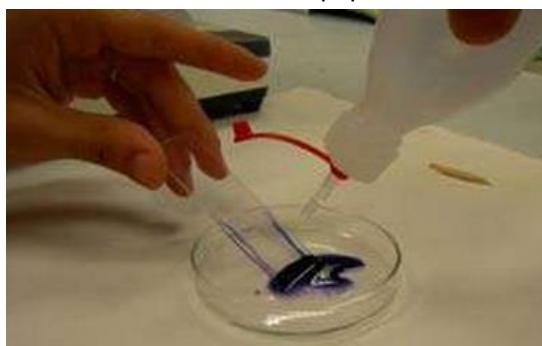


Figura 13. Eliminación del exceso de colorante.

6. Finalmente observa en el microscopio estas tinciones, y compáralas con las preparaciones sin el colorante.

#### b. Preparaciones de células animales

1. Procedamos ahora a hacer preparaciones de células epiteliales de la mucosa bucal; para obtener dichas células frota las paredes internas de tus mejillas utilizando un palillo o una paleta de madera (Fig. 14).



Figura 14. Obtención de la muestra de células epiteliales de la mucosa bucal.

2. Diluye el tejido obtenido en una gota de agua que previamente has colocado en el centro de un portaobjetos (Fig. 15), y coloca sobre ella el cubreobjetos.



Figura 15. Colocación de la muestra en el portaobjetos.

3. Realiza el procedimiento de tinción con azul de metileno que ya aprendiste en la preparación anterior.
4. Observa tu preparación en el microscopio utilizando el objetivo 40x, y esquematízala en tu *Cuaderno de Laboratorio*.

#### c. Preparaciones de células vegetales

1. Para realizar esta preparación debes disponer de una cebolla, a la cual debes retirarle la "cáscara seca" que la cubre externamente, y luego desprendé con cuidado un trozo pequeño de la epidermis; con la ayuda de una pinza colócala extendida sobre un portaobjetos, al cual previamente le debes de agregar una gota de agua (Fig. 16), y coloca sobre ella el cubreobjetos.

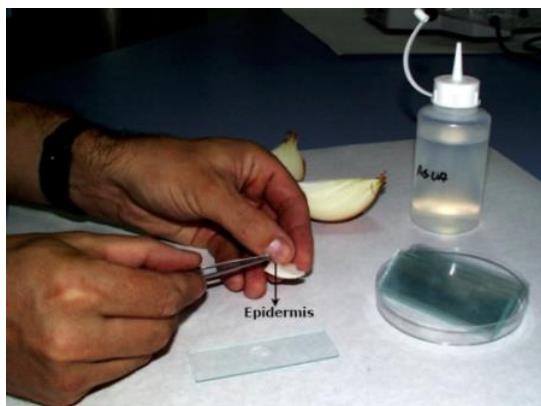


Figura 16. Colocación de la muestra de epidermis de cebolla en el portaobjetos.

2. Efectúa el procedimiento de tinción con azul de metileno.
3. Observa tu preparación en el microscopio utilizando el objetivo 40x, y esquematízala en tu *Cuaderno de Laboratorio*, con todos los elementos que se observan.
4. Como una alternativa, puedes realizar este mismo procedimiento para hacer una preparación con una pequeña muestra de pulpa de tomate (Fig. 17).

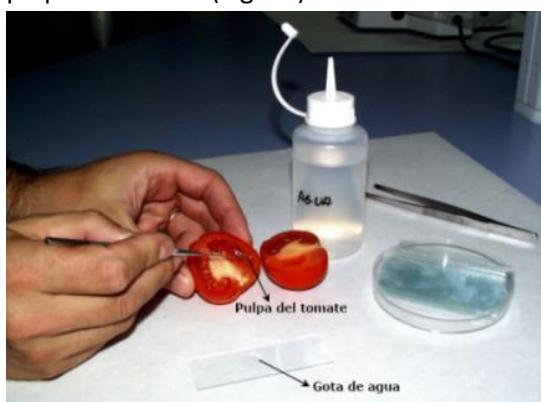


Figura 17. Colocación de la muestra de pulpa de tomate en el portaobjetos.

#### D. Observación de preparaciones permanentes

1. Este procedimiento consiste en la observación al microscopio de células y tejidos muertos, que se encuentran en preparaciones permanentes (Fig. 18). Siempre y cuando cuenten con este tipo de preparaciones en tu centro escolar, tu docente se encargará de proveértelas.



Figura 18. Preparaciones permanentes para observar en el microscopio óptico.

2. Lo importante es que debes observar detenidamente la estructura de una célula procariota, una célula vegetal y una animal, para que las puedas dibujar en tu *Cuaderno de Laboratorio*, identificando los organelos que lograste observar, y estableciendo las similitudes y diferencias existentes entre cada tipo de célula.

❖ Responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:

- a) ¿Por qué se perciben imágenes tridimensionales a través del estereoscopio?
- b) ¿Cómo se calcula el aumento de la imagen observada en el microscopio óptico?
- c) ¿Para qué se utilizan los portaobjetos excavados?
- d) ¿Cuáles son las principales diferencias morfológicas entre una célula procariota y una célula eucariota?
- e) ¿Cuáles son las principales diferencias morfológicas entre una célula animal y una célula vegetal?
- f) ¿Qué función cumplen las vacuolas en una célula? ¿Por qué razón se observan "arrugadas" las vacuolas en las preparaciones permanentes de células vegetales?
- g) ¿Por qué razón el núcleo en la mayoría de las células vegetales no se observa en el centro, sino hacia un lado? ¿Por qué no sucede esto mismo en las células animales?
- h) ¿Para qué se usan las tinciones?

## FUNDAMENTO TEÓRICO

### Estereoscopio

El estereoscopio o esteromicroscopio es un tipo de microscopio óptico cuyas lentes permiten superponer dos imágenes, brindando una apariencia tridimensional virtual, amplificada; esto se logra mediante una señal que se recibe proveniente de una preparación tridimensional, en la cual hay zonas más claras, y otras más oscuras colocadas en planos diferentes. La mayoría de estereoscopios cuentan con doble iluminación, por lo que es posible iluminar al espécimen desde abajo o desde arriba.

Otra ventaja que presenta el estereoscopio es que permite realizar disecciones en organismos pequeños, ya que en él puede manipularse la muestra mientras se observa.

### Microscopio óptico

En el microscopio óptico, la luz atraviesa de abajo hacia arriba el objeto a observar; su funcionamiento se basa en una serie de *lentes de vidrio convergentes*, los cuales permiten que los rayos de luz converjan en un punto, al cual se le llama *foco*; dicho sistema óptico posee un lente condensador, el cual concentra la luz proveniente de la fuente, una serie de lentes objetivos con diferentes poderes de aumentos, que recogen los rayos difractados por la muestra, y uno o dos lentes oculares, donde se colocan los ojos (Fig. 18). Al lograr que una cantidad de rayos de luz, que normalmente veríamos separados, enfoquen en nuestra retina, podemos interpretar esa imagen, que en realidad es una imagen virtual, como una ampliación de la imagen real.

Para que sea posible ver un objeto con el microscopio óptico, éste debe ser lo más fino posible para que lo atraviesen los rayos de luz; de lo contrario, se verá sólo un grumo deforme y opaco. El microscopio óptico tiene un *límite de resolución* de cerca de 200 nm (0.2 μm); esta es la distancia mínima a la que se pueden ver dos objetos separados.

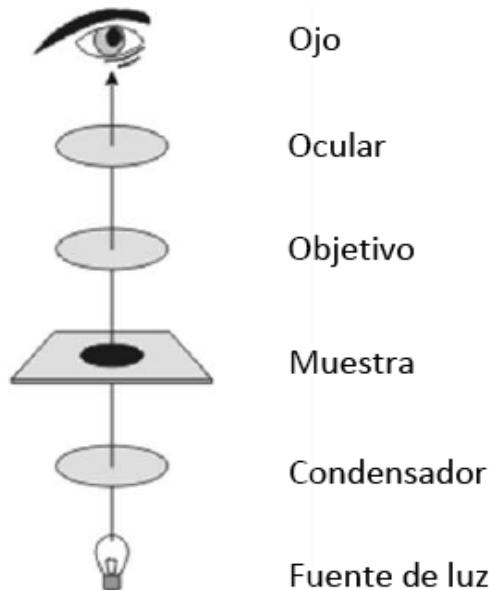


Figura 18. Principio de funcionamiento del microscopio óptico y elementos involucrados.

Las células observadas bajo el microscopio óptico pueden estar vivas o fijadas y teñidas. Las muestras son depositadas en una lámina de vidrio denominada *portaobjeto*, que mide unos 5 cm de largo por 2 cm de ancho; sobre el lugar del portaobjetos donde se puso la muestra se coloca una laminilla muy fina de vidrio llamada *cubreobjeto*.

El aumento proporcionado por el microscopio se expresa en términos de x; generalmente, los *oculares* proporcionan un aumento de 10x, lo que significa que proporcionan un aumento de 10 veces el tamaño original. Los *objetivos*, que generalmente son cuatro, suelen tener aumentos de 4x, 10x, 40x y 100x. El aumento total del microscopio es el producto de los aumentos del lente ocular y el lente objetivo; las ampliaciones resultantes al multiplicar dichos aumentos serán de 40, 100, 400 y 1000 aumentos de la imagen original. Por ejemplo, al utilizar un ocular 10x con el objetivo 4x, el resultado será: 10 aumentos x 4 aumentos = 40 aumentos, la ampliación total será de 40 veces el tamaño original; en otras palabras, el ocular aumenta 10 veces la imagen ya aumentada 4 veces por el objetivo.

Los objetivos 4x, 10x y 40x se denominan *objetivos secos*, debido a que entre la lente y la preparación a observar, la luz atraviesa el aire proporcionando una imagen nítida. El objetivo 100x, se denomina

*objetivo de inmersión*, ya que, para proveer imágenes nítidas, la lente debe estar inmersa en un líquido, denominado *aceite de inmersión*, el cual debe tener un índice de refracción igual al vidrio, lo que permite evitar la dispersión de los rayos luminosos. Siempre que se utilice el objetivo 100x, se colocar una gota de aceite de inmersión sobre la preparación a observar.

### Preparaciones

La preparación de una muestra para observarla en el microscopio óptico es diferente según sean las propiedades que deseamos observar, ya que existen algunas que sólo se manifiestan *in vivo* (en estado vivo), y en otras ocasiones, podemos observar morfología y estructuras, que no se modifican con la muerte celular.

Es importante que tus estudiantes aprendan a hacer algunas preparaciones sencillas, para que luego puedan observarlas detenidamente en el microscopio óptico, y descubran qué componentes son los involucrados en el funcionamiento estructural y fisiológico de la célula, y que esto sirva para despertarles el interés científico de investigar cómo estamos estructurados los seres vivos.

Un método alternativo que permite poner en relieve ciertos detalles estructurales sin matar los microorganismos es la *coloración o tinción*, en la que se emplean colorantes como azul de metileno y rojo congo, entre otros, que en realidad no tiñen, sino que se acumulan en determinadas zonas de la célula.

### POSIBLES OBSERVACIONES

- Una de las causas principales de una imagen borrosa y poco definida en el microscopio óptico, es la presencia de suciedad en los lentes, especialmente polvo, huellas digitales y depósitos grasos dejados por el roce de las pestañas con los lentes oculares. Por lo que antes de usar el microscopio óptico se verifica que los oculares y los objetivos estén limpios. Nunca toques los

lentes con los dedos; si tienes que limpiar un lente, usa papel especial para óptica, si es necesario, humedecé el lente con tu aliento y frótalo muy suavemente con el papel. Las laminillas de las preparaciones pueden limpiarse frotándolas cuidadosamente con papel para óptica o un papel suave libre de pelusas.

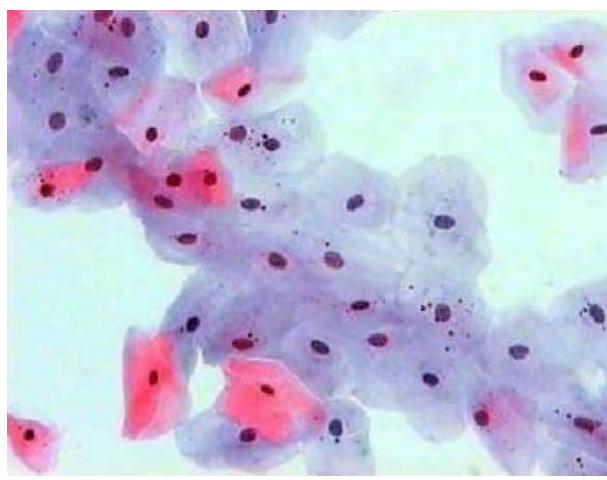
- Asegúrate de que cada estudiante reconozca las partes del microscopio óptico, y se familiarice con el uso del mismo. Presta atención para que el estudiantado no dañe las lentes usando el papel incorrecto para limpiarlos y que tenga cuidado al manipular los microscopios. No permitas que se trabaje con más de una laminilla a la vez, ya que pueden romperse inadvertidamente.
- Después de utilizar el objetivo de inmersión, hay que limpiar el aceite que queda en el objetivo con pañuelos especiales para óptica o papel muy suave, que no deje pelusas. En cualquier caso se pasará el papel por la lente en un sólo sentido y con suavidad, antes que este se seque. Si el aceite ha llegado a secarse y pegarse en el objetivo, hay que limpiarlo con una mezcla de alcohol-acetona (7:3) o con xilol. No hay que abusar de este tipo de limpieza, porque si se aplican estos solventes en exceso se pueden dañar las lentes y su sujeción.
- Una de las desventajas que presentan los portaobjetos excavados es que actúan como una lente divergente, que puede modificar la imagen de lo que se está observando. Por tal razón, debes tener cuidado con la interpretación y las conclusiones de lo que se ha observado.
- Cuando no se estén utilizando los microscopios ópticos, se recomienda mantenerlos cubiertos con su funda plástica para evitar que se ensucien y dañen las lentes. Si no se van a usar por un período prolongado se deben guardar en su caja, y colocarlos dentro de un armario para protegerlos del polvo.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- Las imágenes que podrás observar en el microscopio óptico de las preparaciones hechas por tus estudiantes, podrán tener variaciones significativas, aun y cuando se trate de la misma muestra. Si esto sucede, ten en cuenta que seguramente la mayoría de tus estudiantes (si no es que todos), es la primera vez que hacen preparaciones y tinciones. Si se ha hecho un buen trabajo, se podrán observar, para el caso de las células epiteliales de mucosa bucal y de cebolla, imágenes similares a las que se presentan en la Figura 18.
- Para el caso de las preparaciones bacterianas, los resultados serán variados de acuerdo a las muestras de agua que se utilicen, ya que se podrá observar un gran número de microorganismos de taxones muy diversos. Podrás observar, por ejemplo, microorganismos en forma de cocos, como *estafilococos* y *estreptococos*; bacilos, como el *E. coli*; espirilos, con forma helicoidal; protozoos, como los rotíferos, que tienen forma de copa; paramecios, con forma ovalada; y amoebas, las cuales son amorfas. Resulta interesante comparar muestras tomadas en diferentes cuerpos de agua que se presume que están contaminados, con muestras de agua potable.
- Al usar el microscopio óptico, no solamente es importante saber enfocar bien la imagen, sino

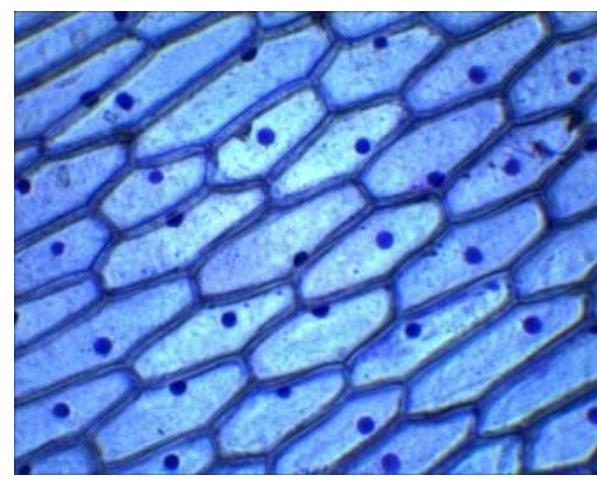
también interpretar correctamente lo que se observa. La *profundidad de foco* (la porción del objeto perfectamente enfocada) es muy pequeña, especialmente con los lentes objetivos de mayor aumento, y por tal razón se observa una imagen plana. Para apreciar la estructura tridimensional de los objetos se puede enfocar hacia arriba y hacia abajo a través del ejemplar (si éste es grueso), o estudiar una serie de preparados que contengan cortes sucesivos.

- Toma en cuenta que la mayoría de preparaciones que se estudia no tiene colores naturales, porque éstos se pierden al preparar la muestra, además de que se han empleado tintes para resaltar tejidos o estructuras específicas. Por tanto, no le prestes mucha atención a los colores, ya que preparaciones del mismo organismo pueden mostrar colores distintos dependiendo de los tintes empleados.
- Si tu centro escolar cuenta con preparaciones permanentes te será posible identificar con tus estudiantes las diferencias y similitudes entre diferentes tipos de células; además, podrán identificar los organelos característicos de cada tipo de célula. Un punto importante de recalcar es que podrás asociar la morfología de cada organelo y su ubicación dentro de la célula, con la función que cumple. De esta forma, a tus estudiantes les resultará más fácil recordar toda esta información, logrando así un aprendizaje significativo.



a)

Figura 18. a) Células epiteliales de la mucosa bucal.



b)

b) Células epiteliales de cebolla.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente:  
Biología. Lección 1: ESTUDIANDO LA VIDA: LA CÉLULA. Pág. 1 – 18. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Gama Fuentes, M. (2012). *Biología* (2<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

Campbell, N. y J. Reece, J. (2007). *Biología* (7<sup>a</sup> Edición). Madrid: Médica Panamericana.

Wikipedia la enciclopedia libre (diciembre 2013). *Microscopio óptico*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/ui38>

Academic.uprm.edu. El microscopio y las células. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/jy9B6Q>

#### **OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS**

El crecimiento poblacional.

# ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA Y RESPIRACIÓN CELULAR



## INTRODUCCIÓN

Uno de los procesos metabólicos más importantes para la vida en el planeta Tierra es el que realizan los vegetales, conocido como *fotosíntesis*, y es el proceso mediante el cual las plantas utilizan la energía lumínica proveniente del sol para producir sus alimentos a partir de dióxido de carbono y agua; este proceso también produce oxígeno, que es muy importante para la vida de la fauna y de la especie humana.

El complemento de la fotosíntesis es la *respiración*, pues los productos de uno se emplean en el otro, y viceversa, formando un ciclo de vital importancia. Todos los seres vivos respiran; sin embargo, no todos lo hacen de la misma manera. Existen organismos, principalmente bacterias, que no requieren el oxígeno para poder respirar (incluso en su presencia pueden morir); ellos reciben el nombre de *anaerobios*. Existen otros organismos que necesitan oxígeno para respirar, por lo que reciben el nombre de *aerobios*. Existe un mecanismo diferente a la respiración aerobia que se conoce como *fermentación*, realizada principalmente por levaduras; ésta ocurre cuando la cantidad de oxígeno disponible es limitada o nula, por lo que la ruta metabólica de degradación de las moléculas de glucosa se desvía y produce diversos metabolitos, generalmente alcohol.

## INDICADORES DE LOGRO

- Identifica y describe correctamente a la célula como la unidad funcional y estructural de todos los seres vivos.
- Representa y describe adecuadamente las funciones vitales que realiza la célula.
- Analiza críticamente el desarrollo de la actividad fotosintética y la respiración celular.

## OBJETIVOS

- Evidenciar la liberación de gases que comprueban la actividad fotosintética y la respiración celular.
- Describir las características y el funcionamiento de los organelos que conforman las células animales y vegetales.

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Un beaker de 600 mL</li> <li>Un embudo de vidrio</li> <li>Dos tubos de ensayo</li> <li>Un matraz Erlenmeyer de 250 mL</li> <li>Un tapón mono horadado</li> <li>Varilla de vidrio hueca</li> <li>Un mechero Bunsen o de alcohol</li> <li>Un trípode</li> <li>Una malla de asbesto</li> <li>Dos ramitas de elodea (<i>Hydrilla verticillata</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bicarbonato de sodio</li> <li>Azúcar de mesa</li> <li>10 g de levadura de pan (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)</li> <li>Solución saturada de hidróxido de calcio</li> <li>Agua destilada</li> </ul>

## PROCEDIMIENTO

### A. Actividad fotosintética

1. Vierte 500 mL de agua potable en un beaker de 600 mL.
2. Añade una cucharada de bicarbonato de sodio, y mezcla bien.
3. Coloca una ramita de planta de Elodea (*Hydrilla verticillata*) en el fondo del beaker.
4. Sumerge un embudo al revés dentro del beaker, de modo que rodee en su interior la ramita de Elodea (Fig. 1).



Figura 1. Ramita de elodea colocada dentro del embudo.

5. Toma un tubo de ensayo y llénalo por completo con agua potable.
6. Sumerge el tubo de ensayo con agua dentro del beaker, de manera que el tallo del embudo quede en el interior del tubo de ensayo, procurando que permanezca lleno de agua, y que no le entre aire (Fig. 2).



Figura 2. Dispositivo para medir actividad fotosintética.

7. Coloca este dispositivo a unos 50 cm de distancia de una fuente de luz (por ejemplo, un bombillo de 100 watts), o bien bajo la incidencia directa de luz solar.
8. Arma otro dispositivo de la misma manera, y colócalo en un lugar oscuro.
9. Espera de 3 a 4 horas, y compara ambos dispositivos.

Contesta en tu *Cuaderno de Laboratorio*:

- a) ¿Para qué se agrega bicarbonato de sodio al agua contenida en el beaker?
- b) ¿Qué gas se forma durante el proceso de fotosíntesis?
- c) ¿En cuál de los dispositivos se produce más gas: en el que está en presencia de luz o en el que queda en la oscuridad? Explica tu respuesta.
- d) ¿Qué función cumple la luz en el proceso de fotosíntesis?
- e) Escribe la ecuación química que describe el proceso general de la fotosíntesis.

## B. Fermentación de levadura

1. Dentro de un matraz Erlenmeyer de 250 mL coloca aproximadamente 10 g de levadura de pan (*Saccharomyces cerevisiae*) y dos cucharadas de azúcar.
2. Agrega 100 mL de agua tibia, y agita para que se disuelvan los componentes.
3. Tapa la boca del matraz con un tapón de hule monohoradado, en el cual estará conectada una varilla de vidrio hueca, cuyo otro extremo se colocará dentro de un tubo de ensayo que contenga 5 mL de solución saturada de óxido de calcio (Fig. 3).

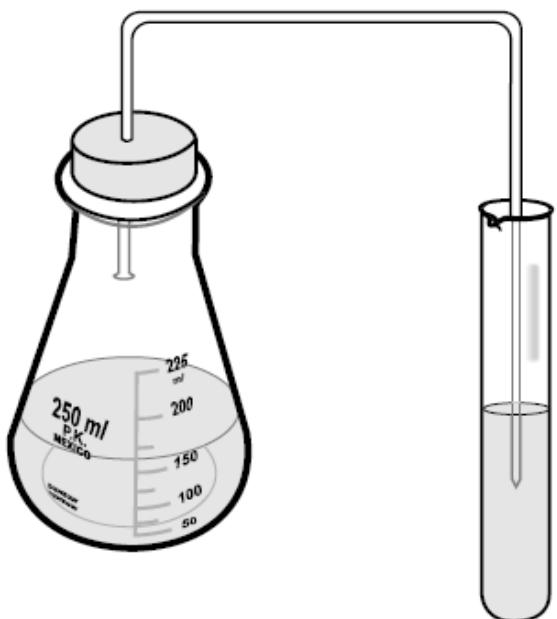


Figura 3. Dispositivo para fermentación de levadura.

4. Puedes calentar ligeramente la base del matraz, colocándolo en un trípode con malla de asbesto, y flameándolo con la llama de un mechero, o bien utilizando una placa calefactora. Ten cuidado de no exceder los 37 °C, ya que puedes eliminar las levaduras.
5. Espera alrededor de 30 a 40 minutos, y luego observa lo que ocurre tanto en el matraz como dentro del tubo de ensayo.

6. Repite el mismo procedimiento (desde el paso 1); pero ahora, en lugar de la solución saturada de óxido de calcio, coloca 5 mL de agua destilada dentro del tubo de ensayo.
7. Agrega 3 gotas de solución indicadora de anaranjado de metilo.
8. Observa lo que ocurre dentro del tubo de ensayo luego de transcurrido un tiempo de alrededor de 30 a 40 minutos.

Contesta en tu *Cuaderno de Laboratorio*:

- a) ¿Por qué es necesario agregar azúcar además de la levadura dentro del matraz?
- b) ¿Qué gas se está produciendo dentro del matraz durante el proceso de fermentación de la levadura?
- c) ¿Qué reacción está ocurriendo dentro del tubo de ensayo con solución saturada de hidróxido de calcio, y cuál es la evidencia de reacción?
- d) ¿Qué reacción está ocurriendo dentro del tubo de ensayo con solución indicadora de anaranjado de metilo, y cuál es la evidencia de reacción?
- e) ¿Ayuda al proceso de fermentación el hecho de calentar ligeramente el matraz que contiene la levadura? ¿Por qué?
- f) ¿Qué sucedería si se calentara demasiado el matraz con la levadura?
- g) ¿La fermentación es un tipo de respiración aerobia o anaerobia? Explica tu respuesta.
- h) Escribe la ecuación química que describe el proceso general de la respiración celular.

## PREPARACIÓN PREVIA DE REACTIVOS

### a. Solución saturada de óxido de calcio (CaO)

Pesa de 0.5 a 1 g de óxido de calcio (CaO) o cal viva, y disuélvelo en 100 mL de agua destilada; agita bien utilizando una varilla agitadora, y déjalo reposar por unos 10 minutos. Utilizando un embudo con papel filtro, filtra el líquido sobrenadante y traslada el filtrado a un recipiente (puede ser de vidrio o de plástico) para su uso posterior.

### b. Indicador de anaranjado de metilo

Pesa 0.1 g de anaranjado de metilo sólido en un beaker de 100 mL, y disuélvelo con unos 75 mL de agua destilada caliente. Vierte esa solución en un balón volumétrico de 100 mL y afora hasta la marca. Mezcla bien. Finalmente vierte la solución indicadora en un frasco de color oscuro (puede ser de vidrio o plástico), y rotúlalo como "Solución indicadora de anaranjado de metilo".

## FUNDAMENTO TEÓRICO

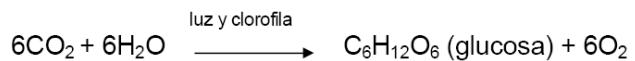
Hace millones de años la composición de la atmósfera terrestre era muy diferente a la actual. La atmósfera en la que evolucionaron las primeras células no tenía oxígeno libre. Con el advenimiento de la *fotosíntesis*, los organismos lograron modificar el ambiente al liberar grandes cantidades de oxígeno gaseoso, de tal forma que en nuestros días la vida terrestre es posible gracias a este proceso. Durante la fotosíntesis, las plantas captan la energía lumínica y la emplean para formar carbohidratos y oxígeno libre a partir de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Los carbohidratos los utilizan como materia prima y la energía química para su crecimiento; el exceso lo almacenan como reserva, en forma de almidón, entre otros.

El proceso fotosintético, en su forma más sencilla y concreta, consiste en impulsar con ayuda de la energía solar una corriente de electrones desde el agua hacia un aceptor cuyo potencial lo capacite para cederlo a una molécula de CO<sub>2</sub>, que de esta manera se reduce. Para que éste proceso se lleve a

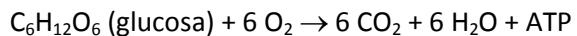
cabo se necesita además de la *clorofila*, el pigmento que poseen todos los vegetales verdes.

La fotosíntesis comprende dos etapas: la *etapa lumínica*, que ocurre en los tilacoides y se utiliza la energía luminosa; en esta etapa se sintetizan productos que van a ser utilizados en la etapa siguiente como el Trifosfato de Adenosina (ATP) y el Nicotinamida Adenina Dinucleótido Fosfato (NADPH), además se genera oxígeno que se libera a la atmósfera (O<sub>2</sub>) y agua; y la *etapa oscura*, que ocurre en el estroma del cloroplasto y es independiente de la presencia o ausencia de luz. En esta etapa se produce la fijación y reducción del dióxido de carbono, mediante una serie de transformaciones metabólicas, resultando finalmente un compuesto orgánico que va a ser utilizado en otros procesos metabólicos con el fin de obtener energía biológicamente útil para la célula.

La fotosíntesis puede expresarse mediante la siguiente ecuación química:



La *respiración celular* ocurre en la mayoría de las células de plantas y animales. Tiene lugar en la mitocondria, donde la energía de los nutrientes convierte Difosfato de Adenosina (ADP) a ATP, que es utilizado para todas las actividades celulares que requieren energía. La respiración celular puede expresarse mediante la siguiente ecuación química:



## POSIBLES OBSERVACIONES

- La elodea (*Hydrilla verticillata*), conocida comúnmente como lama, es una planta acuática robusta que se desarrolla en largos cordones separados por verticilos foliares dispuestos a lo largo de los tallos, con hojas dispuestas en roseta muy apretadamente concentradas, de color verde intenso (Fig. 4). La elodea vive enteramente bajo el agua, salvo sus pequeñas flores que flotan encima del agua, unidas a la planta por delicados

tallos. Su capacidad de producir grandes cantidades de oxígeno la hacen especialmente indicada para su mantenimiento en estanques y peceras, aunque debe ser controlada para que no acabe por invadir por completo los márgenes, impidiendo la natación a los animales. Para este experimento bastará con unas pocas ramitas de elodea, las cuales puede conseguir en cualquier lago o laguna, si le es factible por su cercanía; de lo contrario, podrá adquirirla en un acuario.



Figura 4. Ramitas de elodea (*Hydrilla verticillata*).

- Las levaduras son hongos microscópicos unicelulares capaces de realizar la descomposición mediante fermentación de diversos compuestos orgánicos, principalmente carbohidratos, produciendo distintas sustancias. Para la segunda parte del experimento se puede utilizar cualquier tipo de levadura, siendo la más común la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), que se utiliza, entre otras cosas, en la producción de pan; no debe confundirse con el polvo de hornear, conocido también como levadura química, ya que éste último no es en sí una levadura, sino una mezcla de compuestos químicos que provocan un efecto similar en la producción de pan, pero no sería útil para este experimento.
- Si no cuentas con óxido de calcio calidad reactivo, puedes utilizar cal viva para preparar la solución saturada, la cual puedes adquirir en ferreterías, e incluso en un local de venta de granos básicos (debido a que ésta se utiliza en el proceso de

nixtamalización del maíz). Si cuentas con hidróxido de calcio calidad reactivo, también puedes utilizarlo. Cualquiera que sea el reactivo utilizado, no olvides que deberás disolver entre 0.5 a 1 g del reactivo en 100 mL de agua, mezclar bien, esperar que sedimente el exceso, y filtrar.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### A. Actividad fotosintética

Este experimento consiste en demostrar la actividad fotosintética utilizando ramitas de elodea. Como uno de los reactivos en la reacción de fotosíntesis es el dióxido de carbono, se sugiere agregar bicarbonato de sodio al agua en la cual se introducirá la elodea, con el fin de producir más dióxido de carbono, acelerando así el proceso de fotosíntesis. Tal como se plantea en la reacción de fotosíntesis, los productos obtenidos son: unidades de glucosa,  $C_6H_{12}O_6$ , que las utiliza la planta para su alimentación y crecimiento; y oxígeno gaseoso,  $O_2$ , que lo libera al medio; en este caso, el oxígeno se conducirá por el tallo del embudo hasta el tubo de ensayo colocado de forma invertida, donde desplazará al agua que éste contenía.

Para que se pueda efectuar la fotosíntesis se requiere la adición de energía en forma de luz, por lo que se podrá apreciar que en el dispositivo que se coloca bajo la incidencia de la luz, se ha producido una cantidad apreciable de oxígeno al cabo de 3 a 4 horas, mientras que en el dispositivo que quedó en la oscuridad no se produce oxígeno, o se produce una mínima cantidad.

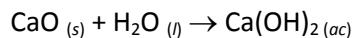
### B. Fermentación de levadura

La levadura es un hongo unicelular, por ende un ser vivo que necesita alimentarse, es por ello que se necesita adicionar azúcar, además de agua para su actividad. Se recomienda que el agua en que se disuelva esté tibia (alrededor de los 37 °C), para favorecer la fermentación, pero sin exceder los 50 °C, ya que esto sería mortal para la levadura. De igual forma, se recomienda calentar

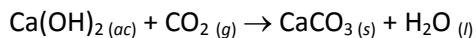
el matraz flameándolo hasta alcanzar la temperatura aproximada de 37 °C, para acelerar el proceso de fermentación. No olvides que tendrás que esperar de 30 a 40 minutos para que la reacción ocurra de forma apreciable.

Como se mencionó anteriormente, la fermentación es un proceso de respiración aerobia, pero en poca presencia de oxígeno. No obstante, en dicha reacción se consume oxígeno, además de glucosa, para producir energía, agua y dióxido de carbono gaseoso, CO<sub>2</sub>, el cual se libera en el matraz y es conducido a través de la varilla de vidrio hueca hasta el tubo de ensayo, donde reacciona según lo que éste contenga.

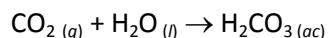
El óxido de calcio, CaO, al disolverse en agua da originen a hidróxido de calcio, Ca(OH)<sub>2</sub>, de acuerdo con la reacción:



En el tubo que contiene dicha solución, el hidróxido de calcio, Ca(OH)<sub>2</sub>, reacciona con el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, para producir carbonato de calcio, CaCO<sub>3</sub>, un compuesto insoluble en agua:



La evidencia de reacción es la formación de un precipitado blanco de carbonato de calcio, CaCO<sub>3</sub>. En el tubo que contiene agua destila con gotas del indicador anaranjado de metilo, la reacción del CO<sub>2</sub> es directamente con el agua:



Como el producto obtenido es ácido carbónico, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, el medio se torna ácido, y el indicador hace que la solución tome un color rojo.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Biología. Lección 4: METABOLISMO CELULAR. Pág. 48 – 61. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Gama Fuentes, M. (2012). *Biología* (2<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

Audesirk, T. y Audesirk, G. (2008). *Biología, La Vida en la Tierra* (8<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

Botanical-online SL. *La Fotosíntesis*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/aR7kd>

Recursostic.educacion.es. *La Fotosíntesis*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/lcljYk>

academic.uprm.edu. *Respiración Celular*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/mJ5O8u>

## OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

Extraigamos pigmentos fotosintéticos.

# EXTRAIGAMOS PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS



## INTRODUCCIÓN

La fotosíntesis es el primer paso por el cual el flujo de energía proveniente del sol ingresa a la red alimentaria biológica, disipándose finalmente en el medio. Es un proceso esencial para la conservación de la vida en la Tierra.

El proceso de fotosíntesis se lleva a cabo gracias a la presencia de pigmentos en las hojas y en los tallos jóvenes capaces de captar energía lumínica, permitiendo a los vegetales la síntesis de sustancias orgánicas a partir de inorgánicas, mediante la conversión de energía lumínica en energía química.

Existen varios tipos de pigmentos, entre los que se encuentran la *clorofila*, los *carotenos* y las *xantófilas*. Uno de los métodos más comunes que se utiliza para separarlos es la *cromatografía*, que es una técnica que permite la separación de los componentes de una mezcla que tienen una afinidad diferente por el solvente empleado, de tal manera que al introducir una tira de papel filtro en esa mezcla, el solvente arrastra con distinta velocidad a los pigmentos según la solubilidad que tengan, y los separa permitiendo identificarlos perfectamente según su color.

## INDICADORES DE LOGRO

- Extrae e identifica experimentalmente los pigmentos fotosintéticos.
- Comprende y analiza adecuadamente la función de los pigmentos fotosintéticos.
- Describe y valora la importancia y beneficios de las plantas en la vida de los animales y los seres humanos.

## OBJETIVOS

- Obtener pigmentos vegetales fotosintéticos por medio de métodos de separación simples.
- Comprender el proceso de fotosíntesis como método de obtención de alimentos en las plantas, destacando la importancia que tiene para la vida en el planeta Tierra.

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Diez hojas frescas de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>) o de cualquier planta</li><li>• Un mortero con pistilo</li><li>• Un embudo</li><li>• Una gradilla para tubos de ensayo</li><li>• Tres tubos de ensayo de 16x150 mm</li><li>• Una caja de Petri</li><li>• Un beaker de 150 mL</li><li>• Un embudo</li><li>• Papel filtro</li><li>• Una pipeta graduada de 5 mL</li><li>• Una pipeta graduada de 10 mL</li><li>• Una propipeta</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 30 mL de alcohol etílico</li><li>• 8 mL de éter etílico</li><li>• 2 mL de solución de NaOH al 20% m/v</li><li>• 3 mL de n-hexano</li><li>• 5 mL de agua destilada</li></ul>

## PROCEDIMIENTO

### A. Extracción de los pigmentos

1. Lava bien diez hojas de espinaca (*Spinacia oleracea*), luego córtalas en trozos pequeños, eliminando la nervadura, y colócalos en un mortero.
2. Agrega dentro del mortero 30 mL de etanol, y macera las hojas, pero sin golpearlas, hasta que el líquido adquiera un color verde (Fig. 1). Ten cuidado de no derramar el alcohol fuera del mortero.



Figura 1. Maceración de las hojas de clavel utilizando un mortero con pistilo.

3. Filtra la solución obtenida usando un papel filtro dispuesto sobre un embudo, recolectando el filtrado en un beaker de 150 mL (Fig. 2). El filtrado obtenido es clorofila bruta disuelta en alcohol.



Figura 2. Colección del filtrado en un beaker de 150 mL.

### B. Observación del fenómeno de fluorescencia

1. Colocando el beaker frente a la luz podrás comprobar que la solución con los pigmentos extraídos presenta color verde (Fig. 3).



Figura 3. Pigmentos extraídos de las hojas de clavel.

2. Intenta ahora colocando el beaker, la luz y tu vista de manera que no formen una línea recta, inclinando levemente el beaker o iluminando fuertemente la solución. Observa que la solución adquiere tonalidades de color púrpura (Fig. 4). Este fenómeno se denomina *fluorescencia*, y se debe a la emisión de la luz absorbida previamente por las clorofilas.



Figura 4. Observación del fenómeno de fluorescencia con los pigmentos extraídos.

### C. Solubilidad diferencial de los pigmentos

1. Utilizando viñetas rotula dos tubos de ensayo de 16x150 mm, como "a" y "b", respectivamente.
2. Vierte 8 mL de la solución de pigmentos contenida en el beaker a cada uno de los dos tubos de ensayo (a y b).
3. Agrega a ambos tubos 4 mL de éter etílico, y agítalos suavemente durante 30 segundos.

4. Luego añade al tubo “a” 4 mL de agua destilada, y vuelve a agitar con suavidad. Coloca el tubo en una gradilla y déjalo reposar durante 10 min. Observa lo que ha ocurrido dentro del tubo y anótalo en tu *Cuaderno de Laboratorio*.
  
5. En el tubo “b” añade 2 mL de solución de NaOH al 20% m/v, y agítalo suavemente. Déjalo reposar en la gradilla durante 10 min. Observa lo que ha ocurrido dentro del tubo y anótalo en tu *Cuaderno de Laboratorio*.

#### D. Separación de los pigmentos por cromatografía

1. Dentro de una caja de Petri vierte un poco de solución de pigmentos contenida en el beaker, agregando una cantidad suficiente hasta alcanzar unos 2 mm de altura (Fig. 5).



Figura 5. Solución de pigmentos en una caja de Petri.

2. Coloca verticalmente una tira de papel filtro doblada en “V” dentro de la caja de Petri, de forma que se mantenga perpendicular a la caja, pero teniendo el cuidado de que el papel no toque las paredes de la caja (Fig. 6).



Figura 6. Papel filtro colocado dentro de la solución de pigmentos para su separación cromatográfica.

3. Espera por unos 10 minutos para que se realice la separación cromatográfica de los pigmentos. Anota las observaciones en tu *Cuaderno de Laboratorio*, y dibuja la separación de colores obtenida; si lo prefieres, puedes esperar a que seque bien el papel filtro para que lo pegues junto a las observaciones.

#### E. Separación de clorofila y carotenoides

1. Coloca en un tubo de ensayo 5 mL de la solución de pigmentos contenida en el beaker.
2. Añade 3 mL de n-hexano (o un solvente no polar), y agita el tubo para que se mezclen los componentes.
3. Deja el tubo en reposo sobre una gradilla por unos 5 minutos. Anota y dibuja lo ocurrido en tu *Cuaderno de Laboratorio*.

Responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:

- a) ¿Qué tipos de mezclas se han obtenido en esta práctica?
- b) ¿Qué métodos de separación de mezclas has utilizado en esta práctica?
- c) ¿Cuál es la estructura vegetal en la que se realiza la fotosíntesis, y en qué partes de la planta se encuentran?
- d) ¿Son solubles los pigmentos en el agua destilada o en el éter etílico?
- e) ¿La separación de colores por cromatografía que obtuviste será igual en cualquier especie vegetal? Explica tu respuesta.
- f) En el procedimiento E, ¿qué tipo de pigmentos quedaron en el alcohol, y cuáles se solubilizaron en el n-hexano?

## PREPARACIÓN PREVIA DE REACTIVOS

### a. Solución de NaOH al 20% m/v

En un beaker de 100 mL, pesa 20 g de hidróxido de sodio, NaOH, y agrega unos 50 mL de agua destilada; para disolverlo agítalo con una varilla. Luego vierte la solución en un balón volumétrico de 100 mL, afora hasta la marca con agua destilada y agita bien para que se homogenice la solución.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Entre las características externas de los vegetales, la más notable es probablemente el color. Los colores que presentan los vegetales son debidos a unos compuestos químicos llamados pigmentos. El color que presenta un determinado órgano vegetal depende generalmente del predominio de uno u otro pigmento o la combinación de ellos. Además, algunos de los pigmentos que condicionan el color están estrechamente ligados a las actividades fisiológicas del vegetal.

Si bien es posible encontrar en el reino vegetal todos los matices y combinaciones de colores del espectro, existe un predominio general de los colores primarios: verde, amarillo, rojo, azul. Se debe tener claro que cuando un vegetal presenta un color blanco, es debido a la falta de tales pigmentos. La luz solar, que incide sobre ellas, no es absorbida selectivamente como ocurre en las partes coloreadas, sino que es transmitida o reflejada prácticamente sin sufrir modificación.

La clorofila es el pigmento que les proporciona el color verde a las plantas, y que absorbe la luz necesaria para realizar la fotosíntesis. Puede formarse en las raíces, tallos, hojas y frutos, con la condición de que estos órganos estén situados por encima del suelo y queden expuestos a la luz. La clorofila absorbe principalmente luz violeta, roja y azul, y refleja luz verde (Fig. 7).

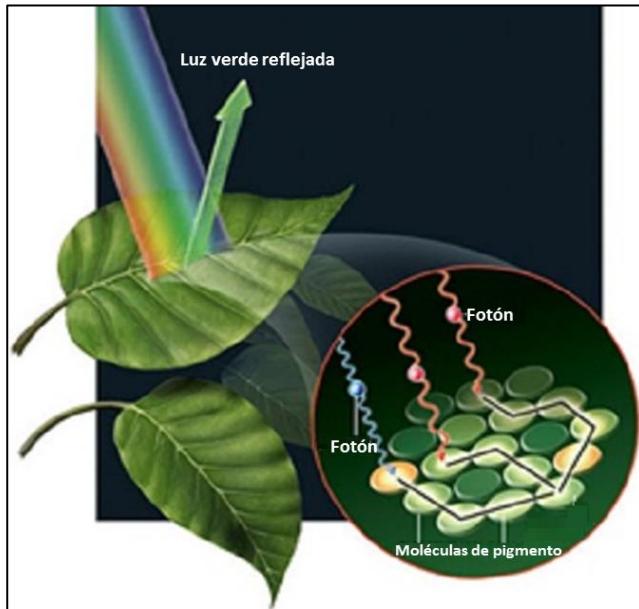


Figura 7. Luz blanca incidiendo sobre una hoja. Todos los colores se absorben, excepto el verde.

La abundancia de clorofila en las hojas y su ocasional presencia en otros tejidos vegetales, es la causa de que esas partes de las plantas aparezcan en color verde; sin embargo, en algunas hojas la clorofila es enmascarada por otros pigmentos. Aunque aparentemente falte en algunas hojas de color rojo o amarillo, cuando se extraen las otras sustancias colorantes de éstas, puede comprobarse incluso allí la presencia de clorofila, que estaba enmascarada por los demás pigmentos (Fig. 8). La extracción de estos pigmentos es interesante para el estudio y reconocimiento de sus propiedades.



Figura 8. Fotografías de plantas con hojas de diversos colores: a) Croto (*Codiaeum variegatum*); b) Manto o Capa de Rey (*Coleus blumei*); c) Pascua (*Euphorbia pulcherrima*).

Los pigmentos vegetales que se encuentran en los cloroplastos son moléculas químicas que reflejan o transmiten la luz visible, o hacen ambas cosas a la vez. El color de un pigmento depende de la absorción selectiva de ciertas longitudes de onda de la luz, y de la reflexión de otras longitudes de onda.

Los pigmentos constituyen el sustrato fisiológico donde se asienta el proceso fotosintético. Hay diversas clases de pigmentos. Los principales son:

- **Clorofilas** (a, b, c, d y bacterioclorofilas), de coloración verde.
- **Carotenoides** (carotenos y xantófilas), de coloración amarilla y roja.
- **Ficobilinas**, de coloración azul y roja; están presentes en las algas verdeazules, que comprenden el filo de los *Cianofitos*.

En ocasiones, la presencia de clorofila no es tan evidente, debido a que al descomponerse ocupan su lugar otros pigmentos de origen isoprénico también presentes en los plastos, como son los carotenos (alfa, beta y gamma) y las xantófilas. Las algas verdeazules contienen la misma clase de clorofila que las plantas superiores, pero la ausencia de cloroplastos hace que se distribuya por toda la célula.

Con frecuencia, otros pigmentos como las ficobilinas (presente también en los rodófitos), enmascaran la clorofila y confieren a las células un color azulado o rojizo. Su función es captar la luz y transferirla a la clorofila. La Figura 9 muestra una tabla con los colores de algunos pigmentos vegetales más comunes.

PIGMENTO	COLOR
Clorofila a	Verde azulado
Clorofila b	Verde amarillento
Caroteno	Naranja suave
Xantófila	Amarillo
Ficoeritrina	Rojo

Figura 9. Colores que presentan los pigmentos vegetales más comunes.

Las clorofilas presentan una estructura molecular de gran tamaño con un sistema de anillos de porfirina (anillo tetrapirrólico) (Fig. 10), formada en su mayor parte por carbono e hidrógeno, ocupado en el centro por un único átomo de magnesio, rodeado por un grupo de átomos que contienen nitrógeno (Fig. 11). Del anillo parte una larga cadena de 20 átomos de carbono, denominada fitol que constituye el punto

de anclaje de la molécula de clorofila a la membrana interna del cloroplasto, el organelo celular donde tiene lugar la fotosíntesis.

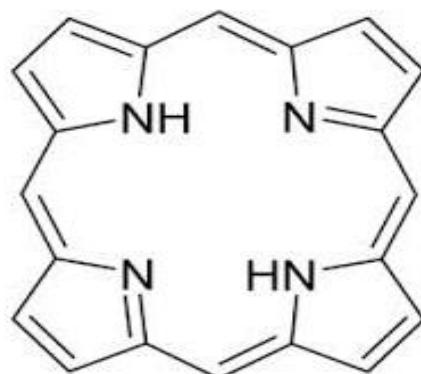


Figura 10. Sistema de anillos de porfirina.

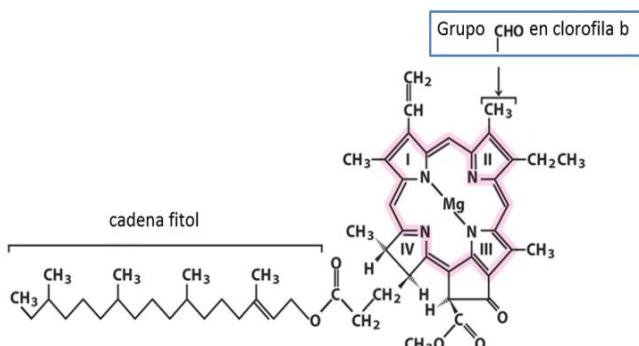


Figura 11. Molécula de clorofila a; nótese la presencia de un único átomo de magnesio en el centro de la molécula.

Cuando la molécula de clorofila absorbe un fotón, sus electrones se excitan elevándose a un nivel de energía superior. Esto es el punto de partida en el cloroplasto de una secuencia compleja de reacciones químicas que dan lugar al almacenamiento de energía en forma de enlaces químicos. Los diversos tipos de clorofilas existentes se diferencian en pequeños detalles de su estructura molecular, y en que absorben longitudes de onda luminosas ligeramente diferentes.

Por cromatografía se pueden separar cuatro tipos de clorofilas distintas:

- La clorofila A constituye de manera aproximada el 75% de toda la clorofila de las plantas verdes, estando presente también en las algas verdeazules, y en células fotosintéticas más

- complejas. Absorbe luz en el rango de longitud de onda de 440 a 680 nm.
- La clorofila B es un pigmento presente en vegetales y otras células fotosintéticas complejas; absorbe luz de una longitud de onda entre 460 a 650 nm, y transfiere la energía a la clorofila A, que se encarga de transformarla en energía química.
  - Las clorofilas C y D son propias de algas y bacterias.

Las clorofilas actúan como catalizadores, es decir, como sustancias que aceleran o facilitan las reacciones químicas, pero que no se agotan durante las mismas. Entre los carotenoides hay también muchos catalizadores que intervienen como pigmentos accesorios en la fotosíntesis, transfiriendo a la clorofila la energía de la luz que absorben para su conversión en energía química.

Los pigmentos clorofílicos son insolubles en agua, pero sí son solubles en solventes orgánicos, como alcohol etílico, acetona, entre otros. A los solventes que extraen simultáneamente todos los pigmentos de la hoja se suelen llamar *extractantes*. Existen otros solventes que presentan afinidad por algunos pigmentos y se les llama *separadores*, por ejemplo: el tetracloruro de carbono y el éter de petróleo. Estos dos solventes orgánicos (extractante y separador) responden de forma diferente a los pigmentos clorofílicos, así como también a sus diferencias físicas que hacen que sean dos líquidos no miscibles, con diferente peso específico.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- Para extraer los pigmentos fotosintéticos de la clorofila se pueden utilizar hojas de cualquier tipo de plantas, siempre y cuando estén frescas. En esta práctica se ha recomendado utilizar hojas de espinaca por su alto contenido de pigmentos fotosintéticos, considerando la facilidad para su obtención. Sin embargo, puedes utilizar hojas de otra especie, tales como moras, acelga, clavel o de cualquier planta. Incluso, resulta interesante realizar la práctica con hojas que no sean verdes,

tales como las del repollo morado, croto, manto o capa de rey, pascuas, árboles frutales, entre otros, con la salvedad de que se obtendrá una menor cantidad de clorofila.

- Otra opción interesante es conformar diferentes grupos de trabajo, que pueden realizar cromatografías de diversos vegetales, para luego elaborar un mural o álbum con las mismas y contrastarlas con los colores de las hojas. También se puede comparar la variación de pigmentos existentes en las hojas de un vegetal (sobre todo de árboles), en diferentes épocas del año.
- En el procedimiento de separación de pigmentos por cromatografía sobre papel, se ha recomendado utilizar un trozo de papel filtro en forma de "V", y colocarlo verticalmente sobre una caja de Petri, lo cual resulta factible cuando se cuenta con papel filtro en pliegos, puesto que se cortan los trozos del tamaño adecuado. Si no cuentas con este recurso, puedes utilizar tiras de papel filtro de cafetera, y colocar la mezcla de pigmentos dentro de un beaker pequeño, o incluso en un vaso de plástico transparente, y auxiliarte de un palito o una varilla para sujetar la tira de papel (Fig. 12).



Figura 12. Cromatografía sobre papel utilizando un vaso de plástico transparente y un palito para sujetar la tira de papel.

- Para el procedimiento de separación de clorofila y carotenoides se ha recomendado utilizar n-

hexano como solvente. Sin embargo, es posible sustituirlo por cualquier otro solvente no polar, como gasolina, benceno, tetracloruro de carbono, solvente mineral, entre otros. Se debe considerar la densidad del solvente utilizado frente a la densidad del alcohol.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Gracias a esta práctica lograrás observar cómo cambian las tonalidades de los pigmentos fotosintéticos presentes en los cloroplastos, que se ubican en mayor cantidad en las hojas de las plantas, las cuales obtienen su color al reflejar o transmitir la luz visible, además de constituir el sustrato fisiocoquímico de la fotosíntesis.

*En principio, la técnica de separación de pigmentos fotosintéticos se basa en las diferencias de solubilidad de los pigmentos en alcohol. En primer lugar, al romper las células en el mortero, los pigmentos que se hallaban encerrados en los cloroplastos pasan a mezclarse con el alcohol. En la mayoría de los casos, uno de los pigmentos es más abundante y enmascara a los demás, impidiendo que se puedan observar.*

*La separación final se produce por cromatografía sobre papel filtro colocada sobre la caja Petri, gracias a las diferentes velocidades con que se desplazan los diferentes pigmentos en un medio poroso, ya que el pigmento más soluble en el alcohol será el que forme una banda coloreada en la parte superior del papel, y el menos soluble en alcohol será el último en ascender a través del papel. En la solución extraída del vegetal tendremos tantos pigmentos como bandas coloreadas aparezcan en la cromatografía. Aparecerán unas bandas, de arriba hacia abajo: solvente libre de pigmentos, carotenos, xantófilas, clorofila a (verde azulada), clorofila b (verde amarillenta), y en la parte inferior, restos de bandas anteriores no separadas. La Figura 13 muestra una separación por cromatografía; los distintos pigmentos se logran apreciar, aunque de forma difuminada.*

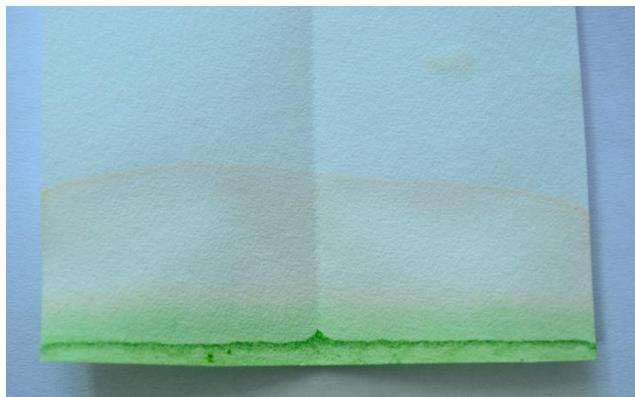


Figura 13. Cromatografía sobre papel mostrando los diferentes pigmentos que han sido separados.

En el procedimiento de solubilidad diferencial de los pigmentos, el agua destilada se mezcla con el alcohol y los pigmentos disueltos en él, pero sin reaccionar con ellos; mientras que el hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) reacciona con el grupo fitol de las clorofilas, saponificándolo y provocando la precipitación de estos pigmentos (Fig. 14).

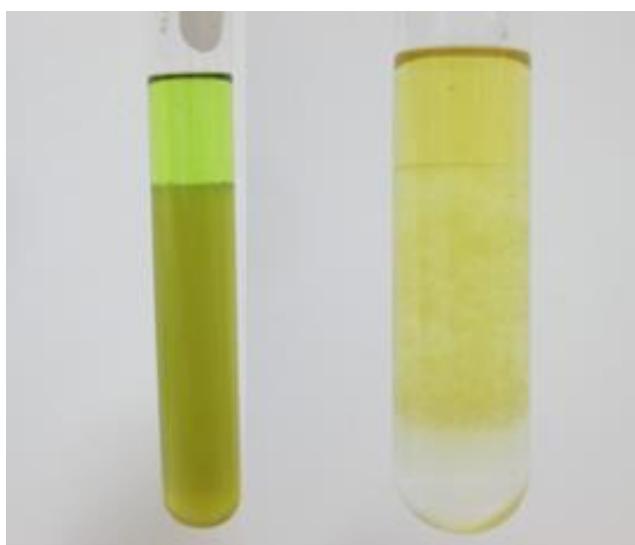


Figura 14. El tubo de la izquierda muestra la dilución con el agua destilada, mientras que en el tubo de la derecha ha ocurrido la reacción de saponificación con  $\text{NaOH}$ .

En el último procedimiento de separación de clorofila y carotenoides, la zona de color verde contendrá las clorofilas a y b, disueltas en el n-hexano, y la zona amarilla estará constituida por el alcohol que contiene disueltos los carotenoides (xantófila y caroteno). Dependerá de la densidad del solvente utilizado cuál de las zonas quedará sobre la otra (Fig. 15).

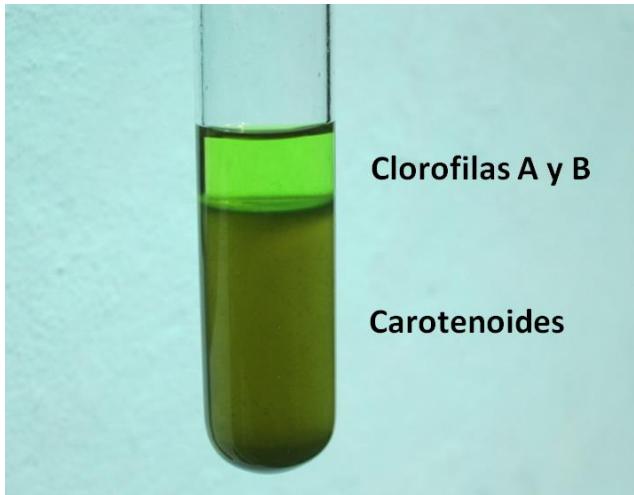


Figura 15. Separación de la clorofila y los carotenoides.

Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:

Material de Autoformación e Innovación Docente: Biología. Lección 5: PRINCIPIOS DE ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA VEGETAL. Pág. 62 – 79. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Gama Fuentes, M. (2012). *Biología* (2<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

Audesirk, T. y Audesirk, G. (2008). *Biología, La Vida en la Tierra* (8<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

Es.scribd.com (junio 2009). *Extracción y Separación de Pigmentos Vegetales*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/42RMVQ>

les.mariasarmiento.climantica.org. *Separación de pigmentos vegetales por cromatografía sobre papel*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/vdy7xX>

www.youtube.com (febrero 2012). *¿Por qué son verdes las plantas?* Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/xY8I7L>

#### OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

Actividad fotosintética y respiración celular.

Métodos de separación de mezclas.

# EL MUNDO DE LOS GENES



## INTRODUCCIÓN

El Ácido Desoxirribonucleico (ADN), constituye el material hereditario de un individuo. En él se encuentran las instrucciones que deben seguir las células para construir un organismo nuevo y mantenerlo vivo. Todas las células que forman un individuo contienen una copia idéntica de ADN; sin embargo, cada una de ellas realiza una parte de las instrucciones contenidas en el ADN, de ahí que haya células con diferentes formas y funciones.

Las células eucariotas contienen el ADN en el interior del núcleo celular. Por ello, para extraerlo debemos romper la membrana celular y también la membrana nuclear. Las células vegetales cuentan además con una pared celular, la cual está constituida de celulosa que le confiere rigidez a dicha pared, que también se tiene que romper para liberar el ADN.

La extracción de ADN se basa en la atracción de sus cargas negativas hacia los iones salinos, lo que permite su disolución y posterior extracción, que es lo que nos proponemos realizar en esta práctica.

## INDICADORES DE LOGRO

- Identifica experimentalmente el ADN extraído de vegetales.
- Comprende y describe la ubicación del ADN en el núcleo celular.
- Describe adecuadamente la manera en que se transmite toda la información genética en los seres vivos.

## OBJETIVOS

- Demostrar la existencia del ADN en los seres vivos extrayendo material genético de vegetales.
- Comprender el proceso de extracción y purificación de ADN.

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Un plátano o cualquier fruta blanda</li><li>• Un plato o vidrio de reloj</li><li>• Un tenedor</li><li>• Una cuchara pequeña</li><li>• Un tubo de ensayo</li><li>• Un beaker de 150 mL</li><li>• Una pipeta de 25 mL</li><li>• Un colador</li><li>• Un palillo o agitador</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 10 mL de alcohol etílico</li><li>• 50 mL de agua destilada</li><li>• 5 mL de jabón líquido o champú</li></ul>

## PROCEDIMIENTO

1. Parte un plátano por la mitad y elimínale la cáscara. Colócalo sobre un plato o un vidrio de reloj (Fig. 1). Si lo deseas puedes hacerlo con otra fruta de consistencia blanda, por ejemplo fresas.



Figura 1. Plátano sin cáscara dispuesto sobre un plato.

2. Macera el plátano con la ayuda de un tenedor (Fig. 2); puedes agregar una pequeña cantidad de agua destilada para facilitar la maceración.



Figura 2. Maceración del plátano.

3. Vierte 50 mL de agua destilada en un beaker de 150 mL, agrega dos cucharaditas de jabón líquido o champú, y media cucharadita de sal común (cloruro de sodio). Mezcla bien, evitando formar espuma (Fig. 3).



Figura 3. Mezcla de agua destilada, jabón líquido y sal.

4. Agrega a la solución contenida en el beaker una cucharadita del plátano macerado. Mezcla bien durante 5 minutos, pero evitando formar espuma (Fig. 4).



Figura 4. Adición del plátano macerado a la solución contenida en el beaker.

5. Filtra la mezcla resultante utilizando un colador, hasta obtener aproximadamente 5 mL de filtrado. Si el proceso de filtrado es lento, puedes ejercer un poco de presión sobre la mezcla con una cuchara pequeña (Fig. 5).



Figura 5. Filtrado de la mezcla.

6. Coloca 5 mL de la solución filtrada en un tubo de ensayo; luego inclina ligeramente el tubo y adiciona muy lentamente 10 mL de alcohol etílico, deslizándolo por las paredes del tubo de ensayo (Fig. 6).



Figura 6. Adición de alcohol etílico al tubo manteniéndolo ligeramente inclinado.

7. Observa que una sustancia blanquecina comienza a aparecer dentro del tubo: se trata del ADN (Fig. 7).

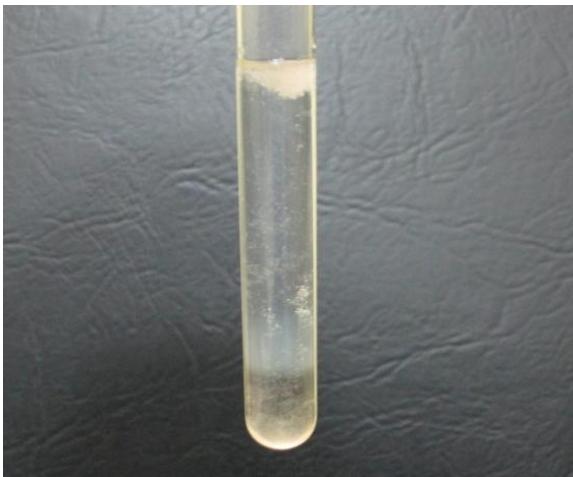


Figura 7. ADN formado luego de adicionar el alcohol etílico.

8. Deja reposar la mezcla por unos 5 minutos, y observa que el ADN comienza a ascender hasta la superficie del líquido.
9. Con la ayuda de una pinza delgada, de una varilla agitadora o de un palillo puedes extraer el ADN de la mezcla (Fig. 8).

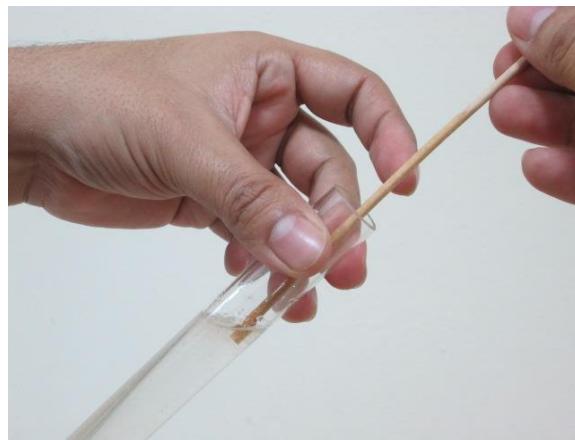


Figura 8. Extracción del ADN con la ayuda de un palillo.

Responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:

- a) ¿Cuál es la función del jabón líquido o champú en la extracción del ADN?
- b) ¿Cuál es la función de la sal común en la extracción del ADN?
- c) ¿Cuál es la función del alcohol etílico en la parte final de la extracción del ADN?
- d) ¿Qué habría pasado si se hubiese agregado el alcohol bruscamente en la etapa final de la extracción?
- e) Además de ADN, ¿contiene otros componentes el precipitado blanco obtenido?
- f) Investiga cuáles son los componentes del ADN.
- g) Investiga cuál es la estructura del ADN.
- h) Investiga la importancia que tiene la extracción de ADN a partir de sangre y tejidos humanos.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

El Ácido Desoxirribonucleico (ADN) permite a las células eucariotas de un organismo transmitir información con precisión de una generación a otra, ya que está presente en el núcleo de las células vegetales y animales. El ADN es una de las partes fundamentales de los cromosomas, los cuales son estructuras constituidas por dos pequeños filamentos o brazos, que pueden ser iguales o diferentes, que están unidos por un punto común llamado centrómero. Además de ADN, los cromosomas están formados por proteínas.

El ADN está compuesto por cuatro *nucleótidos*; cada nucleótido está formado por tres partes: la desoxirribosa (un azúcar), un grupo fosfato y una de las cuatro bases nitrogenadas, que son: citosina, adenina, guanina y timina.

El ADN es una molécula muy grande que tiende a agruparse, de allí su facilidad para extraerse. Aunque se necesitan instrumentos complejos para extraer y purificar el ADN, el procedimiento que se plantea en esta práctica y que se realiza con frutas blandas, permite conocer el proceso general por el que se extrae y purifica. Las frutas contienen células vegetales, las cuales están protegidas por una pared celular. Esta pared se puede destruir físicamente para exponer los contenidos de la célula. Macerar la fruta permite que el contenido de las células sea expuesto a los agentes para su extracción y separación. Dichos agentes ayudan a extraer el ADN del núcleo y a separarlo visiblemente de los otros componentes.

El principio de extracción de ADN se basa en que los iones en solución provenientes de la sal son atraídos hacia las cargas negativas del ADN, permitiendo su disolución y posterior extracción de la célula. Se empieza por lisar (romper) las células mediante la acción mecánica de maceración o trituración, vaciándose su contenido molecular en una mezcla de agua y sal. En ese momento, la solución contiene al ADN y todo un surtido de restos moleculares: ARN, carbohidratos, proteínas y otras sustancias en menor proporción. La acción de un jabón o detergente

permite que las proteínas asociadas al ADN, que son de gran longitud, se fraccionen en cadenas más pequeñas y se separen de la mezcla. Sólo resta, por tanto, extraer el ADN de esa mezcla, para lo que se utiliza alcohol etílico, el cual permite que se precipite formando cristales blancos.

El ADN fue identificado en 1868 por Friedrich Miescher, biólogo suizo, en los núcleos de las células de pus obtenidas de los vendajes quirúrgicos desechados y en el esperma del salmón, aunque no fue reconocido su descubrimiento sino hasta 1943, gracias al experimento realizado por Oswald Avery con la bacteria neumococo, demostrando que el ADN es el material del que están formados los genes y los cromosomas.

La primera imagen del ADN fue obtenida por Rosalind Franklin mediante difracción de rayos X, la cual sirvió de base para el descubrimiento de la estructura de doble hélice del ADN, en 1953, por James Watson y Francis Crick. La estructura del ADN es una pareja de largas cadenas de nucleótidos; una larga hebra de ácido nucleico está enrollada alrededor de otra hebra formando un par entrelazado. Dicha hélice está formada, en cada vuelta, por 10.4 pares de nucleótidos enfrentados entre sí por sus bases nitrogenadas.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- Para este experimento se recomienda elegir una fruta blanda para que pueda ser macerada fácilmente, tal como plátano o guineo, fresas, papaya, zarzamora, ciruelas, entre otras. Permite que tus estudiantes trabajen en pequeños grupos, para que cada uno pueda realizar la práctica con una fruta diferente. La cantidad y la calidad del ADN extraído dependerá del buen trabajo que se realice en el laboratorio; ello ayudará al estudiantado a desarrollar sus propias habilidades.
- Una variante de este experimento es extraer el ADN de células animales. Sin embargo, para esto necesitarás emplear técnicas diferentes, debido a que será necesario realizar la maceración en una

licuadora, además de utilizar enzimas para que se rompan las membranas celulares y sea posible extraer el ADN. Si deseas hacerlo, puedes buscar el procedimiento en la bibliografía.

- Esta práctica de laboratorio para extraer el ADN de células vegetales puede inspirar a tus estudiantes a interesarse en la biotecnología y la genética, gracias a que reforzará las clases teóricas que hayan tenido sobre las células, el ADN y la biología molecular. Se puede extender este experimento a subsecuentes sesiones en el laboratorio para observar en el microscopio, volviéndose esta actividad aún más intrigante.

### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El ADN que se encuentra en los genes es un componente de todas las células. Una vez rotas las células, todo el material celular queda libre, y en presencia de un jabón o detergente se separan los componentes con base a su solubilidad. El ADN se precipita con alcohol y se separa del resto de los componentes.

La extracción de ADN requiere una serie de etapas básicas. En primer lugar, tienen que romperse la pared celular y la membrana plasmática, para poder acceder al núcleo de la célula. A continuación, debe romperse también la membrana nuclear para dejar libre el ADN, lo que se logra gracias a la maceración y a la acción del jabón líquido, detergente o champú. La sal disuelta en agua sirve como una mezcla isotónica, que permite que sus iones en solución atraigan las cargas negativas de la molécula del ADN. Por último, el alcohol se utiliza para precipitar el ADN, que es soluble en agua, pero cuando se encuentra en alcohol se desenrolla y precipita en la interface entre el alcohol y el agua.

Si se agrega bruscamente el alcohol en la etapa final de la extracción, se mezcla rápidamente con la solución y el ADN no se precipita, sino que se fragmenta manteniéndose disperso en la solución.

Básicamente, el precipitado blanco que se aísla al final sólo debería contener ADN, ya que el alcohol

permite separar los demás componentes. Sin embargo, no es exactamente ADN puro, ya que entremezclado con él pueden haber fragmentos de ARN (Ácido Ribonucleico). Para obtener ADN puro se necesita de una técnica más precisa que incluya la adición de enzimas que fragmenten las moléculas de ARN, impidiendo que se unan al ADN.

Con la realización de este experimento lograrás comprobar la presencia de ADN en las células vegetales, utilizando técnicas sencillas que permitan la obtención de buenos resultados. Además, te permitirá discutir con tus estudiantes sobre los componentes de las células eucariotas, y sobre la estructura, composición, estabilidad y funciones que cumple el ADN.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Biología. Lección 7: INTRODUCCIÓN A LA GENÉTICA. Pág. 104 – 125. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Audesirk, T. y Audesirk, G. (2008). *Biología, La Vida en la Tierra* (8<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

Pinatetiello, J., Siggins, R., Di Chiappari, F. y Madama, J. (1998). *Essentials of Biology* (1<sup>a</sup> Edición). Orlando, Florida: Holt, Rinehart and Winston.

adnestructurayfunciones.wordpress.com (agosto 2008). *El ADN – Estructura y Funciones*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/OCF3OL>

platea.pntic.mec.es. *Extracción de ADN*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/Hlzbyh>

www.stevespanglerscience.com. *Strawberry DNA – Food Science*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/LAzUMB>

### OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

El crecimiento poblacional.

Las moléculas de la vida.

# EL CRECIMIENTO POBLACIONAL

## INTRODUCCIÓN

Vivimos rodeados de microorganismos, a pesar de que no los veamos; casi todos son inofensivos, sin embargo, algunos si son capaces de provocar enfermedades.

Existen varias clases de microorganismos: mohos, levaduras, bacterias, actinomicetos, protozoos, algas, virus, entre otros. Estos microorganismos se hallan capacitados para acometer una extensa gama de reacciones metabólicas y adaptarse a muchos ambientes diferentes. Las características del ambiente determinan cuáles especies pueden multiplicarse.

Los ambientes capaces de albergar vida microbiana reflejan el amplio espectro evolutivo de estos organismos. Se han encontrado especies que viven a temperaturas comprendidas entre el punto de congelación y el punto de ebullición del agua, en agua dulce y en agua salada, en presencia y en ausencia de aire. Algunos, incluso, han desarrollado ciclos de vida que incluyen una fase de latencia en respuesta a la falta de nutrientes.

En esta práctica haremos algunos cultivos de bacterias, con el fin de observar el crecimiento bacteriano y su posterior declive.



## INDICADORES DE LOGRO

- Describe y explica correctamente la dinámica poblacional de las bacterias y hongos.
- Comprende que todos los organismos vivos poseen ciclos vitales de reproducción y desarrollo.
- Valora y analiza críticamente la importancia de los cultivos de bacterias en la medicina, industria alimentaria y producción agrícola.

## OBJETIVOS

- Realizar cultivos bacterianos, incluyendo la preparación de los medios de cultivo, la inoculación, el conteo de bacterias, y el seguimiento de ellas hasta su declive.
- Conocer el comportamiento poblacional de diferentes tipos de bacterias y hongos, relacionándolo con la importancia que tiene en la naturaleza y en la industria.

### Materiales

- Diez cajas Petri con tapadera
- Una olla mediana o beaker de 1000 mL
- Una pinza para crisol
- Un mechero Bunsen o de alcohol
- Un trípode
- Un malla de asbestos
- Un beaker de 600 mL
- Una varilla agitadora de vidrio
- Un sobre de gelatina sin sabor
- Un cubito o sabrosador de pollo
- Un refresco de cola
- Un vaso de plástico desechable
- Plástico transparente para envolver
- Viñetas o cinta adhesiva

## PROCEDIMIENTO

### A. Preparación del medio de cultivo

1. Lo primero que debes hacer es esterilizar las cajas de Petri que vas a utilizar; para ello colócalas dentro de un recipiente con agua hirviendo (puede ser una olla o un beaker de 1000 mL), y déjalas hervir por unos 7 minutos.
2. Luego, con precaución y utilizando una pinza, sácalas del agua, colócalas cerca de un mechero encendido, y permite que se sequen bien (Fig. 1).



Figura 1. Secado de las cajas de Petri en las cercanías de un mechero encendido.

3. Mientras tanto, en una olla mediana o un beaker de 600 mL, pon a calentar 500 mL de agua y disuelve en ella un cubito o un sobre de sabrosador (hechos a base de caldo de pollo). Manténla hirviendo durante 5 minutos.
4. Retírale la llama y disuelve la gelatina sin sabor, cuando el agua aún se encuentre caliente (puedes agitarla utilizando una varilla agitadora).
5. Antes que se enfríe totalmente la mezcla, vierte aproximadamente medio centímetro sobre las cajas de Petri que vas a utilizar.
6. Colócale la tapadera hasta la mitad (Fig. 2), y permite que se enfríen hasta alcanzar la temperatura ambiente, siempre en las cercanías de un mechero encendido (Fig. 1).

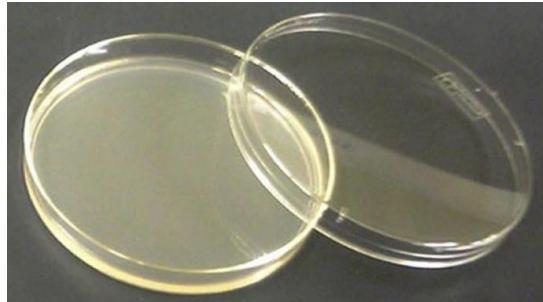


Figura 2. Caja de Petri con medio de cultivo.

### B. Cultivo de bacterias

1. Procede a realizar la siembra de bacterias (inoculación); para ello pasa suavemente las yemas de tus dedos por la superficie del caldo de cultivo (Fig. 3). Hazlo primero con las manos tal como las tienes en ese momento (sin lavar). Deberás hacerlo en dos cajas Petri.



Figura 3. Siembra de bacterias presentes en la mano.

2. Con una viñeta o un trozo de cinta adhesiva, rotula las cajas Petri en las que acabas de hacer la siembra, como "Manos sin lavar". Hazlo en la base, por la parte exterior (Fig. 4). Luego procede a colocarle las tapaderas a las cajas Petri.

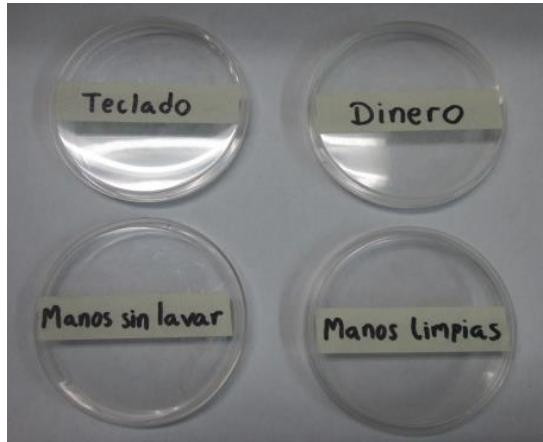


Figura 4. Rotulación de las cajas Petri.

3. Lava bien tus manos únicamente con agua; sécalas bien, y procede a aplicarte en las manos gel desinfectante a base de alcohol; espera a que seque bien.
4. Ahora toca con tus manos dinero, ya sea en monedas o billetes, y realiza el mismo proceso de sembrado con la yema de tus dedos en otras dos cajas Petri con caldo de cultivo, y rotúlalas debidamente.
5. Aplica de nuevo gel desinfectante a base de alcohol en tus manos; espera a que sequen bien, y luego toca cualquier objeto de uso cotidiano, como un pasamanos, la perilla de una puerta, el teclado de una computadora o de un teléfono, entre otros; realiza el procedimiento de sembrado y etiquetado; cada vez que hagas una siembra de un lugar diferente, debes desinfectar tus manos.
6. Finalmente, lava bien tus manos con agua y jabón antibacterial; sécalas bien, y procede a realizar el mismo procedimiento de siembra con tus manos limpias en dos cajas Petri; rotúlalas debidamente.
7. Asegúrate de tapar bien las cajas Petri, y procede a sellar el contorno de cada una de ellas con un envoltorio plástico (Fig. 5).



Figura 5. Sellado del contorno de las cajas Petri con envoltorio plástico.

8. Deberás tener dos cajas Petri de cada una de las siembras que has realizado; sepáralas de manera que te quede una de cada una de ellas repartidas en dos set; deberás almacenarlos por dos días; un set colócalo en

un lugar cálido, pero sin que les dé la luz del sol directamente, y el otro set colócalo en un lugar fresco y totalmente oscuro (por ejemplo, colocándole una caja invertida para evitar que penetre la luz).

9. Coloca una tortilla o una rebanada de pan dentro de dos bolsas de plástico, y ciérralas bien (Fig. 6). Almacénalas junto con las cajas Petri: una en un lugar cálido, y la otra en un lugar fresco y oscuro.



Figura 6. Rebanada de pan almacenada en bolsa plástica.

10. En dos vasos de plástico pequeños vierte unos 100 mL de refresco de cola (por ejemplo Coca cola® o Pepsi cola®), y colócales un envoltorio plástico en la abertura (Fig. 7). Almacénalos junto con las cajas Petri: uno en un lugar cálido, y el otro en un lugar fresco y oscuro.



Figura 7. Refresco de cola contenido en un vaso con envoltura de plástico.

11. Pasado dos días, observa lo que ha ocurrido en cada caja Petri, comparando el crecimiento de bacterias en las diferentes siembras que realizaste, y entre las siembras almacenadas en un lugar cálido y las almacenadas en un lugar fresco y oscuro, pero sin abrir las cajas Petri. Observa también lo acontecido sobre la tortilla o rebanada de pan y en el vaso con refresco de cola, pero sin abrirlos. Anota todas las observaciones en tu *Cuaderno de Laboratorio*.
  12. Vuelve a colocar las cajas Petri, la tortilla o rebanada de pan y el vaso con refresco de cola en el mismo lugar para almacenarlos. Regresa al día siguiente para observarlos detenidamente, comparando con las observaciones del día anterior; luego vuelve a almacenarlos.
  13. Regresa a observarlos de nuevo por dos días más, registrando todas tus observaciones en tu *Cuaderno de Laboratorio*, y comparando siempre con lo observado el día anterior.
  14. Finalmente, coloca agua a hervir en una olla mediana o un beaker de 1000 mL, retira el sello de plástico de las cajas Petri con los cultivos y depositalas dentro del agua hirviendo; mantenlas hirviendo por unos 3 minutos, y luego procede a lavarlas bien para su uso posterior.
  15. La bolsa que contiene la tortilla o rebanada de pan y el vaso con refresco de cola puedes descartarlos directamente en la basura común.
- b) Al momento de esperar a que se sequen las cajas Petri, ¿por qué se deben colocar cerca de la llama encendida de un mechero?
- c) ¿Por qué se agrega un cubito o sabrosador a base de caldo de pollo al medio de cultivo que preparamos?
- d) ¿En cuál de los diferentes cultivos que realizaste se formaron menos colonias de bacterias? ¿A qué se debe esto?
- e) ¿En cuál de los diferentes cultivos que realizaste se formaron más colonias de bacterias? ¿A qué se debe esto?
- f) ¿Por qué se debe evitar que les dé directamente la luz del sol a los cultivos que almacenaste en un lugar cálido?
- g) ¿Qué ambiente es más propicio para el crecimiento de las colonias de bacterias: un lugar cálido y con claridad, o un lugar oscuro y fresco? ¿Y para el crecimiento de los hongos qué ambiente es más propicio?
- h) ¿Qué diferencias puedes apreciar entre las colonias de bacterias contenidas en las cajas Petri y las colonias de hongos en la tortilla o rebanada de pan y en el refresco de cola?
- i) ¿Por qué al cabo de cierto tiempo las colonias de bacterias dejan de crecer y comienza su declive? ¿Ocurre lo mismo con las colonias de hongos?
- j) ¿En cuál de las siembras el declive de las colonias de bacterias es más rápido y en cuál es más lento? Explica tu respuesta.

Responde en tu *Cuaderno de Laboratorio*:

- a) ¿Por qué se deben colocar las cajas Petri en agua hirviendo antes de ser utilizadas?

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Uno de las formas más utilizadas para la identificación de microorganismos es observar su crecimiento en sustancias alimenticias artificiales preparadas en el laboratorio, conocidos como *medio de cultivo*, mientras que el crecimiento de los microorganismos se denomina *cultivo*. En la actualidad existen más de 10,000 medios de cultivo diferentes.

Para que las bacterias crezcan adecuadamente en un medio de cultivo artificial, se debe reunir una serie de condiciones, como temperatura, grado de humedad y presión de oxígeno adecuada, así como un grado correcto de acidez o alcalinidad. Un medio de cultivo debe contener los nutrientes y factores de crecimiento necesarios y debe estar exento de todo microorganismo contaminante.

En los diferentes medios de cultivo se encuentran numerosos materiales de enriquecimiento como carbohidratos, suero, sangre completa, bilis, etc. Los carbohidratos se adicionan por dos motivos fundamentales: para incrementar el valor nutritivo del medio y para detectar reacciones de fermentación de los microorganismos que ayuden a identificarlos. El suero y la sangre completa se añaden para promover el crecimiento de los microorganismos menos resistentes.

El modo en que las bacterias son cultivadas, y el propósito de los medios de cultivo varía ampliamente. Los *medios líquidos* son utilizados para el crecimiento de lotes de cultivos puros, mientras que los *medios sólidos* son ampliamente utilizados para el aislamiento de cultivos puros, para la estimación de poblaciones de bacterias viables, y una variedad de otros propósitos. El **agar**, agente gélido más utilizado para medios sólidos o semisólidos, es un hidrocoloide derivado de las algas rojas. El agar es utilizado por sus propiedades físicas únicas (se funde a 100 °C y permanece líquido hasta enfriarse a 40 °C, temperatura a la que se vuelve gel), y porque no puede ser metabolizado por la mayoría de las bacterias. Por lo tanto, como un componente del medio es relativamente inerte,

simplemente mantiene los nutrientes que se encuentran en la solución acuosa.

La **gelatina** es una mezcla de proteínas fabricadas con colágeno proveniente del tejido conectivo animal. Cuando se mezcla con agua caliente forma un gel viscoso que sirve como un buen medio de crecimiento para las bacterias. Aislar un tipo particular de bacterias de esta forma es difícil, en parte porque las bacterias están en todos lados y diferentes especies pueden contaminar fácilmente el cultivo. Hervir los contenedores y añadir únicamente ciertos nutrientes ayudará a disminuir el grado de contaminación del medio de cultivo.

El *crecimiento microbiano* es el aumento del número de microorganismos a lo largo del tiempo. Por tanto, no se refiere al crecimiento de un único microorganismo (ciclo celular), sino al crecimiento demográfico de una población. El estudio del crecimiento de bacterias puede servir también para entender el crecimiento de levaduras y de otros hongos. El crecimiento de los virus se produce de forma diferente.

El crecimiento de una población resulta de la suma de los ciclos celulares de todos sus individuos. Este crecimiento suele ser asincrónico, puesto que cada microorganismo se encuentra en un punto diferente del ciclo celular. Por consiguiente, en un momento determinado en una población se encuentran células que acaban de dividirse, otras que están replicando su ADN y elongándose, otras que están iniciando la división celular, etc.

Si la bacteria crece en un medio líquido, las células que se producen en cada división continúan su vida independientemente, formando en la mayoría de los casos una suspensión de células libres. Cuando una bacteria aislada comienza a crecer sobre un medio sólido, el resultado del crecimiento al cabo de cierto tiempo es una *colonia*. Se denomina *unidad formadora de colonia (UFC)* a una célula viva aislada que se encuentra en un sustrato en condiciones ambientales adecuadas para producir una colonia en un breve período de tiempo. Una UFC también puede corresponder a más de una célula cuando

éstas forman parte de grupos unidos fuertemente (estreptococos o diplococos, por ejemplo), ya que cada grupo formará una sola colonia.

La multiplicación celular es una consecuencia directa del crecimiento, y da lugar, en el caso de las bacterias, a colonias, mediante un sistema de reproducción asexual denominado *división binaria*. La *velocidad de crecimiento* es el cambio en el número de bacterias por unidad de tiempo, y se expresa como *tiempo de generación*, que es el tiempo necesario para que se duplique una bacteria o una población de ellas. En un sistema cerrado o cultivo en medio no renovado, se obtiene una curva de crecimiento típica que se divide en cuatro fases (Fig. 8):

- **Fase de latencia o de adaptación:** durante la cual los microorganismos adaptan su metabolismo a las nuevas condiciones ambientales (de abundancia de nutrientes) para poder iniciar el crecimiento exponencial.
- **Fase exponencial o logarítmica:** en ella la velocidad de crecimiento es máxima y el tiempo de generación es mínimo. Durante esta fase las bacterias consumen los nutrientes del medio a velocidad máxima. Esta fase corresponde a la de infección y multiplicación dentro del organismo del agente infeccioso.
- **Fase estacionaria:** en ella no se incrementa el número de bacterias. En esta fase, las células desarrollan un metabolismo diferente al de la fase exponencial, produciendo una acumulación y liberación de metabolitos secundarios que pueden tener importancia en el curso de las infecciones o intoxicaciones producidas por bacterias. Los microorganismos entran en fase estacionaria bien porque se agota algún nutriente esencial del medio, porque los productos de desecho que han liberado durante la fase de crecimiento exponencial hacen que el medio sea inhóspito para el crecimiento microbiano, o por la presencia de competidores u otras células que limiten su crecimiento. La fase estacionaria tiene gran importancia porque probablemente represente con mayor fidelidad el estado

metabólico real de los microorganismos en muchos ambientes naturales.

- **Fase de muerte:** se produce una reducción del número de bacterias viables del cultivo. Desde el punto de vista microbiológico, un microorganismo muere cuando pierde de forma irreversible la capacidad de dividirse, por lo que no podrá formar una colonia sobre un medio de cultivo. Sin embargo, un microorganismo puede estar muerto desde el punto de vista microbiológico y continuar desarrollando una actividad metabólica que se traduzca, por ejemplo, en liberación de toxinas. Por otra parte, hay que considerar que la capacidad de multiplicación (crecimiento) de un microorganismo puede verse temporalmente afectada por lesiones o por las condiciones físicas o químicas del entorno; en estos casos, podríamos considerar como muertos microorganismos que pueden reanudar su crecimiento si las condiciones son de nuevo favorables.

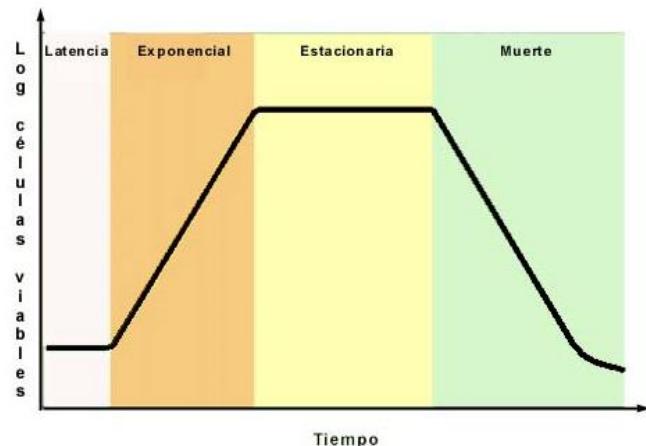


Figura 8. Fases de crecimiento en cultivos bacteriológicos.

## POSIBLES OBSERVACIONES

- Si se utilizan cajas Petri de plástico no se deben sumergir en agua hirviendo para esterilizarlas, ya que se derretirán. Las cajas Petri de plástico pueden ser parcialmente esterilizadas remojándolas con agua caliente y jabón, y luego sumergirlas por 30 minutos en una mezcla de agua y lejía.

- Para la elaboración de los medios de cultivo se recomienda utilizar gelatina sin sabor, debido a que ésta no contiene azúcar, con lo que se favorece más el crecimiento de bacterias; un medio de cultivo que contenga azúcar favorece el crecimiento de hongos, los que a su vez dificultan el crecimiento de bacterias, al competir con ellos por los nutrientes y por espacio para el desarrollo de sus colonias. Se podrá utilizar gelatina de sabores como medios de cultivo, con el sobreentendido de que el azúcar que ésta contenga causará los efectos ya descritos.
- Debido a que la inoculación de los medios de cultivo se realizará directamente con las yemas de los dedos, se recomienda desinfectar las manos cada vez que se realice una siembra diferente, con el fin de inocular bacterias presentes en el objeto seleccionado, y evitar contaminación con bacterias del objeto anterior. Para la desinfección se recomienda utilizar gel desinfectante a base de alcohol; si no cuentas con ello, puedes pedir a tus estudiantes que laven sus manos con jabón normal (que no sea antibacterial, por ejemplo, jabón para lavar ropa) y abundante. No se recomienda utilizar jabones antibacteriales, debido a que éstos crean una barrera protectora temporal, lo cual impide que las bacterias se adhieran a la piel, y por tanto no será factible la inoculación. Sin embargo, el uso excesivo de jabones antibacteriales puede favorecer el crecimiento de hongos.
- Para sellar el contorno de las cajas Petri con los cultivos, se recomienda hacerlo con un envoltorio de plástico transparente (conocido en inglés como “plastic wrap”), los cuales vienen en rollos que se utilizan para cubrir alimentos (Fig. 9). Se pueden cortar tiras delgadas (aproximadamente de 2.5 cm de ancho), las cuales se colocarán de forma tensa envolviendo de dos a tres vueltas el contorno de la caja Petri.



Figura 9. Rollo de plástico transparente para envolver.

- Cuando realices las observaciones de los cultivos con tus estudiantes, procura no manipular demasiado los cultivos. De preferencia, obsérvalos en el lugar donde están almacenados; los que se encuentran en un lugar oscuro acércalos a una fuente luminosa sólo para realizar las observaciones, y luego almacénalos nuevamente, sin moverlos más de lo necesario.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Cada masa formada en el medio de cultivo será una colonia de bacterias; puede que incluso se hayan incubado distintos tipos de bacterias u hongos, que se pueden diferenciar por su textura, olor, color y forma de la colonia. Deberás tener cuidado al examinar los cultivos, pues no se sabe con certeza qué bacterias se han estado cultivando, por lo que se recomienda que no intenten tocarlos ni respirar cerca del recipiente.

En la siembra realizada con las manos recién lavadas, se podrá observar que crecerán pocas o ninguna colonia de bacterias. Mientras que en aquellas siembras de objetos de uso público, la proliferación de colonias de bacterias será apreciablemente mayor.

Deberás orientar a tus estudiantes a realizar observaciones: la aparición de puntos en los medios de cultivo, la formación de colonias, el número de éstas y los colores que presentan; además, cuáles colonias se parecen y cuáles son apreciablemente distintas.

El cubito o sabrosador a base de caldo de pollo provee de nutrientes necesarios para el crecimiento bacteriano; sin embargo, a medida que el número de bacterias crece, los nutrientes se van agotando, hasta el punto que las bacterias, al no tener medios para alimentarse, comienzan a experimentar la fase de muerte.

En el caso de la tortilla o rebanada de pan y el vaso con refresco de cola, lo que se busca es el cultivo de hongos, debido a que un medio rico en azúcares favorece el crecimiento de hongos, mientras que un medio rico en proteínas favorece el crecimiento de bacterias. No obstante, el crecimiento de hongos es más lento, por lo que se podrá comenzar a apreciar notablemente su aparición a partir de los cuatro días (Fig. 10). Los hongos negros se conocen como *mohos*; si las colonias tienen color azul o verde, los hongos son del género *Penicillium*, y si son de color crema, pertenecen al género *Aspergillus*.



Figura 10. Rebanada de pan con colonias de hongos.

La luz y las temperaturas cálidas favorecen el crecimiento de bacterias, por lo que se podrá apreciar un mayor número de colonias en los cultivos que se hayan almacenado bajo estas condiciones; mientras que la oscuridad y temperaturas frescas favorecen el crecimiento de hongos, por lo que será apreciable una mayor cantidad de hongos en la tortilla o rebanada de pan y en el refresco de cola almacenados bajo estas condiciones.

En lo que respecta a la acidez de los medios, se ha establecido que un medio con pH neutro favorece el crecimiento de bacterias, mientras que un medio ácido favorece el crecimiento de hongos. Para el caso particular del refresco de cola, si consideramos que tiene un alto contenido de azúcares, aunado a que presenta un pH ácido, veremos que es un medio propicio para el cultivo de hongos.

Si los medios de cultivo se llenan de filamentos blanquecinos formando una maraña (como una telaraña), se trata de *micelios inertes* (Fig. 11), los cuales no se reproducen, pero si crecen hasta esparcirse por todo el medio, compitiendo por espacio y alimento con las bacterias y hongos, impidiendo por tanto la proliferación de éstos.

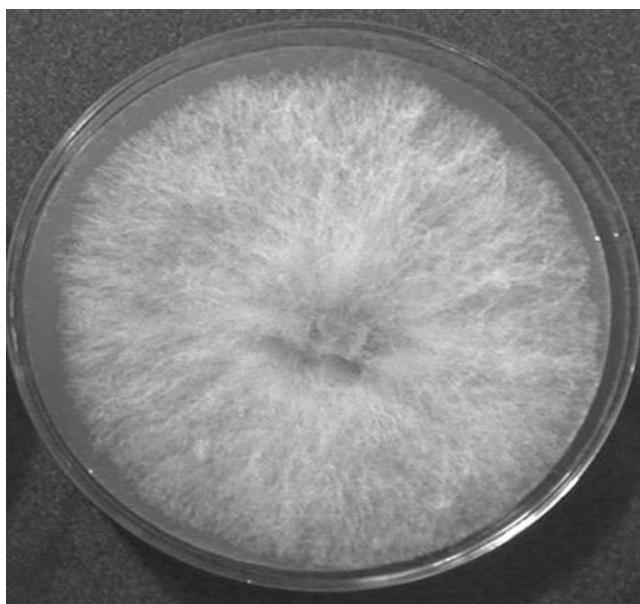


Figura 11. Medio de cultivo contenido de micelios.

**Para enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Material de Autoformación e Innovación Docente: Biología. Lección 8: DESARROLLO DE LOS SERES VIVOS. Pág. 126 – 143. Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.

Audesirk, T. y Audesirk, G. (2008). *Biología, La Vida en la Tierra* (8<sup>a</sup> Edición). México: Pearson Educación.

Pinatetiello, J., Siggins, R., Di Chiappari, F. y Madama, J. (1998). *Essentials of Biology* (1<sup>a</sup> Edición). Orlando, Florida: Holt, Rinehart and Winston.

www.unavarra.es. *Cultivo de microorganismos*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/HMkxN>

[www.murciencia.com](http://www.murciencia.com). *Preparación y análisis de cultivo de microorganismos con las limitaciones de un laboratorio de secundaria*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/ys8zas>

## OTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS

El mundo de los genes.

# DESARROLLO MI PROPIA PRÁCTICA DE LABORATORIO



## INTRODUCCIÓN

La adquisición de competencias científicas y tecnológicas comprende el desarrollo de actividades sistemáticas estrechamente vinculadas con la aplicación y producción de los conocimientos científicos y tecnológicos.

En tal sentido, es de trascendental importancia que conozcamos y apliquemos el método científico, desde cómo hacer preguntas hasta realizar investigaciones para encontrar respuestas a dichas preguntas. Seguir cuidadosamente cada paso del método científico aumenta la probabilidad de que tengamos éxito en nuestro proyecto.

Desarrollar un proyecto de ciencias nos ayuda a tener una mejor comprensión de un fenómeno determinado. Para ello, se hace necesaria una excelente planificación del proyecto que nos permita desarrollar una investigación de forma precisa y objetiva.

En todo momento podrás contar con la asistencia y orientación de tu profesor, a fin de que logres desarrollar tu proyecto científico de la mejor manera.

## INDICADORES DE LOGRO

- Identifica y describe correctamente las distintas etapas de la metodología de investigación científica.
- Aplica y explica con seguridad los pasos del método científico experimental y su relación con las etapas de la investigación.
- Aplica con responsabilidad las etapas de la investigación científica al realizar experimentos de Física, Química y Biología, mostrando un orden lógico.
- Elabora un reporte científico respetando los criterios establecidos.

## OBJETIVOS

- Identificar los pasos del método científico experimental y las etapas de una investigación científica.
- Realizar un proyecto de investigación científica sobre un fenómeno en particular, utilizando la metodología de investigación adecuada para dar una explicación científica de la ocurrencia de dicho fenómeno.
- Desarrollar una práctica de laboratorio que reproduzca la ocurrencia del fenómeno investigado, y que incluya los componentes establecidos para un trabajo experimental.

## PROCEDIMIENTO

El propósito de la ciencia es investigar para dar respuesta a preguntas como las siguientes: cómo un objeto o elemento hace algo, por qué un reactivo químico reacciona de cierta manera, o qué sucede cuando un organismo hace algo inesperado. El aprendizaje sobre el mundo que nos rodea se logra por los proyectos de investigación. Un proyecto de investigación es en sí un proyecto científico en el cual todas las personas participantes deben sumar sus esfuerzos para investigar la hipótesis que se ha planteado.

El *método científico* consiste en una serie de etapas por las cuales se guía el desarrollo de un proyecto científico. A continuación se detalla los pasos que debes seguir para desarrollar tu proyecto científico:

### 1. Escoge un tema

Uno de los pasos más importantes de un proyecto de ciencias es escoger un buen tema de investigación. Ten en cuenta que vas a tener que trabajar con este tema a lo largo de todo el proyecto, así que escoge un fenómeno o problemática que encuentres interesante y que sea de importancia conocer la explicación científica de su ocurrencia. Esto garantizará que no te arrepientes de haber escogido dicho tema. Entre más atracción sientas respecto a tu tema, es más probable que hagas un excelente trabajo en tu proyecto de investigación.

### 2. Título del proyecto

Una vez que identifiques el fenómeno que deseas investigar, debes pensar en un título atractivo. Éste deberá precisar el tema principal de tu investigación. Además, debes indicar la especificidad que responde a la ocurrencia del fenómeno, la ubicación en el espacio, es decir, dónde se realizará la investigación, y la ubicación en el tiempo cuándo se realizará la investigación.

### 3. Planteamiento del problema

Los proyectos de investigación científica se basan en el desarrollo de una *pregunta de investigación*

o *planteamiento del problema*, el cual se desarrolla y responde a través de un experimento controlado. Es importante escribir un planteamiento del problema que identifique una *variable independiente* que será cambiada o manipulada a través de diversas *variables dependientes* durante el experimento.

Una vez identificado el tema que vas a investigar, debes desarrollar el planteamiento del problema. Para ello escribe el enunciado del problema en términos de una pregunta. Un ejemplo de un planteamiento del problema podría ser: "¿Cómo afecta la cantidad de luz solar a la altura de las nuevas plantas?". En este ejemplo, la altura de las plantas sería la variable dependiente y la cantidad de luz solar sería la variable independiente. Debes asegurarte que la variable dependiente tenga un impacto medible en la variable independiente antes de realizar el experimento.

La variable independiente es el único factor que será manipulado durante el experimento a través de la aplicación de cambios controlados en las variables dependientes.

Mantén el planteamiento del problema tan simple como sea posible. No es necesario tener más de una variable independiente en tu experimento. Si encuentras que hay más de una variable independiente, tendrás que volver a hacer el planteamiento del tema con el fin de desarrollar el proyecto en el ámbito de una sola variable independiente.

### 4. Objetivos

Los objetivos de la investigación son enunciados donde se expone de manera clara y precisa el logro que se desea obtener, es decir, qué pretende la investigación; representan lo que se quiere hacer, lograr o analizar. Hay investigaciones que buscan, ante todo, resolver un problema en especial y otras que tienen como objetivo principal probar una teoría o aportar evidencia empírica a ésta.

Los objetivos deben expresarse con claridad y deben ser susceptibles de alcanzar. Por otra parte, vienen dados en función del título y el planteamiento del problema y son declaraciones relativas a qué, cómo y para qué se tomó esa situación o problema en particular para desarrollar la investigación. Deben ser redactados en tiempo infinitivo (por ejemplo: determinar, analizar, verificar, entre otros).

Los objetivos se estructuran en:

**Objetivo General:** lo constituye el enunciado global sobre el resultado final que se pretende alcanzar (¿qué?, ¿dónde?, ¿para qué?). Precisa y orienta la finalidad de la investigación, en cuanto a sus expectativas más amplias. Debe expresar un logro sumamente amplio y ser formulado como propósito general de la investigación. Su redacción guarda mucha similitud con el título de la investigación.

**Objetivos Específicos:** representan los pasos que se han de realizar para alcanzar el objetivo general, facilitando el cumplimiento de éste mediante la determinación de etapas o la precisión y cumplimiento de los aspectos necesarios del proceso investigativo. Señalan propósitos o requerimientos en orden a la naturaleza de la investigación. Se derivan del general e inciden directamente en los logros a obtener. Deben ser formulados en términos operativos, incluyendo las variables que se desean medir de acuerdo al planteamiento del problema.

## 5. Hipótesis

Una hipótesis es una conjetura basada en el conocimiento previo. Considera la pregunta de investigación y afirma los resultados esperados.

La hipótesis nos indica lo que estamos buscando o intentando probar con nuestra investigación; pueden conservarse o descartarse a lo largo de la investigación, así como también pueden aparecer nuevas.

La hipótesis lleva al descubrimiento de nuevas aportaciones al desarrollo científico. El valor de una hipótesis reside en su capacidad para establecer relaciones entre las variables de investigación, y de esa manera explicamos por qué se produce un fenómeno. La hipótesis como supuesto debe ser sometida a demostración, y el resultado final puede ser que la acepte o rechace.

## 6. Cronograma de actividades

Contiene las actividades mediante las cuales se pretende cumplir con los objetivos; debe estar estructurado en un período de tiempo determinado, considerando aquellas actividades que puedan realizarse de manera simultánea; para cada actividad debe indicarse el responsable.

Un cronograma bien elaborado debe estar permanentemente documentado; para ello puedes utilizar tu *Cuaderno de Laboratorio* para documentar todas las actividades que vayas efectuando. El cronograma no debe trabajar con tiempo restringido; esto es importante ya que en ocasiones se pueden presentar inconvenientes que requieran prórroga; si este fuera el caso, deberá documentarse la justificación.

## 7. Proceso de investigación

Llevar a cabo una investigación es lo que hace a los proyectos interesantes. Debes investigar para llegar a un descubrimiento respecto al tema seleccionado. Al realizar una investigación, siempre mantén la mente abierta para realizar todas las observaciones. Debes tomar en cuenta que, sólo porque tu experimento o proyecto no resulte como esperabas, no significa que hayas fracasado, ya que siempre habrás demostrado algo.

En este paso, lo primero que debes hacer es una exhaustiva investigación bibliográfica. La biblioteca de tu centro escolar te puede proporcionar libros y revistas de artículos relacionados a tu tema de investigación. Una alternativa viable es utilizar fuentes de Internet,

siempre y cuando sean sitios web respaldados por un equipo editorial. Expertos de buena reputación o científicos locales son también fuentes creíbles. Debes resumir la información relevante, y tomar nota de las fuentes consultadas, ya que te servirá para enlistarlas en la bibliografía.

Revisa cada elemento de tu investigación, asegurándote de que todas las explicaciones que acompañen tu proyecto estén escritas aplicando correctamente las reglas ortográficas y gramaticales. Sería una pena que tu proyecto sea mal visto por tener errores de escritura. Si estás usando encuestas o entrevistas, asegúrate de redactar las interrogantes de forma que tus participantes puedan entenderlas fácilmente, y que la información obtenida sea de tu interés.

## 8. Proceso experimental

### Diseño del experimento

Deberás plantear un procedimiento paso a paso, el cual deberá proporcionar resultados observables que prueben o refuten la hipótesis. El procedimiento debe ser completo y lo suficientemente claro para que otra persona pueda seguirlo y hacer exactamente el mismo experimento.

### Materiales

Una lista completa de los materiales evita retrasos y reinicios posteriores. Debes recoger todos los materiales necesarios para el procedimiento de prueba antes de empezar. Deberá incluirse también el listado de reactivos, si se van a utilizar, además de la forma de preparación y las consideraciones especiales para su manejo y disposición final.

### Desarrollo del experimento

Deberás registrar cuidadosamente el proceso experimental en tu *Cuaderno de Laboratorio*, incluyendo notas detalladas, fotos y dibujos, las fechas, horas y condiciones experimentales (por ejemplo: temperatura, humedad relativa, intensidad de luz, etc.). De ser posible, puedes

repetir tus experimentos varias veces para asegurarte que los primeros resultados no fueron un accidente.

Recuerda que los cambios serán efectuados en las variables dependientes para conocer su efecto en la variable independiente. Por ejemplo, en un experimento para determinar cómo el alcohol afecta el crecimiento de las plantas, se utiliza el mismo tipo de plantas, plantadas al mismo tiempo, en el mismo tipo de suelo, recibiendo la misma cantidad de luz solar, pero teniendo en cuenta diferentes cantidades de alcohol en lugar de agua. Observa el progreso del experimento, toma medidas y cuantifica el progreso a través de números. Por ejemplo, durante el experimento con el uso de plantas y alcohol, es posible que observes y registres diferentes colores o condiciones en las hojas de la planta y también debes medir el crecimiento de las plantas con una regla o el peso con una balanza.

Al final del experimento analiza tus observaciones y utilízalas para determinar si tu hipótesis era correcta o no. Escribe una conclusión que describa lo que has encontrado: ¿te han sorprendido los resultados?, ¿te gustaría repetir la experiencia?, ¿qué harías diferente? Explica las razones de los resultados.

## 9. Resultados

En la sección de resultados debes presentar claramente las medidas (números) y los datos que recopilaste durante la fase experimental. Puedes elaborar y etiquetar un gráfico que muestre las medidas exactas de las diferentes variables, y cómo cambiaron con el tiempo. Incluye los resultados en tu informe de laboratorio y busca medios visuales atractivos para mostrar los resultados finales.

## 10. Conclusión

La conclusión compara los resultados con tu hipótesis y explica los principios científicos subyacentes. Es posible plantear preguntas relacionadas o sugerir mejoras para una

investigación futura. En todo caso, es posible que los experimentos refuten las hipótesis y permitan formular una nueva, comenzando la totalidad del proceso nuevamente, o rediseñar el experimento para poner a prueba otras variables.

Es importante también que describas tu interpretación personal de los resultados: lo que has aprendido, si los resultados son diferentes de lo que pensabas en un principio y por qué, sugerencias para futuras investigaciones, y lo que las demás personas pueden aprender de tu investigación.

## **11. Referencias bibliográficas**

Cita las fuentes de la investigación bibliográfica que realizaste.

## **12. Presentación del Proyecto**

Después de haber terminado la investigación, prepara un informe que incluya todos los elementos planteados y desarrollados previamente. Escribe oraciones completas. Presenta el informe escrito con una cubierta de aspecto profesional. Incluye fotos tomadas durante el experimento y crea gráficos de los resultados obtenidos.

### **Presentación escrita**

Un informe escrito puede ser presentado en una de las dos formas que se plantean a continuación, o en ambas:

#### **Resumen**

El resumen es una descripción corta del proyecto, compuesto aproximadamente de 250 palabras. Esta descripción debe incluir el propósito de la investigación, los procedimientos utilizados para el experimento, información y gráficos sobre los datos obtenidos, y las conclusiones efectuadas. El resumen brinda una lectura rápida para que las demás personas tengan una idea clara sobre qué trata el proyecto, y de cómo se realizó el experimento.

### **Documento de Investigación**

El documento de investigación es el análisis descriptivo del proyecto de investigación y los procesos del mismo. Contiene el detalle de todas las partes planteadas anteriormente (pasos 2 al 11). Todos estos elementos brindan la información completa al lector, permitiéndole vincular y confrontar cada detalle de la investigación.

### **Presentación visual**

La presentación de un proyecto científico es tan importante como la investigación y los experimentos adecuados. Las personas de ciencia que son profesionales publican sus informes finales en una revista científica o presentan sus resultados en un cartel durante un congreso científico. Sin embargo, en nuestro caso podemos hacer lo que esté al alcance para dar a conocer nuestra investigación; esto no necesita ser una tarea costosa o que consuma mucho tiempo. Puedes usar materiales baratos y fácilmente accesibles para presentar un proyecto de ciencias.

Si tu docente y las autoridades de tu centro escolar lo estipulan, podrán montar una *feria científica* para exponer los resultados de todas las investigaciones realizadas por tus compañeras y compañeros. La feria científica normalmente se celebra en un salón de clases o en cualquier lugar amplio, donde se presentan los proyectos y experimentos del estudiantado y suelen ser juzgados por un panel de docentes o especialistas.

La presentación visual que se puede utilizar para la feria científica es un tablero tipo *tríptico* que incluye los datos y la información pertinente para su fácil visualización. Hay muchas variantes de este tablero, así que asegúrate de confirmar el diseño preferido antes de crear el tríptico, ya que pueden designarse reglas específicas sobre qué objetos están o no permitidos dentro del espacio designado para la presentación visual de un proyecto. La presentación visual debería ser

atractiva a la vista, pero profesional y bien diseñada. Su organización lógica permite entender claramente el proyecto y evaluar lo aprendido.

El tamaño estándar de un panel tipo tríptico es de 36 pulgadas (91 cm) de alto por 48 pulgadas (1.22 cm) de ancho. Debe ser distribuido en tres paneles. En el panel izquierdo se escribe una presentación del proyecto, y se incluyen los nombres de quienes integran el grupo de investigación. En el panel central se escribe el planteamiento del problema, los objetivos, la hipótesis y el proceso experimental. El título del proyecto se escribe con letras grandes, ya sea con una impresora o en cartulina, y se pega en la parte superior del panel central; deberá destacar lo suficiente para que pueda ser leído desde un par de metros de distancia. En el panel derecho, se consignan los resultados y las conclusiones obtenidas (Fig. 1). Sin embargo, acuerda con tu docente el tamaño y las partes a considerar en la elaboración del tríptico.

Se pueden utilizar diversos materiales para elaborar el tríptico, por ejemplo cartón, cartulina, pliegos de papel bond, madera, entre otros; deben considerar que sea de fácil

almacenamiento y que permanecerá erguido durante una presentación. Se pueden utilizar colores para resaltar el título del proyecto en la parte superior.

Si las reglas lo permiten, se muestran partes del experimento. Por ejemplo, llevar las plantas marcadas con la cantidad de alcohol que recibieron y colocarlas en la mesa delante del tríptico. Si el experimento es fácilmente repetible, puedes considerar hacer una demostración práctica para que el público visitante lo observe por sí mismo.

Una parte importante de la experiencia de una feria científica, es desarrollar una presentación creativa que ayuda a contar la historia de lo aprendido mientras se realizaba el proyecto. Ello implica hacer una presentación oral del proyecto frente a estudiantes y docentes, o un jurado de especialistas que llegue a evaluarlo; si fuera el caso, se elabora un discurso con los puntos más interesantes de la investigación. Se debe tener el documento de investigación cerca, en caso de tener que referirse a él durante una sesión de preguntas y respuestas.

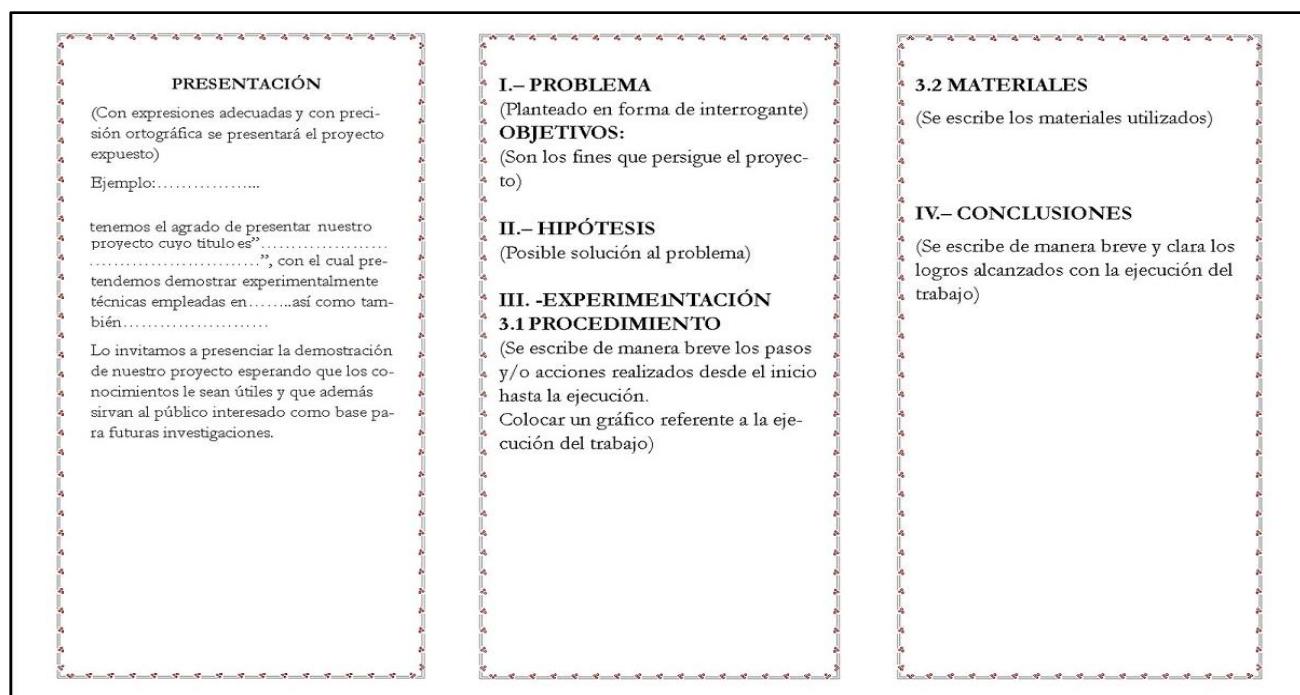


Figura 1. Partes de un tríptico para una feria científica.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Los proyectos de investigación en ciencia y tecnología brindan a estudiantes la oportunidad de pensar a profundidad acerca de los conceptos que aprenden en clase, aplicando la ciencia de un modo práctico, y vinculando los principios científicos con las aplicaciones en el mundo real.

Los proyectos de investigación pueden modificarse por nivel de dificultad, por nivel académico y por habilidad. Debes orientar a tus estudiantes a elegir un tema de investigación que les resulte interesante, para que puedan completar el proyecto tan independientemente como sea posible. Cada proyecto de investigación debe ser algo único, especial e interesante, para la persona que lo lleve a cabo.

Los proyectos de investigación proporcionan al estudiantado una experiencia práctica en el uso del método científico, y ayudan a estimular su interés por la investigación científica. Estos objetivos son cada vez más importante para la sociedad, que se ha dado cuenta de los beneficios de la investigación científica profesional. A menudo, el resultado de un proyecto científico de investigación profesional implica un descubrimiento que puede mejorar la calidad de vida de las personas, o proteger el medio ambiente.

En algunos proyectos de investigación se pide incluir una sección de aplicaciones. Esto puede ser una sección confusa del proyecto, además de ser difícil de llevar a cabo. De manera simple, la aplicación de un proyecto implica la forma en que el resultado del experimento puede beneficiar a otras personas o aplicarse a otras ciencias. Cualquier proyecto de ciencias puede ser usado para beneficiar a la humanidad en situaciones reales y cotidianas, incluso si sus aplicaciones no son inmediatamente evidentes. Por ejemplo, un experimento sobre la flotabilidad de un huevo no dice mucho acerca de cocinar huevos, pero se puede aprender acerca de cómo los barcos flotan a partir del mismo experimento. Para descubrir las aplicaciones, normalmente se necesita pensar de forma más

amplia y conceptual sobre el experimento mientras se busca similitudes con el mundo real.

Cuando un grupo de estudiantes ha creado su propio experimento, tendrá que crear sus propias aplicaciones para él. Éstas frecuentemente aparecen después de que el experimento ha sido efectuado y sus conclusiones han sido alcanzadas. Para obtener estas aplicaciones tendrán que descubrir cómo las diversas variables involucradas interaccionan entre sí. El siguiente paso es tratar de determinar cómo el nuevo conocimiento afectará esta aplicación.

La mayoría de investigaciones suele utilizar un experimento similar al de otro investigador; en ese caso, las aplicaciones del experimento pueden ya haber sido exploradas. Esto puede significar que el estudiantado tiene que hacer más investigación para encontrar sus propias aplicaciones, pero tendrá muchas aplicaciones sobre las cuales ya podrá escribir. Por ejemplo, experimentos que involucran energía solar o eólica ya tienen una variedad de aplicaciones en el mundo real, pero pueden ser capaces de encontrar algunas ideas nuevas por ellos mismos.

Algunos temas pueden ser avanzados para ciertos grupos de estudiantes. Proporcionales ayuda según sea necesaria a lo largo del desarrollo de la investigación. Anímalos a utilizar el método científico siempre que sea posible. Indícales que tienen que registrar las observaciones a medida que se presentan para mantener la precisión. Proporciona asistencia sólo cuando sea necesario.

## POSIBLES OBSERVACIONES

Para realizar los proyectos de investigación integra a tus estudiantes en grupos de trabajo que contengan 3 o 4 miembros. Si bien es cierto se facilita el trabajo al poderlo distribuir entre todos los integrantes, conlleva también una serie de dificultades, sobre todo para lograr un buen consenso en la toma de decisiones. En ese sentido, deberás involucrarte en la búsqueda de alternativas cuando se genere un conflicto grupal de trascendencia.

Las organizaciones forman equipos para completar proyectos específicos o fomentar la mejora continua. Cada gerente de proyecto o líder del equipo tiene la tarea de administrar el grupo para obtener el mejor rendimiento de sus miembros. Anima a tus estudiantes que forman parte de los grupos de investigación a que contribuyan a un proyecto de grupo, procurando inculcarles un espíritu de liderazgo utilizando técnicas eficaces de motivación.

Un ambiente relajado que anima a los miembros del equipo a hablar libremente y compartir sus ideas es un ambiente motivador para el grupo. Un entorno productivo para un equipo también incluye una discusión abierta de las ideas entre sus integrantes y las decisiones basadas en el consenso de opiniones. Cada líder de grupo debe asegurar que las reuniones se realicen en un ambiente cordial, evitando comentarios despectivos entre sus integrantes.

Anima a que cada integrante de grupo determine sus preferencias y habilidades antes de comenzar el proyecto. La comprensión de estas habilidades puede ayudar a optimizar el funcionamiento del grupo. Si bien no siempre es posible asignar tareas que cada miembro disfrute, tener las habilidades e inclinaciones del grupo en consideración puede ayudar a crear un ambiente positivo en el equipo.

Las tareas asignadas deben estar claramente definidas para fomentar la participación de todas las personas. Los liderazgos grupales deben compartir los elogios y el éxito del proyecto con sus integrantes. Además, deben aceptar las críticas en nombre del grupo y abstenerse de asignar culpas.

Otra dificultad que se podría presentar es sobre la selección de un proyecto de investigación. Es probable que sea una tarea muy difícil, especialmente para quienes lo hagan por primera vez. No se trata que asigne directamente un tema de investigación para cada grupo, si no de despertar en ellos el interés por investigar algo que a ellos les parezca interesante. Sin embargo, puedes orientar a tus estudiantes brindándoles pautas generales de posibles áreas de investigación de problemáticas que acontecen en la comunidad, temáticas que haya

leído en alguna bibliografía o visto en algún documental, tales como las que se plantean a continuación:

### **Botánica y medio ambiente**

La botánica y los proyectos ambientales con frecuencia utilizan las plantas en una variedad de ambientes. Se puede estudiar el crecimiento de las plantas usando diferentes fertilizantes orgánicos. El estudiantado de mayor nivel académico puede determinar si las plantas crecen más rápido en el suelo o en un medio hidropónico, o investigar cómo el pH afecta la adecuación del suelo para el crecimiento vegetal. Los estudios ambientales incluyen el agua, el aire y experimentos de contaminación. Por ejemplo, identificar los contaminantes en el aire, determinar qué factores afectan la contaminación atmosférica en las ciudades, comparar el agua de medios rurales y urbanos para determinar cuál está más contaminada.

### **Ciencias de la Tierra**

Las ciencias de la Tierra incluyen la geología, la meteorología y la oceanografía. La explosión de volcanes es el experimento más común en esta categoría. Aunque también puede incluir otros experimentos como presentar un tsunami con un modelo, explicar cómo se forma un sumidero, construir un modelo para mostrar cómo se producen los terremotos, entre otros.

### **Electricidad y magnetismo**

Los proyectos de electricidad pueden necesitar supervisión profesional para evitar accidentes. Sin embargo, se podrán realizar algunos sencillos, como crear un portador de carga y hacer que se generen chispas, hacer una batería con frutas o vegetales, construir un generador de turbina de viento. El magnetismo puede utilizarse para crear interesantes experimentos visuales, como construir un tren que levite con imanes o un acelerador lineal magnético.

## **Microbiología**

Algunas categorías pueden requerir el uso de un microscopio u otro equipo científico. Se pueden hacer experimentos para descubrir el efecto de la luz ultravioleta sobre las bacterias, ilustrar cómo aumenta el contenido de éstas en una botella de agua que no se limpia correctamente entre los usos, crear una ilustración que muestre cómo el cuerpo combate los virus, simular la propagación de una enfermedad infecciosa, entre otros.

## **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

El desarrollo de investigaciones científicas puede evaluarse de varias formas. Una de las más llamativas e interesantes es la implementación de una feria científica, que permita a estudiantes mostrar al público en general todos los logros obtenidos durante la investigación. Por ello se anima a que, en la medida de las posibilidades del centro escolar, se busque la manera de montar una feria científica, la cual sirve además como una forma de animar al estudiantado a realizar una buena investigación.

Las ferias científicas van mucho más allá que una clase de ciencias. Por esto deben planearse desde una perspectiva interdisciplinaria. Uno de los propósitos de estas ferias es enseñar al estudiantado cómo reunir información, para luego analizarla e interpretarla. Deben aprender también acerca de expresión oral, redacción, ayudas visuales, etc. Cada docente debe enseñar cómo organizar los datos en categorías; por ejemplo, hacer comparaciones cuantitativas y cualitativas, y a partir de allí llegar a conclusiones, es decir, construir conocimiento.

Al mismo tiempo, es importante que guíes a tus estudiantes en la tarea de crear un informe coherente que permita dar cuenta de los avances y de la investigación en general. Dentro de este informe, debe ser exigente con la gramática y la ortografía, pues todos son componentes importantes para la socialización del conocimiento. Saber trasmisitir el proyecto es tan importante como

haber seguido una metodología exhaustiva. Cada estudiante debe saber la importancia de resumir, extraer palabras clave y acompañar la información, en la medida de lo posible, de gráficos e imágenes que ilustren el contenido y hagan su presentación más dinámica.

Los proyectos científicos exitosos muestran al estudiantado que es posible aprender por sí mismo, lo que de otra forma no hubiera encontrado en sus libros de texto. Esta es la gran meta de la educación: enseñar a las personas a enseñarse a sí mismas (aprender a aprender).

Uno de los problemas de las ferias científicas es cómo regular y gestionar la ayuda de madres y padres. Por un lado, hay quienes hacen demasiado y terminan acaparando el proyecto con la idea de que sus hijas o hijos sobresalgan y reciban buenas calificaciones; por otro lado, están las madres y padres distantes, que no dan soporte a sus hijas e hijos y los dejan a la deriva frente a sus proyectos. Ambos casos son desastrosos para el logro de objetivos y especialmente para el aprendizaje del estudiantado.

Puesto que cada docente no puede entrar a la casa de cada familia y enseñar a las madres y padres la mejor forma de asesorar a sus hijas o hijos y guiarlos durante todo el proceso, la forma más efectiva de enviar un mensaje a las familias es a través de la calificación de un jurado y la evaluación que se hace de los proyectos. Si los proyectos en los que se nota demasiado involucramiento de las madres y padres resultan ganadores, el mensaje que se envía es que "las madres y padres deben, en última instancia, hacer los proyectos". Si por otro lado resulta ganador un proyecto al que se le nota la improvisación y la falta de interés, el mensaje será que "no vale la pena involucrarse". Por esto es importante que desde el inicio se dejen claros los parámetros en cuanto a la ayuda de madres y padres permitida, pero a la vez se les motive para que monitoreen el avance de los proyectos de sus hijas o hijos, al igual que lo hará cada docente.

**Si deseas enriquecer más tu conocimiento puedes consultar:**

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación* (5<sup>a</sup> Edición). México: McGraw–Hill / Interamericana editores S.A. de C.V.

[www.scienceinschool.org](http://www.scienceinschool.org). *Química a microescala: experimentos para el colegio*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/JVBOVS>

[primariaexperimentos.blogspot.com](http://primariaexperimentos.blogspot.com). *Experimentos en educación primaria e infantil*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/JYj6vG>

[es.scribd.com](http://es.scribd.com) (octubre 2010). *100 Experimentos sencillos de física y química*. Recuperado en enero de 2014, de <http://goo.gl/0Elxh>

**Viceministerio de Ciencia y Tecnología  
Gerencia de Educación en Ciencia Tecnología e Innovación**

Este material de Autoformación e Innovación Docente es un esfuerzo del Gobierno de El Salvador (Gestión 2009-2014) para desarrollar y potenciar la creatividad de todos los salvadoreños y salvadoreñas, desde una visión que contempla la Ciencia y la Tecnología de una manera “viva” en el currículo nacional, la visión CTI (Ciencia, Tecnología e Innovación).

