

Guía para el profesor de

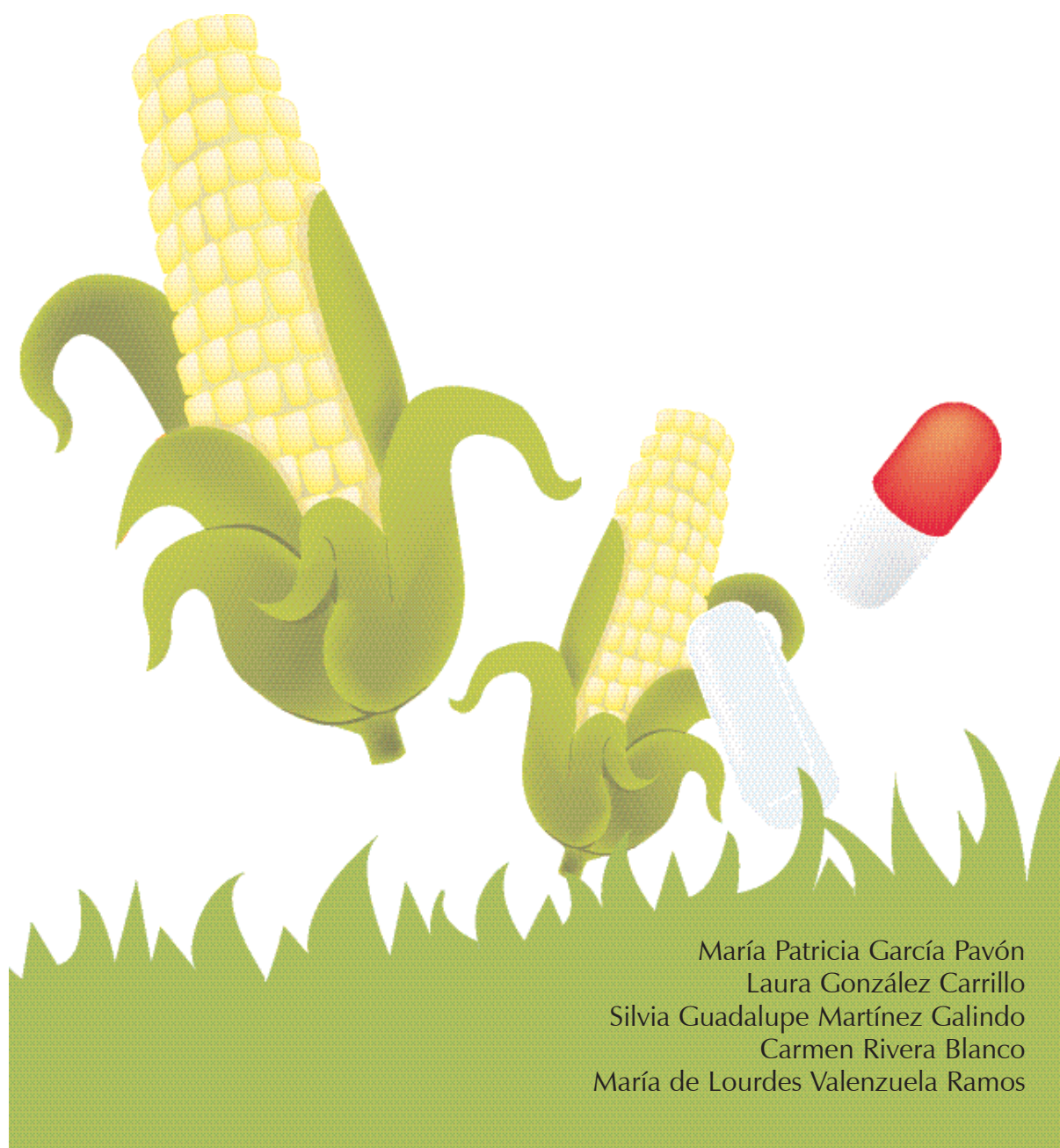
# Química II

en el CCH



María Patricia García Pavón  
Laura González Carrillo  
Silvia Guadalupe Martínez Galindo  
Carmen Rivera Blanco  
María de Lourdes Valenzuela Ramos

# Guía para el profesor de Química II en el CCH



María Patricia García Pavón  
Laura González Carrillo  
Silvia Guadalupe Martínez Galindo  
Carmen Rivera Blanco  
María de Lourdes Valenzuela Ramos

## COLECCIÓN 2007-2

Área de Ciencias Experimentales

### UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

RECTOR: *Dr. Juan Ramón de la Fuente*

SECRETARIO GENERAL: *Lic. Enrique del Val Blanco*

SECRETARIO ADMINISTRATIVO: *Mtro. Daniel Barrera Pérez*

SECRETARIA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL: *Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez*

SECRETARIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA: *Mtro. José Antonio Vela Capdevila*

ABOGADO GENERAL: *Mtro. Jorge Islas López*

### COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

DIRECTOR GENERAL: *M. en C. Rito Terán Olguín*

SECRETARIO GENERAL: *Lic. Vicente Ballesteros Linares*

SECRETARIO ACADÉMICO: *Mtro. José Luis Moreno Rodríguez*

SECRETARIO ADMINISTRATIVO: *Lic. Rafael Avilés Solís*

SECRETARIO DE SERVICIOS DE APOYO AL APRENDIZAJE: *Ing. Q. Valentín López Gazcón*

SECRETARIA DE PLANEACIÓN: *Lic. Rosalía Gámez Díaz*

SECRETARIA ESTUDIANTIL: *Lic. María de la Luz Reyes Morales*

SECRETARIO DE PROGRAMAS INSTITUCIONALES: *Mtro. Trinidad García Camacho*

SECRETARIO DE COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL: *Mtro. Alejandro García Neria*

SECRETARIO DE INFORMÁTICA: *Mat. José Chacón Castro*

### DIRECTORES DE LOS PLANTELES

AZCAPOTZALCO: *Mtro. Andrés José Hernández López*

NAUCALPAN: *Biól. Angélica Galnares Campos*

VALLEJO: *Mtra. Lucía Laura Muñoz Corona*

ORIENTE: *Mtro. Miguel Ángel Rodríguez Chávez*

SUR: *Lic. Jaime Flores Suaste*

*Guía para el profesor de Química II en el CCH* es una publicación del Colegio de Ciencias y Humanidades, editada por el Departamento de Actividades Editoriales de la Secretaría de Servicios de Apoyo al Aprendizaje. Ciudad Universitaria, 04510, México DF.

Teléfonos: 5448 3810 y 5448 3870. Fax: 5448 3867.

Editora: Lic. Lilia Cervantes Arias.

Formación: DCG. Mayra Monroy Torres.

Ilustración, retoque digital y diseño de portada: Jorge Flores Figueroa.

Corrección: Nicolás Crossa Neill.

DEPARTAMENTO DE ACTIVIDADES EDITORIALES

SECRETARÍA DE SERVICIOS DE APOYO AL APRENDIZAJE

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

# Guía para el profesor de Química II en el CCH



**2007**

María Patricia García Pavón  
Laura González Carrillo\*  
Silvia Guadalupe Martínez Galindo  
Carmen Rivera Blanco  
María de Lourdes Valenzuela Ramos

\* Coordinación Académica

Este libro fue auspiciado por el  
Programa de Apoyo a Proyectos Institucionales para el Mejoramiento de la Enseñanza  
PAPIME

Esta publicación tiene fines didácticos y de investigación científica acorde con lo establecido en el artículo 148 y análogos de la Ley Federal del Derecho de Autor.

Primera edición: 2007

Este libro fue dictaminado favorablemente por el Comité Editorial del Colegio de Ciencias y Humanidades y está acorde con los Programas de Estudios vigentes.

DR © 2007 DIRECCIÓN GENERAL DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
Lateral de Insurgentes Sur s/n, esquina Circuito Escolar. Ciudad Universitaria,  
México DF. CP. 04510

Impreso y hecho en México  
ISBN: 970-32-4251-0

# Índice

## Páginas

Presentación de la guía	7
Indicaciones para el uso de la guía	9
UNIDAD I: SUELO	11
Estrategias	
1 ¿Qué es el suelo y por qué es importante?	13
2 Fase líquida y gaseosa del suelo	15
3 Componentes de la fase sólida del suelo	25
4 Fase inorgánica del suelo	31
5 ¿Qué son las sales y qué propiedades tienen?	51
6 Obtención de sales	67
7 ¿Cómo ayuda la química a determinar la cantidad de sustancia?	81
8 Importancia de la acidez del suelo	99
9 ¿Es el suelo un recurso natural inagotable?	113
UNIDAD II: ALIMENTOS	123
Estrategias	
10 ¿Por qué comemos?	125
11 Diferencias entre compuestos orgánicos e inorgánicos	131
12 El carbono como elemento base en los compuestos orgánicos	145
13 Grupos funcionales	159

14	Reactividad química	175
15	Grupos funcionales que están presentes en los nutrimentos orgánicos	183
16	Conservación de alimentos	201
UNIDAD III: MEDICAMENTOS		205
Estrategias		
17	Los medicamentos como mezclas y la importancia de su formulación	207
18	Obtención de medicamentos	213
19	La química en tu vida	245
Bibliografía		259
Presentación power point		263



## Presentación

Uno de los problemas centrales de la práctica docente se refiere al qué y cómo enseñar, sin perder de vista el conjunto de particularidades que se presentan tanto en el ejercicio magisterial como en la propia institución. Cuando el profesor reconoce la responsabilidad que tiene de participar en este proceso, las estrategias de enseñanza y de aprendizaje cobran un sentido importante y particular, sobre todo cuando se promueve que el aprendizaje de los alumnos sea el centro de todas las acciones que se ejecutan en el aula o fuera de ésta, como sucede en el Colegio de Ciencias y Humanidades

En el Colegio se ha trabajado durante varios años acerca del qué enseñar; en este documento las autoras nos hemos ocupado del cómo enseñar. En esta guía para el profesor, que ha sido elaborada teniendo como primer referente los programas vigentes para el ciclo escolar 2005, presentamos un conjunto de estrategias de enseñanza y aprendizaje para el curso de Química II.

La construcción de las estrategias de enseñanza que constituyen esta guía está concebida como una tarea que no puede emprenderse con una visión ajena a la institución, ya que estos instrumentos son portadores de la intencionalidad pedagógica del Colegio, donde los problemas cotidianos que se presentan a los maestros y la manera en cómo los resuelven comprometen los propósitos y valores institucionales. Es así que las estrategias de esta guía, ponen en evidencia la forma característica en que los profesores del CCH tenemos de entender la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación y los contenidos.

Las propuestas no se diseñaron conforme a un patrón determinado, más bien presentan diversidad en cuanto tratamiento didáctico de las temáticas. Quienes elaboramos la guía, afirmamos que estos instrumentos de planeación didáctica no son un conjunto de reglas válidas para cualquier situación; por el contrario, reconocemos que el aula es un espacio de decisión donde las estrategias constituyen los medios para aproximar a los alumnos al conocimiento en sentido amplio, y a su interpretación. Es nuestro propósito que las propuestas faciliten la tarea de los profesores, sobre todo, a los de recién ingreso, por supuesto sumado a la intención fundamental de favorecer en los alumnos que avancen en la construcción y adquisición de conocimientos, promover las habilidades operativas, y aquellas que ejercitan su creatividad y estructuras cognitivas.

En las estrategias que constituyen esta guía se presentan los aprendizajes propuestos en el programa de estudios en forma de objetivos a alcanzar y habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales por desarrollar. Se conservan las preguntas generadoras que indica el programa, y sugerimos una serie de actividades con la finalidad de orientar a que los alumnos encuentren las respuestas y explicaciones, con base en una metodología para la enseñanza de la Química en el contexto del CCH; por esta razón predominan las actividades experimentales.



Además de los aprendizajes disciplinarios, se ha tomado en cuenta la aportación del área de Ciencias Experimentales al perfil del egresado, por lo que se solicita a los estudiantes con cierta frecuencia una investigación bibliográfica, la discusión y reflexión con la idea de propiciar el desarrollo de habilidades como la de comunicación oral y escrita. Con la finalidad de desarrollar su capacidad de síntesis se les pide la elaboración de resúmenes y reportes de actividades experimentales. De igual manera, las lecturas propuestas contienen guías de discusión o cuestionarios para corroborar su comprensión. También se proponen actividades para fomentar la creatividad, y se proporcionan pistas al profesor para ayudarlo en este proceso. En todas las estrategias se sugieren formas de evaluación y en algunas se proponen los instrumentos a utilizar.

Al inicio de cada unidad se presenta un diagrama o mapa conceptual, cuyo análisis permite tener una visión general de la unidad y los conceptos más importantes que serán tratados en la misma.

Reconocemos que la orientación del bachillerato en el CCH, permite que la docencia sea un proceso de acomodación constante, es decir, ni el profesor y sus estudiantes, ni quienes proponen estrategias, pueden predecir, con certeza, lo que va a suceder en el aula —por mucho plan de clase— que se tenga previsto. Las formas de proceder en clase se pueden adecuar o modificar, ya que constantemente surgen oportunidades inesperadas para la consecución de las metas educativas. El profesor tiene que captar esas ocasiones y utilizarlas en beneficio del proceso; por ejemplo; si se está desarrollando con ritmo un diálogo que se considere fructífero, puede decidirse dejar de lado una actividad que estaba programada y permitir que la discusión prosiga.<sup>1</sup> Reiteramos, sin coartar la posibilidad descrita, siempre es conveniente contar con estrategias previamente diseñadas que orienten el trabajo académico.

Esta guía del profesor de Química II en el CCH es producto de la experiencia del Seminario de Química del Plantel Oriente constituido por un conjunto de profesores que durante su desarrollo y evolución como profesores de carrera se han dedicado a la investigación educativa y producción de material didáctico. Este documento se generó a partir de considerar los aspectos más valiosos del Paquete Didáctico para Química II, producido por el mencionado seminario durante el ciclo escolar 2003-2004, donde además de las autoras de esta guía participaron las profesoras Juana Garduño Yépez y Blanca Estela Quiza Gaytán y como colaborador el profesor Ignacio Piña Millán.

---

1 Jackson, Philip, *La vida en las aulas*, Ed. Marova, Madrid, 1975.

## Indicaciones para el uso de la guía del profesor de Química II

Esta guía fue elaborada de acuerdo con las últimas adecuaciones al programa de estudios vigente y con el propósito de proporcionar un material de apoyo didáctico, sobre todo, a profesores de recién ingreso. Es consistente con la propuesta educativa para el Área de Ciencias Experimentales en el CCH y, en particular, para la asignatura de Química II.

Las estrategias sugeridas incluyen una serie de elementos que consideramos importantes para el mejor desarrollo de los aprendizajes de los estudiantes. La secuencia en la que se presentan es la misma que se indica en el programa de estudios, no obstante, es lo suficientemente flexible para que el profesor pueda seleccionar algunas estrategias, y establecer a su criterio un orden pertinente considerando las necesidades particulares de cada grupo de alumnos.

Los elementos que constituyen las estrategias son:

- Introducción: donde se indica el propósito general de la estrategia, la correlación entre los conceptos químicos, diferenciando entre los que se abordan por primera vez, aquellos que se fortalecen y en cuales se profundiza.
- Objetivos: se construyen en atención a los aprendizajes propuestos en el programa de estudios.
- Habilidades: se incluyen los aspectos cognitivo, procedimental y actitudinal.
- Actividades: se describe a detalle el proceso sugerido para el logro de los objetivos.
- Evaluación: se presentan sugerencias como una actividad más durante el proceso.
- Anexos: se incluyen la mayoría de los materiales sugeridos durante las actividades.

Recomendaciones:

- Realizar una revisión general de la guía, para tener una visión integral del documento.
- Previo al inicio de cada unidad, analizar el diagrama o mapa conceptual correspondiente, que ofrece una visión de los aspectos a tratar y propone, de modo implícito, una forma de cómo presentar una integración conceptual a los alumnos.

- Revisar todas las estrategias integradas en cada unidad, sobre todo, para detectar cuándo se sugiere el encargo de tareas previas y la preparación de materiales y sustancias con varios días de anticipación a la instrumentación de la actividad propuesta.
- Seleccionar con antelación las lecturas, cuestionarios, ejercicios guías de lectura, guías experimentales y otros apoyos incluidos en las estrategias; sobre todo para prever con oportunidad la reproducción cuando sea necesario.
- Analizar con detalle las propuestas de evaluación. Esto promoverá la detección de las situaciones de aprendizaje en las que conviene hacer énfasis.
- Tomando en cuenta las condiciones grupales, decidir si se aplicará la secuencia de estrategias como se presenta y seleccionar las que utilizará.

Cuando este trabajo llegue a manos de los profesores de reciente ingreso, esperamos que sea de utilidad y que los apoye en el inicio de su ejercicio docente, mientras se familiariza con el Colegio y con su propuesta educativa. Las sugerencias y comentarios sobre esta guía serán bien recibidos por el Seminario de Química en el Plantel Oriente.

# UNIDAD I.

## SUELO: FUENTE DE NUTRIMENTOS PARA LAS PLANTAS

En el curso de Química I del Colegio de Ciencias y Humanidades se estudian los conceptos básicos de mezcla, compuesto, elemento, enlace y reacción química, entre otros. En la Unidad 1 del programa de Química II se profundiza en ellos y se hace énfasis en el concepto de reacción química y su clasificación, a través del estudio de las sales presentes en el suelo. Además, los alumnos aprenden nomenclatura de los compuestos involucrados, propiedades de las sales minerales, enlace químico en lo general y, particularmente, el de tipo iónico. También se destaca la relación entre el concepto de mol y la interpretación cuantitativa de las reacciones químicas (estequiometría).

En el siguiente trabajo se presenta una propuesta de metodología de enseñanza para la asignatura de Química II, Unidad 1 y se sugieren estrategias que describen los siguientes aspectos:

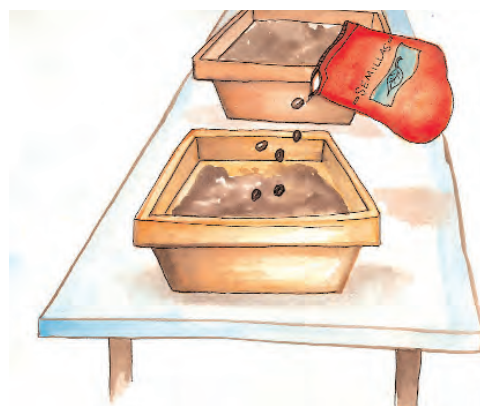
- Título de la unidad
- Pregunta generadora
- Introducción
- Propósitos
- Habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales
- Desarrollo de la estrategia
- Actividades varias
- Alternativas de evaluación

Entre las actividades se incluyen lecturas, investigaciones, elaboración de mapas conceptuales y mentales, ejercicios, experimentos y algunas alternativas de evaluación como las rúbricas y la V de Gowin, con la finalidad de que el profesor seleccione las que considere más adecuadas.

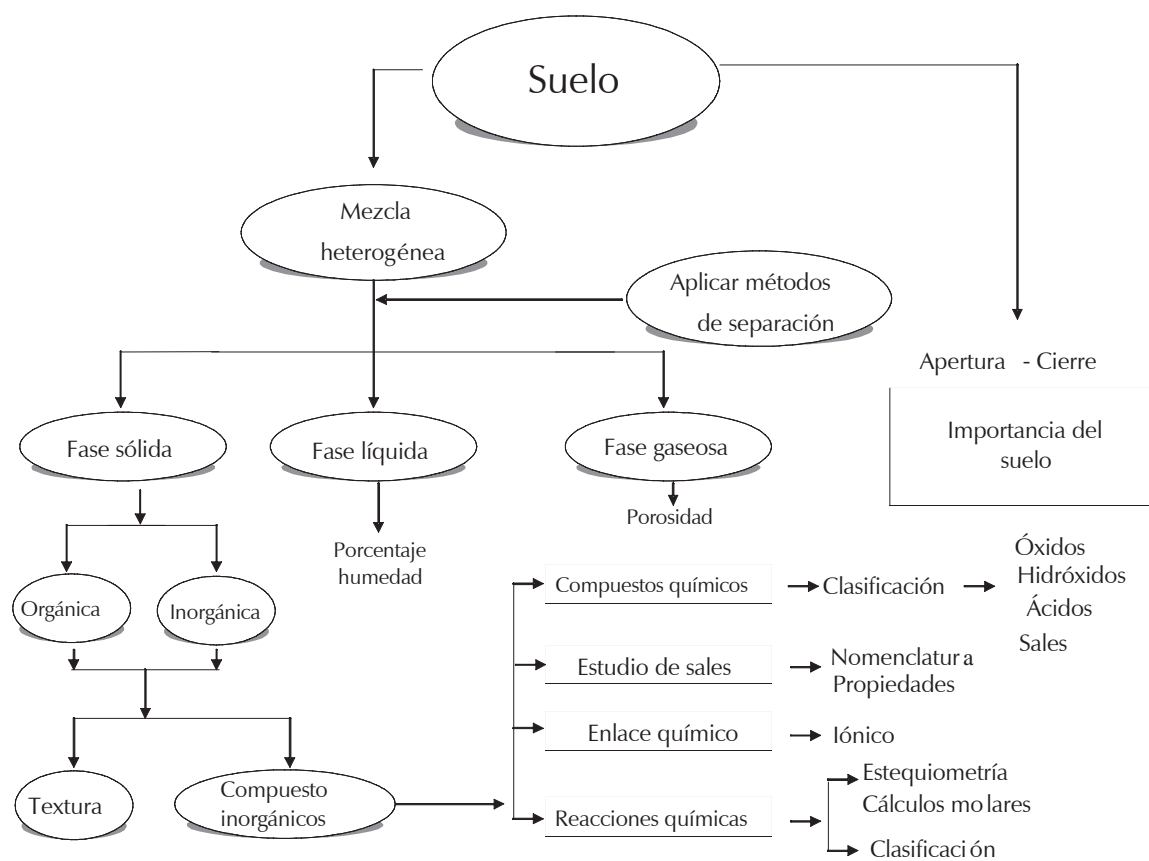
Es importante destacar que este material está dirigido a los profesores como una guía de apoyo en su quehacer docente, además de contener una gran cantidad de actividades para que sean desarrolladas por los alumnos, quienes son los actores principales en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En particular, esta unidad es muy extensa y el propósito fundamental es que el estudiante adquiera un panorama general del papel tan importante que tiene la Química en el estudio del suelo. Por lo tanto, se sugiere que el profesor seleccione las estrategias y actividades más significativas atendiendo a las necesidades de su programa operativo.

A continuación se muestra un diagrama temático con la estructura general de la Unidad 1, en el cual se observa la metodología a seguir en cada una de las estrategias, misma que ha caracterizado al CCH.



## Diagrama conceptual



## Estrategia 1: ¿Qué es el suelo y por qué es importante?

---

### Introducción

Se pretende que los alumnos argumenten las razones por las cuales el suelo es importante, destacando su función como fuente de nutrimentos para las plantas y, por lo tanto, su importancia en la producción de alimentos, en actividades económicas, como la ganadería, minería y su participación en los ciclos del agua, del carbono y nitrógeno.

El destacar al suelo como fuente de nutrimentos para las plantas que permitirá establecer el contexto general a partir del cual se estudiarán a las sales minerales y se profundizará en el estudio de los conceptos básicos de química.

### Objetivos

El alumno:

1. Describirá algunas funciones del suelo, destacando la de productor de alimentos.
2. Desarrollará procesos cognitivos básicos como la atención y observación, así como la codificación de la información.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Describa algunas funciones del suelo, destacando la de productor de alimentos.
2. Desarrolle una actitud crítica y analítica al estudiar el suelo.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Exprese en forma oral y escrita sus ideas sobre el tema
2. Desarrolle habilidad para establecer relaciones entre conceptos.

### Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno una actitud:

1. Cooperación y compromiso en el desarrollo de la tarea en los equipos de trabajo.
2. Respeto por el trabajo de los integrantes del grupo.
3. Desarrolle su capacidad de comunicación al expresar sus ideas.

## Desarrollo

### PREGUNTAS GENERADORAS

*¿Qué es el suelo? ¿Por qué es importante?*

---

#### PREGUNTA GENERADORA

Previo al tratamiento del tema, se sugiere plantear las preguntas generadoras y, a partir de éstas, organizar una discusión por equipo.

#### LLUVIA DE IDEAS Y PALABRAS CLAVE

El alumno aportará sus ideas al grupo (en plenaria) y seleccionarán “palabras clave” que consideren relevantes sobre el tema. Se anotarán en el pizarrón.

### ACTIVIDAD 1

#### MAPA CONCEPTUAL

En forma individual o por equipo estructurarán un mapa conceptual con las palabras clave seleccionadas y lo presentarán al grupo.

*El profesor deberá estar atento a que se destaque la importancia que tiene el suelo como productor de alimentos.*

### ACTIVIDAD 2

#### TAREA

Se solicitará a los alumnos llevar  $\frac{1}{2}$  Kg de cada una de las muestras de suelo de diferente procedencia, por ejemplo: jardín, cultivo, bosque, playa, entre otros. A cada muestra, la dividirán en dos partes; una de ellas, la pondrán a secar al sol para eliminar totalmente la humedad y la otra permanecerá tal cual se recolectó. Ambas se almacenarán en frascos pequeños, cuyas etiquetas describirán lugar y fecha de muestreo.

Con estas muestras se realizarán las actividades experimentales correspondientes.



## Estrategia 2: Fases líquida y gaseosa del suelo

---

### Introducción

Se pretende que los alumnos reconozcan al suelo como una mezcla heterogénea y *apliquen* lo aprendido en torno al concepto de *mezcla y métodos de separación*. Se espera que sean los *alumnos* quienes propongan los procedimientos más adecuados para separar la fase líquida ( $H_2O$ ) y gaseosa del suelo.

Se propone utilizar la construcción de una V de Gowin que sirva, al mismo tiempo, como instrumento de aprendizaje y de evaluación.

### Objetivos

El alumno:

1. Reconocerá al suelo como una mezcla heterogénea a partir de la identificación de sus fases.
2. Aplicará los métodos de separación adecuados para determinar la fase líquida y gaseosa que se encuentran presentes en el suelo.
3. Aumentará su capacidad de síntesis y su destreza en el manejo de la técnica V de Gowin.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Seleccione los métodos adecuados para calcular el porcentaje de humedad y de aire contenido en la muestra de suelo.
2. Aplique algunos métodos de separación de mezclas.
3. Desarrolle su capacidad de síntesis para la construcción de la V de Gowin.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Desarrolle la habilidad de diseñar hipótesis que respondan a las preguntas planteadas en el experimento.
2. Identifique alternativas que le permitan resolver el problema.
3. Maneje en forma adecuada el material y equipo de laboratorio.

### Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno una actitud:

1. Reflexiva, al averiguar los métodos más adecuados para conocer la cantidad de agua y aire contenida en una muestra de suelo.
2. De cooperación y compromiso en el desarrollo del trabajo en equipo.
3. De respeto a las ideas de sus compañeros.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Cuáles son los componentes del suelo?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### PLENARIA

El profesor solicitará a los alumnos que describan cuáles fueron los componentes que observaron en el suelo al obtener su muestra. Estas respuestas orientarán la discusión para destacar *que el suelo es un sistema complejo constituido por tres fases: sólida, líquida y gaseosa, cada una formada por diversos componentes que son importantes para los seres vivos.*

#### MAPA CONCEPTUAL

Con la información obtenida estructurar un mapa conceptual en forma colectiva o individual.

### ACTIVIDAD 2

#### DISEÑO EXPERIMENTAL (V DE GOWIN )

Para destacar la importancia de los componentes del suelo, se sugiere iniciar con la determinación del porcentaje de humedad y de aire en éste.

En esta actividad se plantea como estrategia de aprendizaje una V de Gowin, entendida como una ayuda para resolver un problema. En este caso, está orientada a elaborar un diseño experimental en la que el alumno señalará los criterios de orden, la construcción de tablas para registrar resultados, la síntesis de la información obtenida y las conclusiones del trabajo realizado.

#### METODOLOGÍA DE TRABAJO DE LABORATORIO E INVESTIGACIÓN

El profesor puede plantear algunas preguntas que orienten la reflexión del tema:

¿Cómo podrías conocer el porcentaje de agua que hay en una muestra de suelo?

¿Cómo se puede conocer la cantidad de aire que hay en el suelo?

Estas preguntas se anotarán en el centro de la V de Gowin como se muestra en el *anexo 1*. Además, en los *anexos 2 y 3* se presentan un diseño experimental y los procedimientos para responder las preguntas anteriores, sólo para el profesor.

Se dará suficiente libertad a los alumnos para que propongan y seleccionen los métodos más adecuados para determinar el porcentaje de humedad y de aire en el suelo. El profesor orientará a cada uno de los equipos, proporcionándoles las “pistas” más adecuadas, como por ejemplo, preguntando qué ocurre en la playa cuando una ola cubre la arena (“salen burbujas”), idea que los conducirá a pensar por qué sucede.

Vale la pena recordar que los alumnos aplicarán los aprendizajes trabajados en el semestre anterior referentes a métodos de separación de mezclas.

Los alumnos:

- Indicarán los datos que será necesario registrar.
- Seleccionarán los conceptos a investigar.
- Construirán las tablas de registros, describirán las transformaciones, emitirán los juicios de valor y las afirmaciones de conocimiento.

### ACTIVIDAD 3

#### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Cada equipo realizará la actividad experimental aplicando los procedimientos seleccionados para determinar el porcentaje de humedad y cantidad de aire en el suelo.

El profesor supervisará que los modelos matemáticos propuestos por los alumnos y los cálculos matemáticos sean adecuados.

Se propone como actividad de cierre, que en plenaria, se analicen los resultados obtenidos.

### ACTIVIDAD 4

#### INVESTIGACIÓN / MAPA MENTAL

Dejar como tarea una investigación bibliográfica acerca de la importancia del aire y el agua en el suelo y solicitarles a los alumnos elaborar un mapa mental con esta información, recordándoles que es conveniente utilizar colores, dibujos, claves (anexo 6 como un ejemplo).

## Evaluación

#### V DE GOWIN

Considerando que la *V de Gowin* es propuesta como una técnica para realizar un diseño experimental, la evaluación se realizará con una *rúbrica* en la cual se definen los criterios a evaluar (anexo 4).

#### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Evaluar la actividad experimental durante su desarrollo en el laboratorio utilizando la *rúbrica* que se propone en el anexo 5, la que permite valorar el desarrollo de habilidades referentes al manejo adecuado del material, sustancias y equipo (*las procedimentales*), así como algunas *actitudes* referentes al *trabajo en equipo* con el objeto de irlos mejorando (se anexan rúbricas).

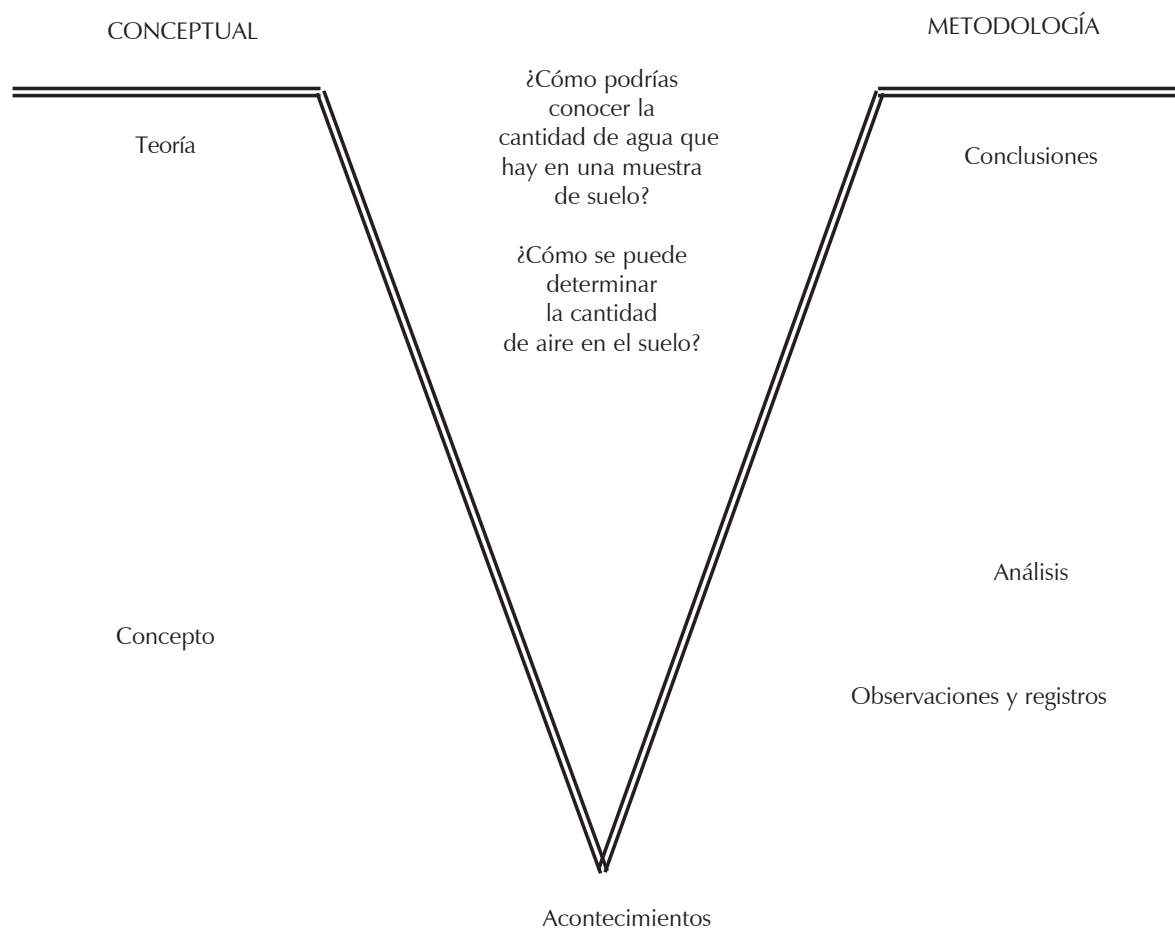
Es conveniente reproducir la *rúbrica* para que cada uno de los equipos cuente con ella y conozca los criterios que se considerarán para evaluar la actividad en el laboratorio.

#### MAPA MENTAL

Para evaluar el mapa mental, es importante recordar que toda representación de éste es correcta. Sin embargo, es conveniente considerar el uso de colores, símbolos, dirección de la construcción, ramificaciones y relaciones entre los conceptos.

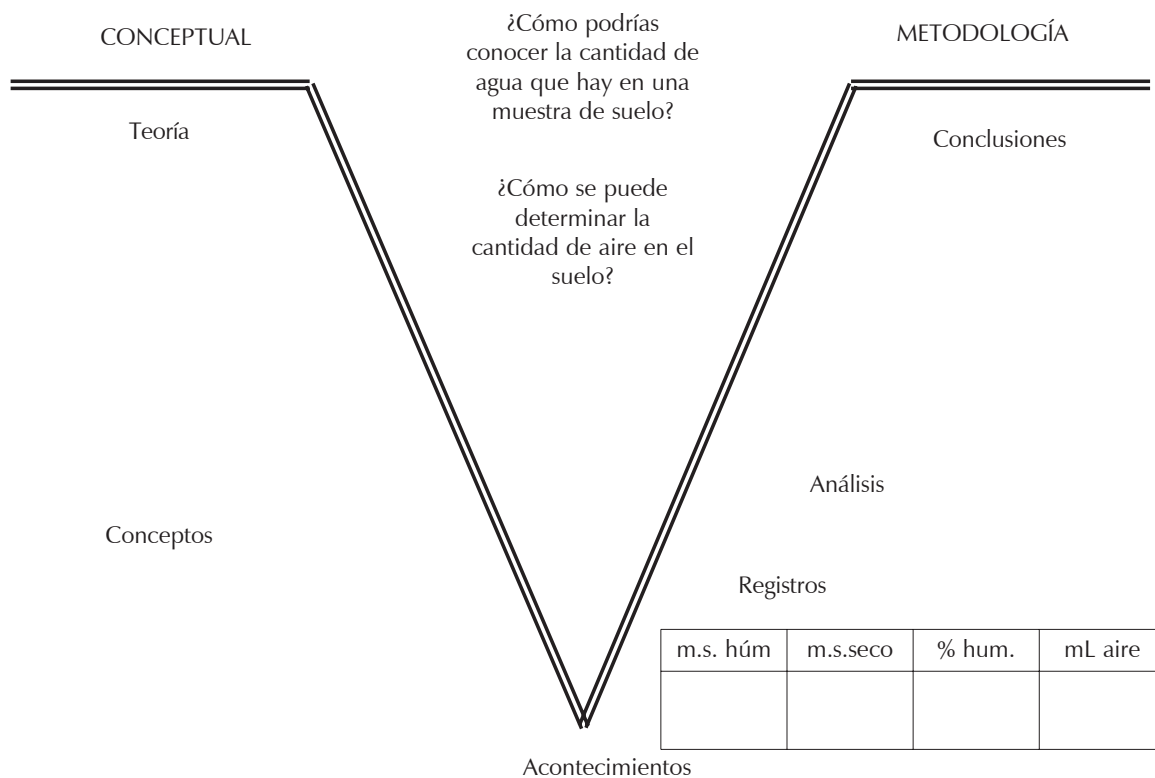


# ANEXO 1



## ANEXO 2

### V de Gowin: diseño experimental



PORCENTAJE DE HUMEDAD:

- \*Pesar una muestra de suelo húmedo
- \*Calentar hasta evaporar el agua
- \*Enfriar la muestra y pesar
- \*Calcular la diferencia y el % de humedad

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{ms húm} - \text{ms seco}}{\text{ms húmedo}} \times 100$$

m.s. húm = muestra de suelo húmeda  
m.s. seco = muestra de suelo seco

- \*Calcular la porosidad por desplazamiento de agua

#### VOLUMEN DEL AIRE

1. Medir 10 mL de suelo seco en una probeta de 25 mL, golpear suavemente la probeta sobre la mesa, registrar el volumen de suelo contenido  $V_1$  (probablemente disminuya una vez que se han eliminado los espacios más grandes)
2. Medir 15 mL de agua en una probeta de 50 mL ( $V_2$ )
3. Sumar el volumen  $V_1 + V_2 = V_3$
4. Verter la tierra en la probeta que contiene el agua, esperar 1 minuto y posteriormente registrar el volumen del contenido (agua-tierra)  $V_4$
5. Calcular la cantidad de aire de la siguiente forma:  
$$\text{Vol. Aire} = V_3 - V_4$$

#### NOTAS:

- El diseño experimental que se presenta en esta hoja sólo es para el profesor, porque los estudiantes realizarán el propio.
- Se recomienda una V de Gowin para cada pregunta.

## ANEXO 3

### Diseño experimental para el profesor DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AIRE EN EL SUELO

#### Procedimiento 1

- a) Verter en una probeta 5 mL de suelo seco.
- b) Golpear suavemente la probeta sobre un cuaderno (para asentar la tierra) y cerciorarse que sean 5 mL de suelo, de lo contrario adicionar la cantidad necesaria.
- c) Medir 10 mL de agua en otra probeta y adicionarla poco a poco en la probeta que contiene el suelo (puede ser con una pipeta), hasta observar brillo en la superficie (esto indica saturación de agua).
- d) Observar la cantidad de agua utilizada, ésta corresponde a la cantidad de aire contenida en la muestra de suelo.

#### Procedimiento 2

- a) Medir 10 mL de suelo seco en una probeta de 25 mL, golpear suavemente la probeta sobre la mesa, registrar el volumen de suelo contenido ( $V_1$ ). Probablemente disminuya una vez que se han eliminado los espacios más grandes
- b) Medir 15 mL de agua en una probeta de 50 mL ( $V_2$ )
- c) Sumar el volumen  $V_1 + V_2 = V_3$
- d) Verter la tierra en la probeta que contiene el agua, esperar 1 minuto y posteriormente registrar el volumen del contenido (agua + suelo)  $V_4$
- e) Calcular la cantidad de aire de la siguiente forma:  
$$\text{Vol. Aire} = V_3 - V_4$$



## ANEXO 4

### Rúbrica para evaluar DISEÑO EXPERIMENTAL CON LA V DE GOWIN

PRINCIPIANTES	INTERMEDIO	AVANZADO
La investigación de la teoría y de los conceptos es incompleta.	La investigación de la teoría y de los conceptos es adecuada.	La investigación de la teoría y de los conceptos es completa.
Indica sólo una o dos de los pasos a seguir.	Sintetiza los pasos a seguir de forma imprecisa.	Sintetiza en forma clara y precisa los pasos a seguir.
Los cálculos matemáticos son incorrectos.	Se indican algunos cálculos matemáticos, pero incompletos.	Indica todos los cálculos matemáticos necesarios.
Registra los datos en tablas, pero no indica unidades o simbología utilizada.	Registra los datos en tablas o cuadros con algunas unidades y/o simbologías.	Registra los datos en tablas o cuadros de acuerdo a las características de los mismos
Tiene dificultad para interpretar los datos registrados.	Interpreta algunos datos de las tablas o cuadros.	Interpreta los datos de las tablas o cuadros y establece relaciones entre ellos.
Identifica solamente los fenómenos y acontecimientos evidentes.	Identifica los fenómenos y acontecimientos, así como las relaciones entre ellos.	Identifica los fenómenos y acontecimientos, así como las relaciones entre ellos y establece inferencias con base a lo observado

Uso de la rúbrica: el profesor identificará el nivel en el que se encuentran trabajando sus alumnos, lo que le permitirá detectar en que aspecto deben mejorar.

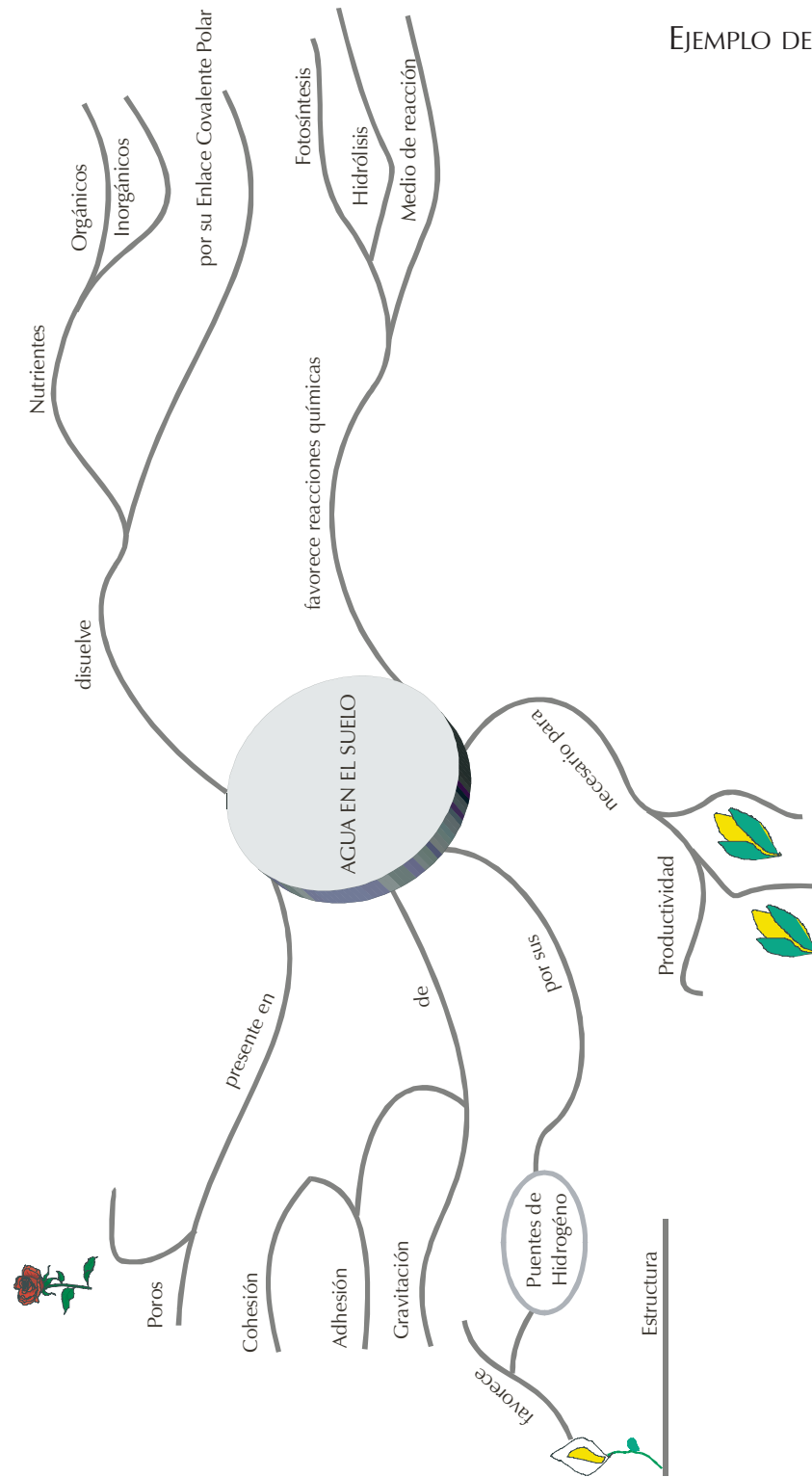
# ANEXO 5

## Rúbrica para evaluar ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN EL LABORATORIO

Criterios	Estándares		
	PRINCIPIANTE	INTERMEDIO	AVANZADO
MATERIAL DE LABORATORIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Desconoce el nombre del material.</li> <li>* Tiene algunas dificultades para utilizar de manera adecuada los instrumentos.</li> <li>* Desconoce la resolución de los instrumentos.</li> <li>* Pasa por alto la calibración de los instrumentos.</li> </ul>	Conoce el nombre del material. <ul style="list-style-type: none"> <li>* Utiliza de manera adecuada los instrumentos de medición.</li> <li>* Desconoce la resolución de los instrumentos.</li> <li>* Pide ayuda para calibrar los instrumentos de manera adecuada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Conoce el nombre del material.</li> <li>* Utiliza de manera adecuada los instrumentos de medición.</li> <li>* Conoce la resolución de los instrumentos de medición y, para indicar la lectura, se coloca en posición correcta.</li> <li>* Calibra los instrumentos de manera adecuada y lo verifica en cada medición.</li> </ul>
SUSTANCIAS QUÍMICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No sabe elegir correctamente la sustancia química que requiere.</li> <li>* Toma pocas precauciones para verter las sustancias.</li> <li>* No relaciona la fórmula con el nombre de la sustancia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Selecciona algunas sustancias correctamente y otras no.</li> <li>* Toma las precauciones pertinentes para verter las sustancias.</li> <li>* Relaciona algunas fórmulas con los nombres de las sustancias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sabe elegir correctamente las sustancias que requiere.</li> <li>* Toma las precauciones pertinentes para verter las sustancias.</li> <li>* Relaciona todas las fórmulas de las sustancias con sus nombres.</li> </ul>
ORGANIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sólo algunos integrantes participan activamente en el trabajo experimental.</li> <li>* El equipo es poco solidario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* La mayoría de los integrantes del equipo participan activamente en el trabajo experimental.</li> <li>* Existe solidaridad entre los integrantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Todos los integrantes del equipo participan activamente en el trabajo experimental.</li> <li>* Existe solidaridad y respeto entre los integrantes.</li> </ul>

# ANEXO 6

## EJEMPLO DE MAPA MENTAL



## Estrategia 3: Componentes de la fase sólida del suelo

---

### Introducción

Estudiar la fase sólida del suelo permitirá que los alumnos tengan un primer acercamiento al estudio de la *materia orgánica e inorgánica*, además de reforzar conceptos como *elemento y compuesto químico*. Observar que ambos materiales pueden coexistir en una sola fase y cumplir determinadas funciones, les ayudará a romper con esquemas como el de pensar que la materia orgánica está separada de la inorgánica.

### Objetivos

El alumno:

1. Reconozca a la parte sólida del suelo como una mezcla integrada por materia orgánica e inorgánica.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Reconozca la parte sólida del suelo como una mezcla formada por materia orgánica e inorgánica.
2. Describa algunas características de la materia orgánica e inorgánica.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Aumente su capacidad de observación y destreza en el manejo de equipo.
2. Incremente sus habilidades en la búsqueda de información en fuentes bibliográficas.
3. Incremente su capacidad para expresarse en forma oral y por escrito.

### Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Una actitud responsable frente a las tareas que le corresponda realizar en su equipo de trabajo.
2. De cooperación y compromiso en el desarrollo del trabajo en equipo.
3. Una actitud de respeto hacia sus compañeros de grupo y de equipo.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Cuáles son los componentes sólidos del suelo?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### RESOLUCIÓN DE CUESTIONARIO

Como tarea, los alumnos responderán a una serie de preguntas contenidas en el cuestionario del tema “Composición orgánica del suelo” (anexo 7). Asimismo, se hace referencia a los conceptos *elemento* y *compuesto químico*.

La revisión en clase a las respuestas a dichas preguntas permitirá aportar elementos teóricos sobre la composición de la materia orgánica y la importancia que ésta tiene en el suelo.

### ACTIVIDAD 2

#### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL (REPORTE CON V DE GOWIN)

*“Determinación del porcentaje de materia orgánica” (anexo 8)*

*Esta actividad será producto de las reflexiones realizadas en la actividad 1, y en ésta se propiciará la capacidad de observación de los alumnos.*

Observarán a simple vista y al microscopio una muestra de suelo, describirán sus componentes, y a partir de sus descripciones, concluirán que la fase sólida del suelo está constituida por materia orgánica e inorgánica, destacando las características generales de la primera.

A través de una actividad experimental que se incluye en este paquete como sugerencia al profesor, podrán calcular el porcentaje de materia orgánica.

Este experimento será reportado a través de una V de Gowin, por lo que será necesario que los alumnos hagan la *transferencia* del formato de la actividad experimental a la V.

## Evaluación

Sugerimos reproducir la rúbrica para que los estudiantes la conozcan y la tengan disponible para cada una de las actividades experimentales que realicen a lo largo del semestre, o bien la escriban en diferentes tarjetas.

*El uso constante, por parte de los alumnos, de dicha rúbrica, los alentará a mejorar su trabajo en el laboratorio, además de cumplir una función de retroalimentación.*

Es importante señalar que el profesor no sólo registrará la evaluación en la tarjeta, sino será necesario que durante el desarrollo de la actividad experimental haga los señalamientos pertinentes en cuanto al manejo adecuado del material, equipo y sustancias.

Este modo de evaluar permite que sean ellos quienes corrijan a sus compañeros y los orienten hacia el logro de mejores habilidades, a la vez que obtienen mayores puntajes.

El *reporte experimental* será evaluado individualmente; recuérdese que se reportará en V de Gowin.

# ANEXO 7

## Guía de investigación COMPOSICIÓN ORGÁNICA DEL SUELO

La fase sólida del suelo está constituida por dos componentes, los orgánicos y los inorgánicos. A su vez, la parte orgánica está formada por los residuos de vegetales y animales que se encuentran en diferentes grados de descomposición, lo que es causado por la presencia de microorganismos. La inorgánica la constituyen el conjunto de minerales que se estudiarán más adelante.

Cuando la mayor parte de la materia orgánica se ha degradado a sus componentes más simples se le nombra *humus*, el cual es una mezcla de diversas sustancias en la que se integran partículas de diferentes tamaños entre los que se encuentran los coloides. Estos pueden intercambiar iones, ayudan a la formación del suelo y también retienen gran cantidad de agua y de nutrientes.

Existen otros microorganismos que se encargan de fijar el nitrógeno del aire atmosférico al suelo, transformándolo en compuestos inorgánicos simples y solubles, por ejemplo, el amoníaco y los nitratos. Estos últimos son absorbidos por las raíces de las plantas para la fabricación de sustancias como las proteínas.

### Investigación

*Indicaciones:* responde cada una de las siguientes preguntas y después analiza tus respuestas con tu equipo de trabajo, y por último, con todo tu grupo.

1. Realiza un cuadro comparativo en el que indiques las características representativas de las sustancias orgánicas y de las sustancias inorgánicas.

#### Características

SUSTANCIAS ORGÁNICAS	SUSTANCIAS INORGÁNICAS

2. Investiga cinco de los compuestos químicos presentes en la materia orgánica.

---

---

3. De los compuestos químicos investigados, indica el nombre y símbolo de los elementos presentes en ellos.

---

---

4. Señala cinco funciones que desempeña la materia orgánica en el suelo.

- a. 

---
- b. 

---
- c. 

---
- d. 

---
- e. 

---

5. Investiga el concepto de humus y explícalo.

---

---

6. Menciona cuatro de los compuestos químicos que contiene el humus.

---

---

7. Realiza en la parte posterior de esta hoja un mapa conceptual acerca de la composición orgánica del suelo.

---

---



## ANEXO 8

### Actividad experimental

#### DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA

##### Objetivos

- Observar y describir las características de los componentes de la fase sólida del suelo.
- Calcular el porcentaje de materia orgánica de diversas muestras de suelo.

##### Materiales

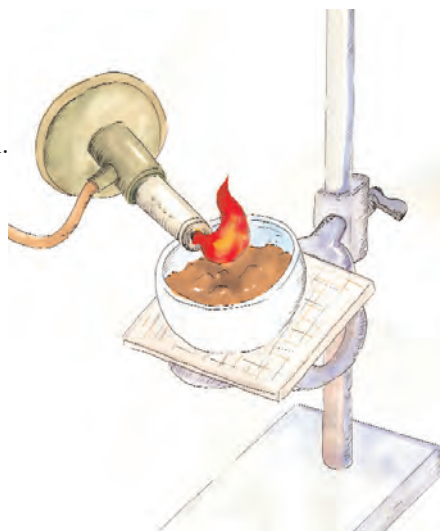
Cápsula de porcelana  
 Mechero bunsen  
 Balanza  
 Soporte universal con anillo y rejilla de asbesto  
 Pinzas para crisol

##### Sustancias

10 g de suelo seco

##### Procedimiento

1. Pesar 10g de suelo seco en una cápsula de porcelana.



2. Prender el mechero y con precaución colocar la llama directamente sobre la muestra de suelo como se indica en el esquema; permitir la calcinación durante 15 minutos, aproximadamente. En caso de que la muestra de suelo posea un alto contenido de hojarasca, el tiempo se prolongará lo suficiente hasta su total calcinación.
3. Dejar enfriar la muestra y posteriormente pesarla. Registrar la variación de la masa.
4. Calcular el porcentaje de materia orgánica (MO) con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ MO} = \frac{\text{masa de suelo seco} - \text{masa de suelo calcinado}}{\text{masa de suelo seco}} \times 100$$

% MO: porcentaje de materia orgánica

*Registro de resultados*

MUESTRA DE SUELO	MASA DE SUELO SECO (g)	MASA DE SUELO CALCINADO (g)	% DE MATERIA ORGÁNICA

*Análisis de resultados*

---



---



---



---

*Conclusiones*

---



---



---



---

## Estrategia 4: Fase inorgánica del suelo

---

### Introducción

La *materia inorgánica* del suelo está constituida por *minerales*, sustancias que son importantes porque aportan nutrientes para las plantas y desempeñan funciones esenciales para ellas. El estudio de su composición química permitirá abordar contenidos relacionados con la *clasificación de compuestos químicos inorgánicos (óxidos, hidróxidos, sales, ácidos)*, así como la *clasificación de las sales* y su respectiva *nomenclatura química*.

Es importante destacar que esta estrategia se llevará a cabo en varias sesiones; es necesario el trabajo de supervisión y explicación del profesor con relación a la clasificación y nomenclatura de los compuestos químicos.

### Objetivos

El alumno:

1. Señalará cuáles son los cationes y los aniones más comunes que están presentes en la parte inorgánica del suelo.
2. Reconocerá que los compuestos inorgánicos se clasifican en óxidos, hidróxidos, ácidos y sales.
3. Aplicará el concepto ion a la composición de sales.
4. Clasificará a las sales en carbonatos, sulfatos, nitratos, fosfatos, cloruros y silicatos.
5. Nombrará a los compuestos estudiados aplicando las reglas de la IUPAC.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Identifique y clasifique las fórmulas de los compuestos de acuerdo a su función química en óxidos, hidróxidos, ácidos y sales.
2. Clasifique a las sales en nitratos, carbonatos, sulfuros, sulfatos, fosfatos y cloruros.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Aumente su capacidad de observación y destreza en el manejo de equipo de laboratorio al realizar experimentos.
2. Realice predicciones de los fenómenos que estudiará.
3. Incremente su capacidad para expresarse en forma oral y por escrito.

## Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. La cooperación y solidaridad en el trabajo realizado durante las actividades experimentales.
2. Compromiso y responsabilidad para cumplir las tareas asignadas.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿De qué está constituida la parte inorgánica del suelo?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### LECTURA

Entregar a los alumnos un ejemplar de la lectura “Compuestos inorgánicos del suelo” (anexo 9). Es conveniente dejar de tarea la lectura y resolución de los *ejercicios del Bloque 1 y 2* (anexo 9), referentes a resolver un cuestionario que permita identificar a los minerales como compuestos químicos y sus características; así como las funciones químicas que presentan.

En clase será necesario revisar el tema, tomando como guía de discusión la lectura y la solución de los ejercicios para *aclarar dudas*, integrar nuevos ejercicios, o bien estructurar un mapa mental, en equipo o grupal, acerca de las funciones químicas.

El segundo bloque de ejercicios es relativo a la clasificación de las sales en sulfatos, carbonatos, nitratos, cloruros, entre otros. Con ello se podrá introducir los conceptos de *ion*, *iones poliatómicos*, *anión* y *catión*.

### ACTIVIDAD 2

#### EXPERIMENTO DEMOSTRATIVO

Con los antecedentes de la actividad anterior podrá plantearse la posibilidad de conocer o identificar algunas de las sustancias inorgánicas presentes en el suelo. Para ello se sugiere un experimento demostrativo que despierte el interés de los alumnos.

A la vista de los alumnos, el profesor realizará lo siguiente: introducir los electrodos de un aparato de conductividad en (1) el agua desionizada y equipo perfectamente limpio (2) el suelo y equipo perfectamente secos, (3) el suelo con el agua. El foco prende y surge la pregunta *¿Por qué prende el foco?*

A partir de las ideas aportadas por los alumnos, se orientará la discusión que los lleve a concluir la importancia de la presencia de partículas con carga (*iones*) en el suelo. El maestro preguntará: *¿Qué iones están presentes en el suelo?* Esto permite establecer el marco para realizar la actividad experimental “Identificación de aniones y cationes en el suelo”.

## ACTIVIDAD 3

### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

La realización de esta actividad permitirá que durante la discusión de los resultados se comprendan contenidos relacionados con la *reacción química y nomenclatura química*.

Se llevará a cabo la *Identificación de aniones y cationes (anexo 10)*. Se sugiere realizarlo en dos sesiones y evaluar, durante su desarrollo, las habilidades procedimentales.

*Motivar la discusión en equipo y grupal sobre el proceso seguido y construir conjuntamente, el profesor y los alumnos, las respuestas a las preguntas planteadas en este experimento.*

El profesor explicará algunas reacciones químicas que se llevarán a cabo en el experimento y solicitará escriban las reacciones utilizando el lenguaje químico apropiado.

## ACTIVIDAD 4

### EXPOSICIÓN DEL PROFESOR(A) Y EJERCICIOS

Considerando que la lectura "*Compuestos inorgánicos en el suelo*" es dosificada, se dejará como tarea los ejercicios del bloque 3 (*anexo 11*), que consiste en clasificar a los minerales de acuerdo a al anión presente en ellos.

Enseguida se les proporcionará a los estudiantes una nueva lectura ("*Compuestos químicos: sus aniones y cationes*") (*anexo 12*), que está relacionada con la *nomenclatura química de sales* y la combinación de *aniones con cationes aplicando el concepto de número de oxidación*. Será necesario que el profesor les recuerde cómo se combinan éstos, para formar compuestos químicos.

Para reforzar este aprendizaje, es conveniente que los alumnos completen la tabla de iones más comunes que está incluida en el *anexo 12*. Con esta información construirán un material didáctico de utilidad como es el *disco de aniones y cationes*, (*anexo 13*).

### EJERCICIOS CON DISCO

Los alumnos resolverán los ejercicios del *anexo 14*, referentes a la lectura y escritura de fórmulas químicas de compuestos, auxiliándose del disco de aniones y cationes. Se realizarán tantos ejercicios como el profesor considere conveniente.

### EJERCICIOS ELABORADOS POR LOS ALUMNOS

Una de las actividades que permiten lograr un aprendizaje más perdurable son los ejercicios que el estudiante construya, resuelva, intercambie y califique.

## Evaluación

Se sugiere tomar como instrumentos de evaluación las siguientes actividades:

*Los ejercicios propuestos en las actividades de los diferentes bloques incluidos en la lectura.*

*La actividad experimental con la rúbrica respectiva.* La cantidad de procedimientos por realizar permiten evaluar las habilidades adquiridas en cuanto al manejo del material, equipo y sustancias del laboratorio, así como el seguimiento de instrucciones. También permite evaluar algunas actitudes.

*La evaluación de los ejercicios elaborados por los alumnos* será importante, ya que es una manera de valorar qué tanto lograron comprender.

## ANEXO 9

Lectura para alumnos  
COMPOSICIÓN INORGÁNICA DEL SUELO

El 98% de la corteza terrestre está formada por ocho elementos químicos (Tabla 1), de los cuales el silicio y el oxígeno constituyen el 75%. En el 25% restante podemos encontrar más de 90 elementos químicos en menor cantidad. La gran mayoría se encuentran combinados químicamente, formando más de 2 mil minerales.

Oxígeno	46.6%
Silicio	27.7%
Aluminio	8.1%
Hierro	5.0%
Calcio	3.6%
Sodio	2.8%
Potasio	2.6%
Magnesio	2.1%

TABLA 1. Los ocho elementos de la corteza terrestre que se encuentran en un porcentaje superior a 1%.

## Minerales

Los minerales son sustancias inorgánicas naturales que poseen estructuras atómicas y composiciones químicas definidas. La mayor parte de los minerales están constituidos por dos o más elementos, formando compuestos químicos. Sin embargo, aunque existen aquellos que contienen un sólo elemento, como es el caso del carbono, el cual se puede encontrar en forma de grafito o diamante. Algunos de estos minerales presentan fórmulas químicas sencillas, pero las fórmulas de otros son más complejas.

Una de las clasificaciones importantes de los minerales es, de acuerdo a su *función química*, en *óxidos*, *hidróxidos*, *sales*. Éstas últimas se dividen en *oxisales* y *haluros o hidrasales*. Algunas de ellas poseen moléculas de agua dentro de su estructura química, por lo que reciben el nombre de *sales hidratadas*.

En la siguiente tabla se presentan las fórmulas químicas de algunos minerales. Consúltala para poder realizar los ejercicios que posteriormente se te solicitan.

MINERAL	FÓRMULA QUÍMICA	MINERAL	FÓRMULA QUÍMICA
RUTILO	$\text{TiO}_2$	FLUORITA	$\text{CaF}_2$
HEMATITA	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	VIVIANITA	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
GIBSITA	$\text{Al}(\text{OH})_3$	CROCOITA	$\text{PbCrO}_4$
CORINDON	$\text{Al}_2\text{O}_3$	NITRATO	$\text{NaNO}_3$
MAGNETITA	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	GALENA	$\text{PbSO}_3$
PIROLUSITA	$\text{MnO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$	MILLERITA	$\text{NiS}$
RODOCROSITA	$\text{MnCO}_3$	ARGENTITA	$\text{Ag}_2\text{S}$
ALABANDITA	$\text{MnS}$	ANGLESITA	$\text{PbSO}_4$
CUARZO	$\text{SiO}_2$	EPSONITA	$\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
SÍLICE SOLUBLE	$\text{Si}(\text{OH})_4$	MELANTERITA	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
CALCITA	$\text{CaCO}_3$	BISMUTITA	$\text{Bi}_2\text{SO}_3$
YESO	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CARNALITA	$\text{MgCl}_2$
CRISTALINO	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	CALCOSINA	$\text{Cu}_2\text{S}$
SIDERITA	$\text{FeCO}_3$	ANTIMONITA	$\text{Sb}_2\text{S}_3$
PIRITA	$\text{FeS}_2$	MONACITA	$\text{CePO}_4$
MAGNESITA	$\text{MgCO}_3$	CALCONITA	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
LIMONITA	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	ANHIDRITA	$\text{CaSO}_4$
OLIVINO	$\text{MgSiO}_4$	BARITINA	$\text{BaSO}_4$
ESPINELAS	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$	PIRROTINA	$\text{FeS}$
HALITA	$\text{NaCl}$	SILVITA	$\text{KCl}$

TABLA 2. Nombres de minerales y su fórmula química

## Ejercicios bloque 1

### Cuestionario de investigación

Investiga a qué se le llama parte inorgánica del suelo y por qué recibe ese nombre.

---



---



---



---

De acuerdo a la definición de mineral, explica por qué son considerados compuestos. Para ello, consulta las características de los compuestos químicos.

---



---



## 1. Ejercicios

Instrucciones: Escribe las *características de los compuestos químicos* en cuanto a lo siguiente:

a) Número de elementos que los constituyen.

---



---

b) Métodos de separación de sus componentes.

---



---

c) Formas de unión de sus elementos para que sea un compuesto químico.

---

d) ¿Por qué hay manifestación de energía en la formación o ruptura de un compuesto?

---

e) Escribe el concepto de elemento químico.

---

f) A partir de su fórmula química, ¿cómo podrías diferenciar un óxido de un hidróxido?

---

g) A partir de su fórmula química, ¿cómo puedes reconocer a una SAL?

---

h) ¿Qué elementos están presentes en una oxisal? Indica un ejemplo de este tipo de compuesto.

---

i) ¿Qué elementos están presentes en un haluro? Indica un ejemplo de este tipo de compuesto.

---

## 2. Ejercicios

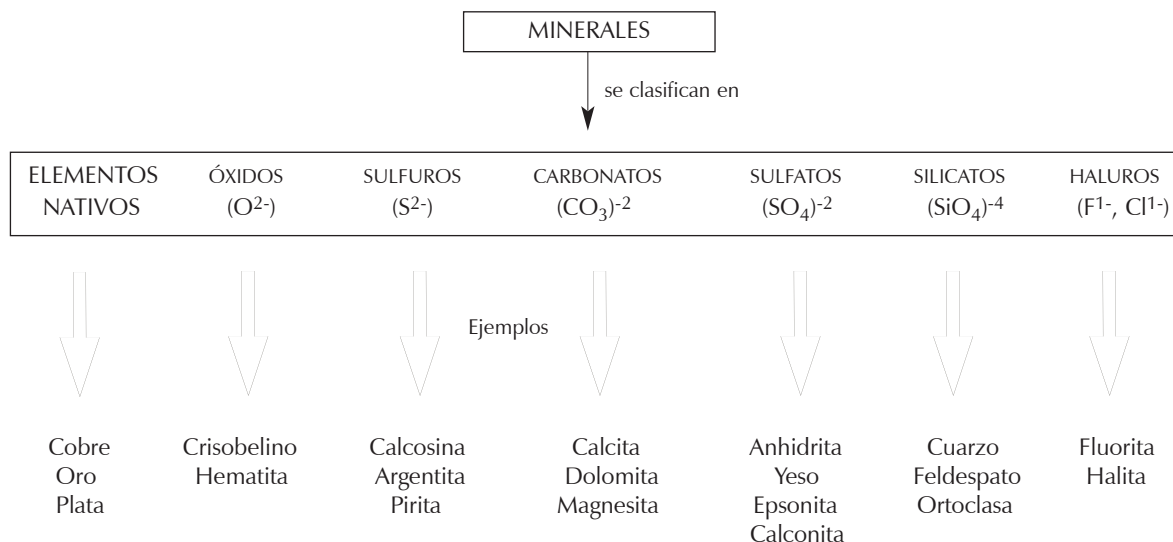
Instrucciones: Señala la *función química* a la cual corresponde cada uno de los minerales que siguen; para ello, consulta la tabla 2 (óxido, sal, sal hidratada, hidróxido, óxido hidratado). Se integra un ejemplo:

NOMBRE	FÓRMULA QUÍMICA	FUNCIÓN QUÍMICA
MAGNESITA	$MgCO_3$	OXISAL
GIBSITA		
GALENA		
YESO		
CALCITA		
HALITA		
CUARZO		
PIRITA		
HEMATITA		
MELANTERITA		
OLIVINO		
SILVITA		
FLUORITA		
MAGNESITA		
ANTIMONITA		
LIMONITA		
CORINDON		
ARGENTITA		

Las rocas que se encuentran en la corteza terrestre están constituidas por mezclas de minerales, y algunas por un solo mineral. Lo mismo sucede con el suelo, ya que éste es parte de la corteza terrestre.

Las rocas se clasifican en ígneas, metamórficas y sedimentarias; de las últimas, un ejemplo es la caliza, la cual está formada por una mezcla de carbonatos de calcio y magnesio en proporciones variables. Los minerales dominantes en estas rocas son feldespato, anfíbol, piroxeno, cuarzo, arcilla, mica, limonita y carbonatos minerales.

La gran variedad de minerales del suelo, y en general de la corteza, se encuentran en forma de sales y se clasifican de acuerdo al *anión* presente en su estructura química, de tal forma que hay *sulfuros*, *carbonatos*, *fosfatos*, *nitratos*, *silicatos* y *óxidos*, como puede observarse en el esquema siguiente:



Los *sulfuros* resultan de la combinación de *azufre* con *no metales* y metaloides como *As, Sb, Bi, Se, y Te*, por ejemplo, Argentita Ag<sub>2</sub>S y Calcosina Cu<sub>2</sub>S. Las características de estos minerales es que poseen aspecto metálico, peso específico elevado y opacidad.

Los *haluros*, que resultan de la combinación de *metales* con *no metales* tienen una composición química sencilla, son incoloros, con poca dureza, solubles en agua y aspecto salino, por ejemplo Fluorita CaF<sub>2</sub>, halita NaCl.

Los *óxidos* poseen una estructura compleja en la que los oxígenos se disponen formando estructuras tetraédricas u octaédricas. Entre estas estructuras están inmersos metales como Mg, Zn, Fe, Al, Cr, o Mn. Ejemplo de estos minerales son las espinelas, magnetita, crisobelino.

Los *carbonatos* tienen como fórmula general R-CO<sub>3</sub>, (ión carbonato) donde R puede corresponder a los metales: Ca, Mg, Zn, Fe, Al, Co, Sr, Ba o Pb. El *catión* (metal) determina la estructura del mineral, son incoloros o blancos, poseen poca dureza, *producen efervescencia al tratarlos con ácido y desprenden CO<sub>2</sub>*. Algunos ejemplos de estos minerales son Magnesita MgCO<sub>3</sub> y dolomita MnCO<sub>3</sub>.

Los *sulfatos* pueden ser *anhidros*, es decir, sin agua en su estructura, tales como Anhidrita CaSO<sub>4</sub>, celestina SrSO<sub>4</sub>, entre otros. Presentan un aspecto no metálico, poca dureza y una composición típicamente tetraédrica.

Los *sulfatos hidratados*, llamados antiguamente vitriolos, son sulfatos de Mg, Fe, Zn, Cu, Co, y Mn. Contienen en su estructura *moléculas de agua*. Algunos, al perderla, cambian de color si lo poseen, y lo recuperan al hidratarse; son solubles en agua. Ejemplos de estos minerales son eponita MgSO<sub>4</sub> • 5 H<sub>2</sub>O, calconita CuSO<sub>4</sub> • 5 H<sub>2</sub>O (es azul cuando está hidratada y blanca cuando pierde agua).

Los *fosfatos* poseen una estructura cristalina, constituida por tetraedros que contienen P, As y V. Pueden estar con oxidrilos, agua de cristalización, o simplemente de adsorción. Ejemplo de esos minerales son Monacita, CePO<sub>4</sub>, y Vivianita, Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • 8 H<sub>2</sub>O .

Los *silicatos* son los componentes más importantes de las rocas, constituyen el 95% de la corteza terrestre.

Los minerales pueden estar formados por la misma clase de elementos y presentar diferentes características. Esta variación depende de la temperatura a la cual cristaliza, lo que determina la forma que adquiere el cristal. Así por ejemplo, la calcosina rómbica, Cu<sub>2</sub>S, se forma por debajo de los 103° C, y la Cu<sub>2</sub>S se forma arriba de los 103° C.

# ANEXO 10

## Actividad experimental IDENTIFICACIÓN DE ANIONES Y CATIONES

“Identificación de cationes y aniones”, técnica retomada del libro “Manual de Actividades Experimentales” pág. 42 a 45, de los autores: Alvarez R. Ubaldina, et.al.

### Objetivo

---

---

### Hipótesis

---

---

### Material y sustancias

<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>

### Procedimientos

#### 1. Extracción acuosa de la muestra de suelo

Pesa 10 g de suelo previamente seco al aire y tamízalo a través de una malla de 2 mm. Introduce la muestra en un matraz y agrega 50 mL de agua destilada. Tapa el matraz y agita el contenido de 3 a 5 minutos. Filtra el extracto, y en caso de que éste sea turbio, repite la operación utilizando el mismo filtro. Al concluir la filtración tapa el matraz.

#### 2. Cloruros

*Testigo:* en un tubo de ensayo coloca 2 mL de agua destilada y agrega algunos (pocos) cristales de algún cloruro; puede ser de sodio o potasio. Agita hasta disolver y agrega unas gotas de solución de  $\text{AgNO}_3$  0.1N. Observarás la formación de un precipitado blanco, que se ennegrecerá al pasar unos minutos. Esta reacción química es característica de este ion.

*Muestra de suelo:* en un tubo de ensayo coloca 2 mL del filtrado.  
 Agrega unas gotas de ácido nítrico diluido hasta eliminar la efervescencia.  
 Agrega unas gotas de solución de  $\text{AgNO}_3$  0.1N. Compara con tu muestra testigo.

### 3. Sulfatos

*Testigo:* en un tubo de ensayo, coloca 2mL de agua destilada y agrega pocos cristales de algún sulfato, puede ser de sodio, potasio. Adiciona unas gotas de cloruro de bario al 10%. *Observarás una turbidez, que se ennegrecerá al pasar unos minutos.*

*Muestra de suelo:* en un tubo de ensayo, coloca 2mL de filtrado.  
 Adiciona unas gotas de cloruro de bario al 10 %. Compara con tu muestra testigo.

### 4. Carbonatos

*Testigo:* en un vidrio de reloj, coloca un poco de carbonato de calcio y adiciona unas gotas de ácido clorhídrico diluido. Observarás *efervescencia* por la presencia de carbonatos.

*Muestra de suelo:* en un vidrio de reloj, coloca un poco de la muestra de suelo seco. Adiciona unas gotas de ácido clorhídrico diluido. Compara con tu muestra testigo.

### 5. Sulfuros

*Testigo:* en un tubo de ensayo coloca 2mL de agua destilada y agrega algunos cristales de algún sulfuro. Adiciona unas gotas de cloruro de bario al 10% y un exceso de ácido clorhídrico. *Observarás que se forma una turbidez, que con el paso del tiempo se ennegrecerá.*

*Muestra:* coloca 2 mL de filtrado en un tubo de ensayo.  
 Agrega tres gotas de solución de cloruro de bario al 10% y un exceso de ácido clorhídrico.  
 Compara con tu muestra testigo.

### 6. Calcio

Introduce un alambre de nicromel en el extracto de suelo y acércalo a la flama. Si se obtiene una *flama color naranja intenso* indica la presencia de este catión.

### 7. Sodio

Coloca 1 g de suelo seco y tamizado en un tubo de ensayo.  
 Disuelve la muestra con 5 mL de solución de ácido clorhídrico (1:1).  
 Introduce el alambre de nicromel y humedéclo en la solución, llévalo a la flama, si ésta se *colorea de amarillo* indicará la presencia de sodio.

### 8. Potasio

Coloca 1 g de suelo seco y tamizado en un tubo de ensayo.  
 Agrega 20 mL de acetato de sodio 1N y agita 5 minutos.  
 Filtra la suspensión, toma un alambre de nicromel, humedéclo en esta suspensión y llévalo a la flama.  
 Si hay presencia de iones potasio se obtiene una *flama color violeta*.

## 9. Nitratos

*Testigo:* coloca 2 mL de agua destilada en un tubo de ensayo, adiciona algunos cristallitos de nitrato de sodio, y agita para disolver. Añade gota a gota  $\text{H}_2\text{SO}_4$  3M hasta acidificar (verificar acidez con papel tornasol).

Agrega 2 mL de solución saturada de  $\text{FeSO}_4$ . Inclina el tubo  $45^\circ$  y añade despacio y resbalando por las paredes 1 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado. PRECAUCIÓN: ESTA REACCIÓN ES FUERTEMENTE EXOTÉRMICA. Evitar agitación innecesaria.

Deja reposar unos minutos y observa la *formación de un anillo café*.

*Muestra:* coloca 2 mL de filtrado de suelo en un tubo de ensayo. Añade gota a gota  $\text{H}_2\text{SO}_4$  3M hasta acidificar (verificar acidez con papel tornasol).

Agrega 2 mL de solución saturada de  $\text{FeSO}_4$ . Inclina el tubo  $45^\circ$ , añadir despacio y resbalando por las paredes, 1 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado. Sigue las indicaciones de la muestra testigo y compárala.

## Observaciones

---



---



---



---

## Resultados

MUESTRA DE SUELO	CLORUROS	SULFATOS	CARBONATOS	SULFUROS	NITRATOS	SODIO	POTASIO	CALCIO

## Análisis de resultados

---



---



---

### Conclusiones

---

---

---

---

### Investiga

1. ¿Qué es un anión?

---

---

2. ¿Qué es un catión?

---

---

3. Indica los *cationes* identificados en las muestras de suelo.

---

---

4. Indica los *aniones* identificados en las muestras de suelo.

---

---

5. ¿Qué es el número de oxidación?

---

---

6. ¿Para qué es útil conocer el número de oxidación de un átomo?

---

---

## Ejercicio

Escribe *todas* las reacciones químicas que se llevaron a cabo de las muestras testigo (excepto nitratos) y *balancéalas por inspección*.

Es necesario que utilices toda la simbología química necesaria en las ecuaciones. Así, por ejemplo, (s) significa sólido, ↓ precipita; y (ac) solución acuosa.

*Reacciones de identificación de cloruros:*

Ejemplo:



*Reacciones de identificación de sulfatos:*

*Reacciones de identificación de sulfuros:*

*Reacciones de identificación de carbonatos:*

Escribe al menos dos *posibles reacciones* que se llevaron a cabo en las muestras de suelo en la identificación de cloruros, dos para sulfatos, dos para carbonatos y dos para sulfuros.



Bloque 3

Ejercicio 4

Consulta la tabla Número 2, selecciona los minerales que son sales y clasifícalas de acuerdo al *anión* presente en su estructura (Sulfatos [SO<sub>4</sub> ], Nitratos [NO<sub>3</sub>], Sulfuros [S]).

NOMBRE	FÓRMULA QUÍMICA	IÓN
Magnesita	MgCO <sub>3</sub>	Carbonato

## ANEXO 12

### Número de oxidación

El *número de oxidación* (que a veces se llama estado de oxidación) es el número de cargas que tiene un átomo en una molécula, si los electrones fueran transferidos completamente. Este sistema, ideado por los químicos, es útil para saber el número de electrones ganados, *perdidos o compartidos* desigualmente por dicho átomo. Los números de oxidación pueden ser cero, positivos o negativos.

Cuando el número de oxidación es cero, se considera que el átomo es eléctricamente neutro, si es positivo significa que el átomo ha perdido electrones y si es negativo el átomo tiene más electrones debido a que los ha ganado, por lo que se dice, en ambos casos, que han adquirido carga eléctrica. Estos átomos cargados se llaman *iones*. Un ión formado por más de un átomo es un *ión poliatómico*.

El número de oxidación es muy importante porque puede utilizarse para escribir *fórmulas químicas* correctas y describir reacciones químicas. Los iones y átomos siempre se combinan en proporciones definidas. Los números de oxidación de los elementos y las cargas de los iones poliatómicos indican estas relaciones de combinación.

A continuación se presenta una lista de los elementos más comunes con sus respectivos números de oxidación.

*Tabla de iones positivos (cationes)*

MONOVALENTES		DIVALENTES			TRIVALENTES		TETRAVALENTES
Na <sup>1+</sup>	Hg <sup>1+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Co <sup>3+</sup>	Pb <sup>4+</sup>
K <sup>1+</sup>	Ag <sup>1+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	B <sup>3+</sup>	Sn <sup>4+</sup>
Rb <sup>1+</sup>	Au <sup>1+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cr <sup>2+</sup>	Be <sup>2+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Bi <sup>3+</sup>	
Cs <sup>1+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>1+</sup>	Ra <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Au <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	
Li <sup>1+</sup>	H <sup>1+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Mn <sup>3+</sup>		
Cu <sup>1+</sup>	H <sub>3</sub> O <sup>1+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>		Ni <sup>3+</sup>		

A los elementos con número de oxidación positivo los consideramos iones positivos, denominados *cationes*, y a los elementos o grupos de ellos con número de oxidación negativo, los consideramos *iones negativos*, denominados *aniones*.

*Los iones negativos constituidos por un grupo de elementos también se conocen como radicales.*

A continuación se anexa la lista de estos iones.

$\text{CO}_3^{2-}$	Carbonato	$\text{NO}_2^{1-}$	Nitrito	$\text{O}^{2-}$	Óxido
$\text{HCO}_3^{1-}$	Bicarbonato	$\text{NO}_3^{1-}$	Nitrato	$\text{OH}^{1-}$	Hidróxido
$\text{SiO}_3^{2-}$	Silicato	$\text{P}^{3-}$	Fosfuro	$\text{S}^{2-}$	Sulfuro
$\text{ClO}^{1-}$	Hipoclorito	$\text{BrO}^{1-}$	Hipobromito	$\text{IO}^{1-}$	Hipoyodito
$\text{ClO}_2^{1-}$	Clorito	$\text{BrO}_2^{1-}$	Bromito	$\text{IO}_2^{1-}$	Yodito
$\text{ClO}_3^{1-}$	Clorato	$\text{BrO}_3^{1-}$	Bromato	$\text{IO}_3^{1-}$	Yodato
$\text{ClO}_4^{1-}$	Perclorato	$\text{BrO}_4^{1-}$	Perbromato	$\text{IO}_4^{1-}$	Peryodato
$\text{SO}_3^{2-}$	Sulfito	$\text{CrO}_4^{2-}$	Cromato	$\text{PO}_4^{3-}$	Fosfato
$\text{SO}_4^{2-}$	Sulfato	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Dicromato	$\text{PO}_3^{3-}$	Fosfito
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Tiosulfato	$\text{F}^{1-}$	Fluoruro	$\text{CN}^{1-}$	Cianuro

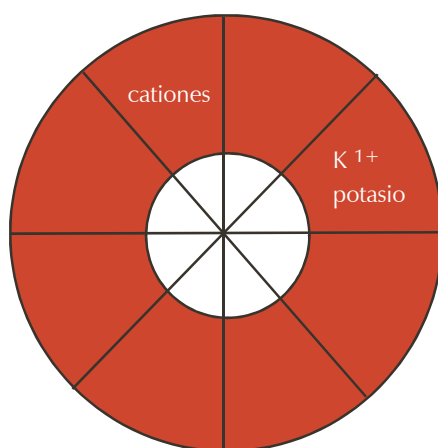
Con esta lista de aniones y cationes construirás un disco que te servirá como una herramienta que te facilitará el trabajo para escribir fórmulas de compuestos químicos y realizar una cantidad suficiente de ejercicios.

## ANEXO 13

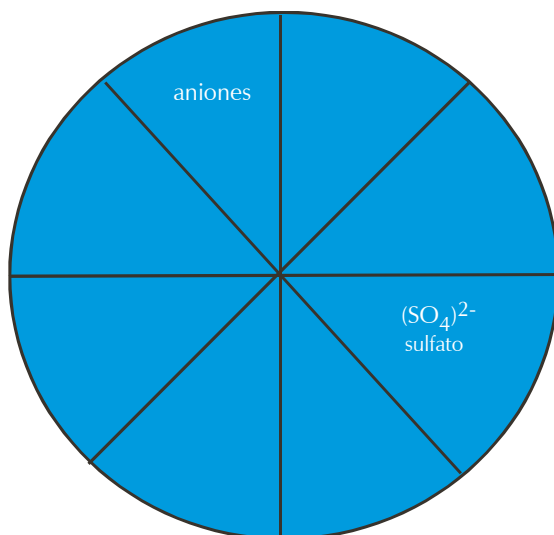
### Elaboración del disco de aniones y cationes

Para realizar el disco, procederás de la siguiente manera:

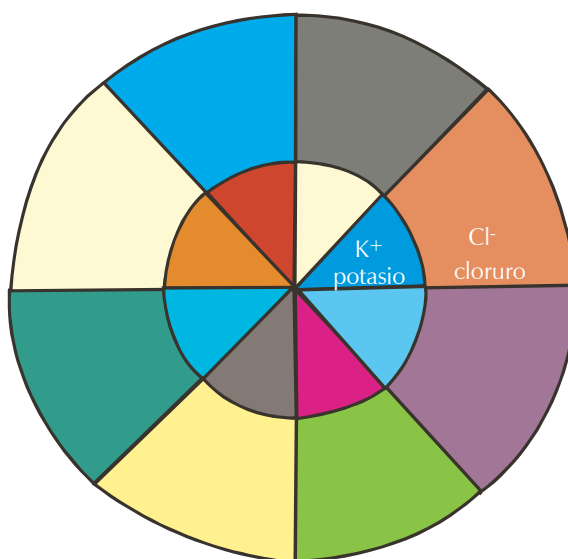
- 1) Corta dos círculos de cartulina, uno de 13 cm, aproximadamente, y otro de 22 cm.
- 2) Divide cada uno de ellos en secciones de iones de acuerdo a su carga (monovalentes, divalentes) de acuerdo al número de iones que decidas usar. En el más pequeño se anotará a los iones positivos (cationes) y el más grande para los iones negativos (aniones).



- 3) En el disco de los aniones, escribe el nombre, fórmula y número de oxidación de cada uno. Procura que el símbolo o fórmula queden en el borde externo del disco.



- 4) Colorea cada sección de color diferente y monta el círculo más pequeño sobre el más grande, de preferencia con mica. Haz una perforación en la parte central de ambos y únelos con una garra pata (listo para trabajar).



## ANEXO 14

### Ejercicio

Como habrás podido observar, fueron identificados algunos *aniones* y *cationes* presentes en el suelo, tales como los carbonatos, sulfuros, sodio, potasio.

Estos iones, al combinarse entre sí, originan *compuestos químicos*. Algunos de ellos los conocemos como *sales minerales*, presentes en el suelo.

Con esta información, completa la siguiente tabla, combinando los siguientes aniones y cationes. Escribe la fórmula química y el nombre de la sal. Algunas de ellas están presentes en las muestras de suelo con las que trabajaste en la actividad experimental.

	$\text{NO}_3^{1-}$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{PO}_3^{3-}$	$\text{NO}_2^{1-}$	$\text{Cl}^{1-}$
$\text{K}^{1+}$	$\text{KNO}_3$ nitrato de potasio					
$\text{Na}^{1+}$						
$\text{Fe}^{3+}$						
$\text{Cu}^{2+}$						
$\text{H}^{1+}$						
$\text{Mg}^{2+}$						

1. Investiga las reglas de la IUPAC para asignarles *nombres a las sales*.

2. En tu cuaderno, escribe el nombre de cada uno de los minerales que aparecen en la tabla No. 2, la fórmula química del compuesto que lo constituye y el nombre químico del compuesto. Por ejemplo:

Mineral	Formula Química	Nombre Químico
Magnesita	$MgCO_3$	Carbonato de magnesio

3. Escribe el nombre o la fórmula química de los siguientes compuestos:

$KMnO_4$ _____	Fosfito de litio _____
Carbonato de magnesio _____	$NH_4NO_3$ _____
$Na_2SO_4$ _____	Ácido sulfúrico _____
$NaHCO_3$ _____	Nitrato de calcio _____
Hidróxido de hierro (III) _____	$H_3PO_4$ _____
$CaCO_3$ _____	$HCl$ _____
$KBr$ _____	$Cu_3PO_4$ _____
Nitrato de potasio _____	Borato de zinc _____
Perclorato de estroncio _____	Yoduro férrico _____
Sulfato ferroso _____	$BaCl_2$ _____
Nitrito de plomo (II) _____	$(NH_4)_2SO$ _____
$HNO_3$ _____	Cianuro de magnesio _____
Fosfito de sodio _____	$KMnO_4$ _____
Hidróxido ferroso _____	Fluoruro de cobalto (II) _____
Ácido sulfúrico _____	Clorato de litio _____
$MgCrO_4$ _____	$HgS$ _____
Nitrito de calcio _____	Sulfato de aluminio _____
Bromato de estroncio _____	Perclorato de manganeso (II) _____
Nitrato de amonio _____	Borato de sodio _____

## Estrategia 5: ¿Qué son las sales y qué propiedades tienen?

---

### Introducción

Los estudiantes comprenderán cómo se unen entre sí los elementos para formar las sales, lo cual permitirá estudiar el modelo de enlace iónico.

Describirán las características del mismo y establecerán la relación entre las propiedades de las sustancias y el carácter del enlace.

Asimismo, explicarán el comportamiento de las sales. Su referente será el modelo atómico de Bohr, el concepto de electronegatividad y la pérdida o ganancia de electrones para entender la formación de iones.

Aplicarán el modelo de compuesto iónico para explicar la electrólisis como una reacción química de oxidación-reducción, diferenciando los conceptos anteriores.

### Objetivos

El alumno:

1. Caracterizará a las sales iónicas mediante sus propiedades.
2. Explicará el comportamiento de las sales a través de un modelo.
3. Explicará la formación de iones a partir de átomos neutros por medio de la transferencia de electrones.
4. Describirá las características de las propiedades de las sustancias y su relación con el modelo de enlace iónico.
5. Explicará el comportamiento de las sales con base en el modelo atómico de Bohr, el concepto de electronegatividad y la pérdida o ganancia de electrones para entender la formación de iones.
6. Empleando modelos tridimensionales, explicará por qué las sales son solubles y conductoras de electricidad cuando están disueltas.
7. Diferenciará la reducción de la oxidación como la ganancia y pérdida de electrones respectivamente.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Explique el comportamiento de las sales a través de un modelo.
2. Explique la formación de iones a partir de átomos neutros por medio de la transferencia de electrones.
3. Explique la formación de iones a partir de átomos neutros por medio de la transferencia de electrones y describa las características del modelo de enlace iónico.
4. Establezca la relación existente entre el carácter del enlace y las propiedades de las sustancias.
5. Explique el comportamiento de las sales con base en el modelo atómico de Bohr, el concepto de electronegatividad y la pérdida o ganancia de electrones para entender la formación de iones.
6. Explique a través de modelos tridimensionales, por qué las sales son solubles y conductoras de la electricidad cuando están disueltas.



7. Diferencie la reducción de la oxidación en términos de ganancia y pérdida de electrones.
8. Establezca la relación entre las propiedades de las sales y el enlace iónico.

## Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Aumente su capacidad de observación y destreza en el manejo de equipo al realizar experimentos.
2. Incremente sus habilidades en la búsqueda de información en fuentes bibliográficas.
3. Incremente su capacidad para expresarse en forma oral y por escrito.

## Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Cooperación y solidaridad durante las actividades experimentales en equipo.
2. Compromiso y responsabilidad para cumplir las tareas asignadas

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Qué son las sales y que propiedades tienen?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y/O EXPOSICIÓN DE LOS ALUMNOS

Se solicita a los alumnos que realicen una investigación bibliográfica acerca del enlace iónico y la diferencia entre un átomo y un ión.

Exposición de la tarea realizada por algún equipo.

#### LECTURA Y MAPA MENTAL

Para estudiar la relación entre el concepto de enlace iónico y la temática de la unidad suelo, se distribuirá la lectura "Enlaces químicos en los minerales", (*anexo 15*) en la que se explica cómo las propiedades de éstos influyen en la formación de diversos enlaces.

Se solicitará a los alumnos que realicen un mapa mental con la información señalada en el documento.

### ACTIVIDAD 2

#### CONSTRUCCIÓN DE MODELOS

Se recurrirá a la construcción de modelos que faciliten la comprensión del concepto de enlace, así como la transferencia de electrones que existe entre un elemento y otro para dar origen a un compuesto químico. Debemos recordar que interesa destacar el enlace presente en las sales, por ser componentes importantes del suelo.

Los estudiantes realizarán, en equipo, un modelo tridimensional de una sal y de moléculas de agua, se les solicitará que con éstos expliquen (1) cómo se forman los iones, (2) cómo se mantienen unidos los átomos en el enlace iónico (3) cómo se orientan las moléculas de agua en el proceso de disolución de la sal (por lo que deberán hacer referencia a la polaridad de la molécula de agua) (4) por qué las sales conducen corriente eléctrica en solución acuosa y por qué no lo hacen en estado sólido.

Es necesario que utilicen colores contrastantes para pintar las esferas de unicel con las que realizarán la estructura tridimensional del mineral elegido. Asimismo, deberá considerarse el tamaño relativo de los átomos.

### ACTIVIDAD 3

#### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Realizar la actividad experimental “propiedades de los compuestos iónicos” que se propone en esta guía (anexo 16).

#### ACTIVIDAD DE CIERRE

El profesor orientará a los alumnos para que comprendan por qué las sales son solubles en agua y cómo, en estas condiciones, es que conducen electricidad.

### ACTIVIDAD 4

#### INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los alumnos realizarán un esquema-dibujo en el que representen el fenómeno de la electrólisis y agreguen nombres y/o conceptos importantes.

#### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL/ CUESTIONARIO GUÍA (ANEXO 16)

Llevar a cabo la actividad experimental “Electrólisis de una solución acuosa de yoduro de potasio”, con la cual se orientará a los alumnos para que se aproximen a los conceptos de anión, catión, ánodo, cátodo y óxido-reducción, por lo que es muy importante solicitarles que observen detalladamente el proceso y lo describan.

#### DISCUSIÓN GRUPAL

En plenaria, retomar las observaciones de los alumnos y las preguntas planteadas en el cuestionario guía. El profesor orientará la discusión de la manera que considere conveniente, apoyado en la explicación de aspectos centrales que presenten dificultades en los alumnos.

## Evaluación

Se sugiere evaluar las investigaciones bibliográficas, el mapa mental de la lectura, la construcción de los modelos, las actividades experimentales y la participación en clase.

## ANEXO 15

### Lectura para alumnos

#### ENLACES QUÍMICOS EN LOS MINERALES

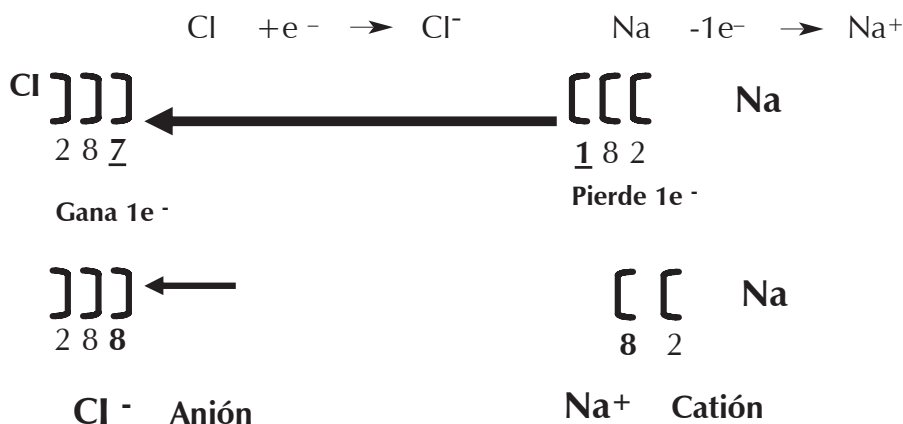
#### ¿Cómo se mantienen unidos los átomos para formar minerales?

Para poder comprender algunos de los procesos químicos que se llevan a cabo en el suelo es importante conocer la estructura de los minerales. Es a través de dichos procesos que se hacen disponibles los nutrientes para las plantas.

#### Enlace iónico en los minerales

Cuando los átomos se combinan entre sí por medio de un *enlace químico*, cambia la distribución de electrones de ambos átomos y dependerá de la estructura electrónica de los átomos el carácter del enlace que se forme.

Una de las propiedades de utilidad que nos ayuda a conocer el modelo de enlace que se forma es la electronegatividad. Si la diferencia de electronegatividad de ambos átomos es alta (superior a 1.7 unidades Pauling), el enlace formado es iónico. En el siguiente ejemplo se muestra la estructura electrónica, ganancia y pérdida de electrones y la diferencia de electronegatividades de Na y Cl al formar el NaCl. Al unirse químicamente, el átomo de sodio *pierde* un electrón, transformándose en un *catión* (ión con carga positiva), en tanto que el cloro *gana* el electrón del sodio, formándose un *anión* (ión con carga negativa). Estos iones formados adquieren una estructura electrónica parecida a la de un gas noble. La formación de iones se presenta de la siguiente manera; el Cl tiene 3 niveles de energía y en el último le falta un electrón para parecerse a un gas noble; el Na tiene también 3 niveles de energía, y en el último, tiene un electrón de más para parecerse a un gas noble. Si se transfiere el electrón del Na al Cl se presenta el siguiente diagrama:



Electronegatividad

Diferencia de electronegatividad

Carácter del enlace

Na 0.9 Cl 3

3 - 0.9 = 2.1

Iónico

Los iones formados se mantienen unidos por diferencia en sus cargas y esto se determina por las *características del compuesto*. Así, las fuerzas del enlace iónico son firmes y carecen de orientación, es decir, se ejercen uniformemente en todas direcciones. Los compuestos que se obtienen son sólidos, forman cristales, poseen altos puntos de fusión y ebullición, son solubles en solventes polares y en solución acuosa, fundidos conducen la corriente eléctrica.

## Estructura de los minerales

El enlace iónico prevalece en cristales inorgánicos, entre ellos algunos minerales de silicato y de las sales haloideas. Así, por ejemplo, en la estructura de la halita (NaCl) los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  se mantienen unidos por diferencia de cargas eléctricas, de tal manera que cada ión sodio se encuentra rodeado por seis iones cloro y cada ión cloro se encuentra rodeado por seis iones de sodio, formando una estructura cristalina de forma cúbica (ver la figura No. 1). La disposición de los iones depende de su tamaño relativo.

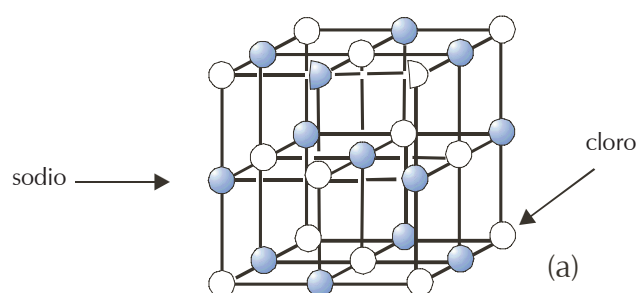


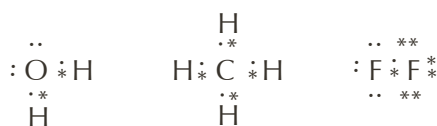
FIG.1 Estructura de un cristal de Halita (NaCl).

**Ejercicio.** Representa, mediante estructuras de Lewis, los enlaces químicos entre los elementos que constituyen a la silvita (KCl), magnesita ( $\text{MgCO}_3$ ), fluorita ( $\text{CaF}_2$ ), sílice ( $\text{Si(OH)}_4$ ). Determina la diferencia de electronegatividades, y en función de ésta, indica el modelo de enlace químico que presentan, como en el siguiente ejemplo:

Estructura de Lewis	Diferencia de electronegatividad	Modelo de enlace
$\begin{array}{c} \text{Na} \quad \cdot\cdot \\ \quad \cdot\cdot \\ \text{Cl} \end{array}$	$3 - 0.9 = 2.1$	Iónico

## Enlace covalente

Este modelo de enlace se presenta entre átomos de baja diferencia de electronegatividad. Se caracteriza porque los *electrones se comparten* entre los átomos que se combinan, de tal manera que cada átomo alcanza la estructura electrónica parecida a la de un gas noble. Por ejemplo:



Oxígeno, carbono y flúor se rodean de ocho electrones.

Diferencia de  
electronegatividad

$$3.5 - 2.2 = 1.3$$

$$2.5 - 2.2 = 0.3$$

$$4 - 4 = 0$$

El enlace covalente es firme y tiene orientación. Por ello, los *ángulos de enlace* dentro de las estructuras unidas mediante covalencia están determinados por las posiciones geométricas de los orbitales de los electrones participantes. Un ejemplo de ello es el sílice ( $\text{SiO}_2$ ), donde el enlace covalente que existe entre el átomo de oxígeno y el de silicio es direccional y ocasiona que formen un *tetraedro* (Fig. 2). Los tetraedros de silicio-oxígeno son las unidades básicas de los silicatos (compuestos presentes en el suelo), aunque también se forman octaedros y cubos.

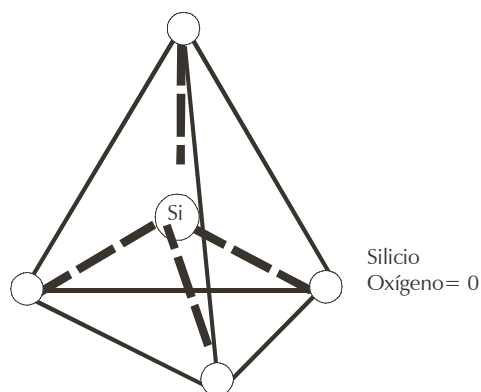


FIG.2. Estructura tetraédrica de los silicatos.

### Mineral con enlace covalente-iónico

El silicio es un átomo que tiene cuatro electrones en su último nivel de energía, por lo que puede ganar o compartir cuatro electrones con otros elementos; cada oxígeno tiene seis electrones en su último nivel, por lo que puede ganar o compartir dos electrones con otros elementos. En este caso, al unirse cuatro de ellos con el silicio, éste queda saturado (neutro) y cada oxígeno queda con una carga libre (Fig. 3), por lo que éstos se pueden unir a otro silicio, formando cadenas de enlaces  $\text{—O—Si—O—Si—}$ , como se muestra en la fig. 4.

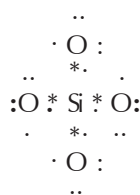


FIG.3 Representación mediante estructuras de Lewis del enlace presente en los silicatos.

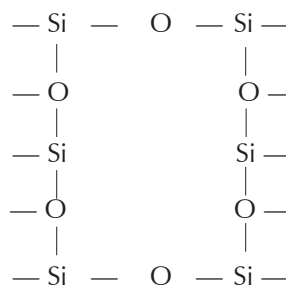


FIG.4 Estructura tetraédrica de los silicatos.

Como se puede apreciar, el enlace  $\text{Si—O}$  es de carácter covalente. Sin embargo, al unirse los silicatos entre sí, forman tetraedros y octaedros, en cuyo espacio interior, siendo muy amplio, pueden alojarse *iones metálicos como:  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  o  $\text{Fe}^{3+}$ .*

Ejercicio: *Realiza un mapa mental a partir de la información de la lectura.*

## ANEXO 16

### Actividad experimental PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS IÓNICOS

#### *Problema*

¿Cuál es la relación que existe entre las propiedades de un compuesto y el carácter de su enlace?

#### *Objetivos*

1. Reconocer y caracterizar a las sales iónicas mediante sus propiedades.
2. Establecer la relación existente entre las propiedades de las sustancias y su enlace químico.

#### *Hipótesis*

---



---



---



---

#### *Material*

- 1 cápsula de porcelana.
- 1 lupa.
- 8 tubos de ensayo.
- 1 gradilla.
- 1 aparato de conductividad eléctrica

#### *Sustancias*

Cloruro de sodio, yoduro de potasio, cloruro de cobre II, agua destilada, alcohol etílico, gasolina y tetracloruro de carbono.

Nota:

#### *Procedimientos*

1. *Observa* las características de las sustancias con una lupa y registra tus resultados en el cuadro anexo.
2. *Determina* con un aparato de conductividad eléctrica si las sales conducen electricidad en estado sólido.
3. *Disuelve* una pequeña cantidad de cada una de las sustancias con 1mL de agua destilada, y anota tus resultados.

4. Vierte las disoluciones obtenidas en una cápsula de porcelana, introduce los electrodos del aparato de conductividad eléctrica en la solución y determina si ésta conduce corriente eléctrica. Registra tus resultados.
5. Disuelve una pequeña cantidad de cada una de las sustancias en 1 mL de bencina. Indica en el cuadro anexo las que se disuelven.

	CARACTERÍSTICAS	SOLUBLE EN AGUA DESTILADA	CONDUCEN ELECTRICIDAD SÓLIDO /SOLUCIÓN	SOLUBLE EN AGUA GASOLINA
Cloruro de sodio				
Yoduro de potasio				
Gasolina				
Agua destilada				
Tetracloruro de carbono				
Cloruro de cobre				
Cloruro de potasio				
Cloruro de calcio				

### *Análisis de resultados y observaciones*

---



---



---



---

### *Conclusiones*

---



---



---



*Contesta la siguientes preguntas*

1. A partir de los resultados obtenidos en el experimento, indica y describe las características o propiedades de las sales.

---

---

---

---

2. Explica por qué razón las sales no conducen corriente eléctrica en estado sólido.

---

---

---

---

3. Explica por qué razón las sales conducen la corriente eléctrica cuando se disuelven en agua. Apoya tus argumentos utilizando dibujos.

---

---

---

---

4. ¿Cuál es el modelo de enlace químico presente en las sales que utilizaste?

---

---

---

---

5. Representa, mediante estructuras de Lewis, el modelo de enlace químico presente en las sales utilizadas en el experimento.

---

---

---

6. Explica, utilizando el modelo de Bohr, cómo se forma el enlace químico entre el potasio y el yodo para formar el KI. Asimismo, explica cómo se genera el enlace químico en el  $\text{CaCl}_2$ .

---

---

---

---

7. A partir de lo descrito con anterioridad, describe las características del enlace iónico.

---

---

---

---

8. Investiga las propiedades de los compuestos iónicos (compuestos unidos por enlace iónico).

---

---

---

---

## ANEXO 17

### Diseño experimental para el profesor ELECTRÓLISIS DE UNA SOLUCIÓN ACUOSA DE YODURO DE POTASIO

#### *Problema*

¿Las sales inorgánicas son fáciles de separar?

#### *Introducción*

---

---

---

---

#### *Objetivo*

1. Explicará la electrólisis de una sal aplicando el modelo de compuesto iónico.
2. Destacará que en el ánodo se efectúa la oxidación y en el cátodo la reducción y se concluirá que la electrólisis es un proceso redox.

#### *Hipótesis*

---

---

#### *Material*

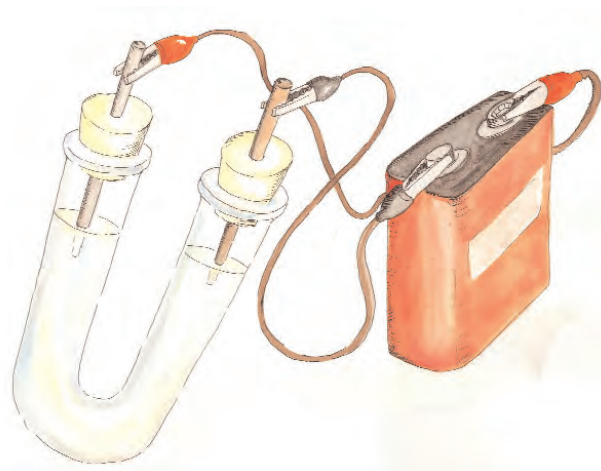
Tubo en U.  
2 electrodos de grafito.  
Conector para batería de 9 V.  
Pila de 9 V.  
Tubos de ensayo con tapón.  
2 goteros.

#### *Sustancias*

Solución de yoduro de potasio 0.1M.  
Fenolftaleína.  
Tetracloruro de carbono ( $\text{CCl}_4$ ).

## Procedimiento

1. Preparar el aparato de acuerdo con la figura.



2. Colocar suficiente solución 0.1M de yoduro de potasio para que el tubo quede lleno, dejando 0.5 cm libre en cada boca.
3. Conectar los electrodos a la pila de 9 V o a la corriente eléctrica y observar el proceso detenidamente.
4. Después de realizada la electrólisis, desconectar y sacar los electrodos.
5. Retirar el precipitado café que se encuentra en uno de los electrodos con un gotero y transferirlo a un tubo de ensayo. Agregar 1 mL de tetracloruro de carbono  $\text{CCl}_4$  y agitar. Registrar observaciones.
6. Con el gotero limpio, tomar 2 mL de una solución que se encuentra en el otro electrodo y vaciarlo en otro tubo de ensayo; agregar 3 gotas de fenolftaleína y registrar observaciones.

## Análisis de resultados y observaciones

---

---

---

---

---

---

---

---

## Conclusiones

---

---

---

---

---

---

---

---

## Cuestionario guía

1. ¿A qué elemento corresponde el precipitado café?

---

---

---

---

2. ¿Qué elemento se deposita en el cátodo?

---

---

---

---

3. ¿Cuál elemento se deposita en el ánodo?

---

---

---

---

4. ¿Por qué no se observa el metal sólido que debió depositarse en el cátodo?

---

---

---

---

5. Debido a la posición que ocupa en la tabla periódica el K (recuerda que es un elemento altamente reactivo), reacciona químicamente con el agua. Escribe la ecuación correspondiente entre el elemento y el agua.

---

---

---

6. ¿Podrías explicar por qué al agregar fenoftaleína en la solución que se encuentra en el cátodo, cambia de color?

---

---

---

---

7. ¿Qué elemento se oxidó? ¿Por qué?

---

---

---

---

8. ¿Qué elemento se redujo? ¿Por qué?

---

---

---

---

9. ¿Qué sucede en cada electrodo (ánodo y cátodo)?

---

---

---

---

10. Escribe la ecuación de la reacción que se llevó a cabo, asignando números de oxidación.

---

---

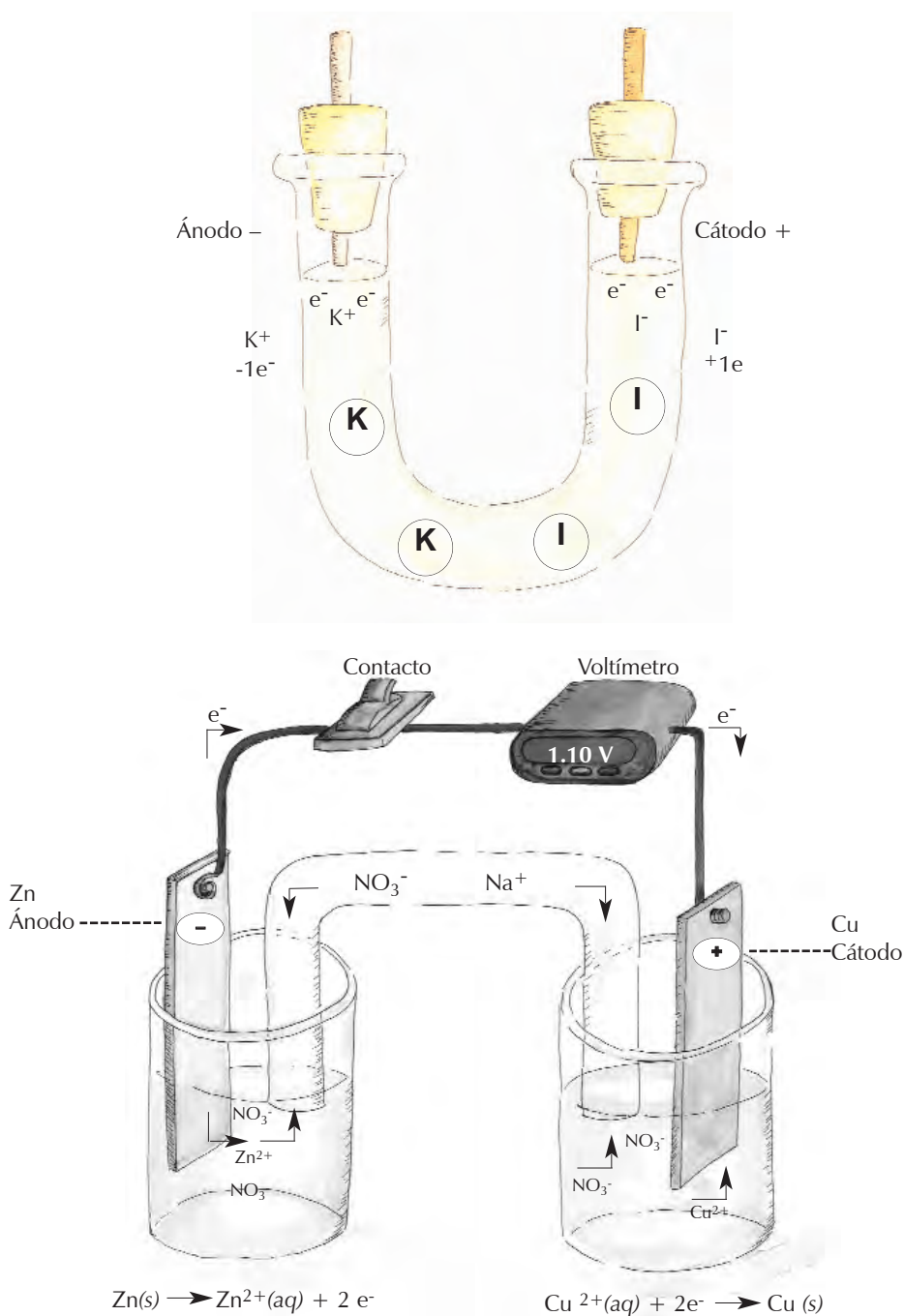
---

---

## Ejercicio para evaluar actividad experimental

### Instrucciones

Con tus compañeros de equipo observa los siguientes esquemas y explica, a través de ellos, el fenómeno de la electrólisis y los procesos que se llevan a cabo. Entrega a tu profesor una síntesis de una cuartilla con las ideas más importantes de ambos esquemas.



## Estrategia 6: Obtención de sales

---

### Introducción

Hasta este momento, los alumnos han comprendido que las sales constituyen la parte inorgánica del suelo y saben que con frecuencia éstas no se encuentran en cantidades suficientes para que la planta se desarrolle; entonces el hombre se ve en la necesidad de obtenerlas, ya sea a nivel laboratorio o industrial.

### Objetivos

El alumno:

1. Reconocerá los experimentos como una actividad en la que es necesario controlar las variables que intervienen en el proceso.
2. Describirá algunos métodos de obtención de sales y las reacciones químicas que se llevan a cabo.
3. Identificará las reacciones de oxidación-reducción mediante el cambio en los números de oxidación.
4. Reconocerá las reacciones redox y no redox.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Aplique sus conocimientos sobre la escritura de compuestos y de ecuaciones químicas.
2. Describa algunas características de la materia orgánica e inorgánica.
3. Identifique los tipos de reacciones para obtener sales.
4. Diferencie entre reacciones de óxido-reducción y reacciones no redox.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Aplique diversas técnicas de indagación que le permitan obtener información acerca de los nutrientes para las plantas.
2. Exprese en forma oral y escrita el concepto de sal, reacción química, oxidación y reducción.
3. Formule hipótesis para explicar las preguntas generadoras.

### Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Compromiso para cumplir con las tareas personales asignadas.
2. Respeto por el trabajo de los integrantes del grupo.
3. Cooperación y compromiso en el desarrollo de la tarea en los equipos de trabajo.



## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Cómo se obtienen las sales? ¿Cuál es el alimento de las plantas?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### REPASO

Usar un esqueleto de tabla periódica y ubicar los elementos que constituyen a los macronutrientes y micronutrientes presentes en el suelo; diferenciarlos por colores.

#### EJERCICIOS

Hacer ejercicios de nomenclatura como los señalados anteriormente en la estrategia de la fase inorgánica del suelo.

### PREGUNTA GENERADORA E INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

¿Cómo se obtienen las sales?

Retomar la pregunta generadora y promover la participación en pequeños grupos para unificar puntos de vista sobre la posible respuesta, lo que llevará a una investigación bibliográfica sobre los diferentes métodos de obtención de sales. Promover el trabajo en grupo cooperativo.

### ACTIVIDAD 2

#### DISEÑO EXPERIMENTAL

Cada equipo elaborará un diseño experimental para obtener una sal en el laboratorio. Para ello será necesario:

- Escribir la ecuación química correspondiente al método de obtención, señalando la simbología pertinente.
- Balancear dicha ecuación por tanteo.
- Indicar el material que utilizarán.
- Realizar los cálculos estequiométricos para determinar la cantidad en gramos de reactivos y productos que se requieren a partir de masas conocidas.

#### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Realizarán la actividad de acuerdo a su diseño.

Al finalizar, cada equipo escribirá en el pizarrón la reacción química que llevaron a cabo.

#### EJERCICIOS

Plantear ejercicios de cálculos estequiométricos, partiendo de las reacciones que realizaron los alumnos.

### ACTIVIDAD 3

#### LLUVIA DE IDEAS

Para iniciar el tema, y como un primer acercamiento, preguntar a los alumnos cómo se puede mejorar un suelo deficiente en sales. Esto los conducirá a investigar más acerca del tema.

#### LECTURA Y EJERCICIOS

Realizar la lectura de “Cómo se obtienen las sales” (*anexo 18*) y a partir de los métodos de obtención que se mencionan en ésta, promover la comprensión de conceptos como reactivos y productos, tipos de reacción química, y ecuación química, además de dirigir la discusión para contestar la pregunta de la lectura ¿Cómo se obtienen las sales?

#### EJERCICIOS

Se sugiere resolver ejercicios de métodos de obtención de sales, tanto en clase como de tarea.

### ACTIVIDAD 4

#### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Obtención de diversas sales a microescala (*anexo S19*).

### ACTIVIDAD 5

#### VIDEO

Ver el video de metales y no metales, y hacer énfasis en la parte donde se efectúa la reacción entre el sodio y el cloro para obtener el cloruro de sodio, como una de las formas de obtención de sales.

Realizar comentarios en el grupo acerca de lo observado en el video.

#### LECTURA Y RESUMEN

A partir de la lectura: “Reposición de nutrientes en el suelo: fertilizantes”. (*anexo 20*), pedir a los alumnos que extraigan 10 ideas importantes (trabajo en equipo) y se analicen en clase.

#### ACTIVIDAD DE CIERRE

Construir un mapa mental en el que sinteticen las ideas más importantes acerca de la obtención de las sales en el laboratorio, su formación en el suelo y la relación de su importancia como alimento para las plantas.

## Evaluación

Para la evaluación es necesario tomar en cuenta la participación de los alumnos durante las discusiones en equipo y grupales. Para ello, se sugiere elaborar una bitácora. Otra forma es evaluar las actividades

experimentales es mediante una rúbrica para que el profesor cuente con información sobre el nivel de logro de los objetivos propuestos para esta estrategia, tales como:

- a) Escribir las reacciones efectuadas
- b) Anotar los números de oxidación de los radicales que intervienen en las reacciones
- c) Clasificar las reacciones químicas.

Solicitar que elaboren una V de Gowin a partir de la actividad experimental que se les proporcionó.

# ANEXO 18

## Lectura para alumnos ¿CÓMO SE OBTIENEN LAS SALES?

Una sal es un compuesto formado por iones. También se puede definir como una sustancia que contiene un ión positivo de un metal y un ión negativo de un ácido. Entonces decimos, por ejemplo, que una sal del ácido sulfúrico es un sulfato. Cabe recordar que los iones positivos se llaman cationes y los iones negativos son los aniones.

Las sales, al igual que otros compuestos químicos, se pueden clasificar con diferentes criterios. Uno de ellos es de acuerdo a su *función química* en *hidrasales* y *oxisales*; las primeras no contienen oxígeno en su composición y las segundas sí lo contienen.

### Hidrasales

Son aquellas que provienen de los hidrácidos, es decir, su molécula tiene un metal en forma de catión unido a un no metal en forma de anión. Para darles nombre se cambia la terminación del no metal de *hídrico* a *uro*, seguida del nombre del metal correspondiente.

Ejemplos: KF (fluoruro de potasio);  $\text{CaCl}_2$  (cloruro de calcio); NaI (yoduro de sodio).

### Oxisales

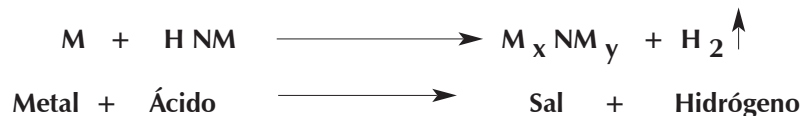
Son sales que se derivan de los oxiácidos y que contienen un metal (catión) unido a un radical negativo que proviene del ácido. Ejemplos:

ESTADO DE OXIDACIÓN	FÓRMULA DE LA OXISAL	NOMBRE DE LA OXISAL
1+ del Cl	$\text{NaClO}$	hipoclorito de sodio
3+ del Cl	$\text{NaClO}_2$	Clorito de sodio
5+ del Cl	$\text{NaClO}_3$	Clorato de sodio
7+ del Cl	$\text{NaClO}_4$	Perclorato de sodio
3+ del N	$\text{NaNO}_2$	Nitrito de sodio
5+ del N	$\text{NaNO}_3$	Nitrato de sodio
4+ del S	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	Sulfito de sodio
6+ del S	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	Sulfato de sodio

## Reacciones químicas para obtener sales

Existen diferentes métodos para obtener sales como los siguientes:

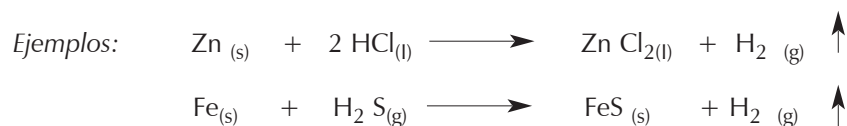
### 1. Reacción entre un metal y un ácido (Sustitución Simple).



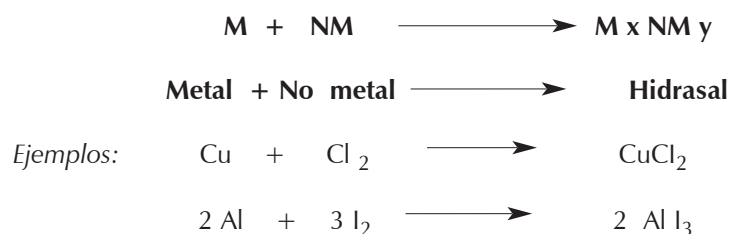
**X, y** = números de oxidación intercambiados

**M** = METAL

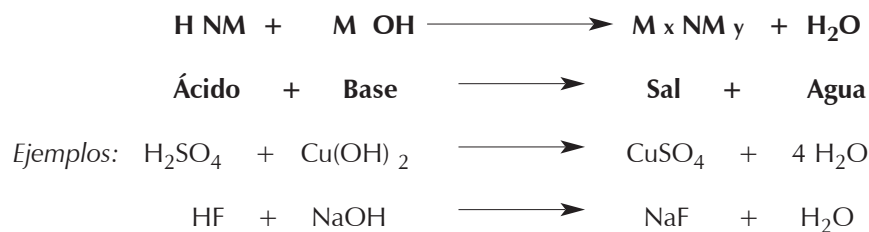
**NM** = No metal



### 2. Reacción entre un metal y un no metal (Síntesis).



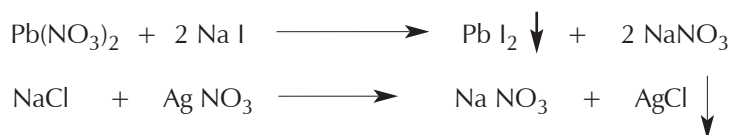
### 3. Reacción entre un hidróxido y un ácido (Neutralización).



### 4. Reacción entre dos sales (Sustitución doble).



Ejemplos:



*Resumen:*



## Actividad experimental

### OBTENCIÓN DE UNA SAL

#### Problema

#### Objetivos

1. Obtener una sal mediante la reacción entre un metal dado y un ácido.
2. Comprender la ley de las proporciones constantes.

#### Hipótesis

---



---

#### Material y sustancias

Balanza granataria	Tubo de ensayo
Soporte con anillo	Embudo
Mechero	Vaso de precipitado de 250 mL
Pinza para tubo	Tela de alambre con asbesto
Cápsula de porcelana	Agitador
Pinza para crisol	Papel filtro
Piseta con agua destilada	Probeta de 10 mL
Granalla de cinc	Ácido clorhídrico 6N

#### Procedimientos

##### Obtención del cloruro de cinc

##### Primera parte

1. En un tubo de ensayo etiquetado (con el número de equipo), colocar la cantidad de granalla de cinc que le corresponda utilizar. Por ejemplo, para el primer equipo, que pese 0.5 g; el segundo, 1.0g; el tercero, 1.5g; el cuarto, 2.0g; el quinto, 2.5g; y el sexto, 3.0 g.
2. Adicionarle 10 mL de HCl. Colocar una pajilla con un punto de ignición para comprobar el desprendimiento de hidrógeno.
3. Introducir el tubo de ensayo en el vaso con agua fría para evitar que se caliente demasiado.
4. Sacar el tubo del vaso y colocarlo en la gradilla para continuar en la siguiente sesión.
5. Escribir la reacción que se efectúa. Balancearla por el método de tanteo.
6. Anotar los datos que se solicitan en la tabla que se indica más adelante.

## Segunda parte

7. Observar si quedo cinc sin reaccionar. De ser así, filtrarlo a una cápsula de porcelana previamente pesada y cuidando que el papel filtro este húmedo para evitar que absorba el líquido a filtrar y que el sólido quede en el tubo.
8. Hacer dos lavados, cada uno con 1mL de agua destilada, tanto al tubo como al cinc sobrante. Agregar esta agua de los lavados al filtrado.
9. Calentar la cápsula con el filtrado hasta la evaporación. Si la disolución comienza a salpicar, mueva la llama lentamente de un lado a otro para evitar pérdidas de material.
10. Continuar calentando hasta sequedad hasta que el sólido empiece a fundir, formándose una pequeña cantidad de líquido en el fondo de la cápsula.
11. Pesar la cápsula y su contenido tan pronto como se haya enfriado.
12. Determinar la masa del producto y completar los datos de la tabla.

## Observaciones

---



---



---



---

## Resultados

EQUIPOS	MASA DE CINC INICIAL	VOLUMEN DE ÁCIDO	MASA DE CINC SOBRANTE	MASA DE CINC REACCIONANTE	MASA DEL PRODUCTO	MASA DEL PRODUCTO + MASA DE CINC REACCIONANTE
1						
2						
3						
4						
5						
6						



### Cuestionario

1. ¿Cuál es el gas producido en la reacción?
2. ¿Por qué se debe añadir el agua del lavado al filtrado?
3. ¿Qué cantidad de metal reaccionó con el ácido clorhídrico?
4. ¿Cuál es la relación entre la masa del cinc que reaccionó a la masa de cloruro de cinc formado?
5. ¿Cuáles de las relaciones siguientes son constantes, independientemente de las cantidades de cinc y ácido que se mezclan?

a) 
$$\frac{\text{cinc añadido}}{\text{cloruro de cinc producido}}$$

d) 
$$\frac{\text{cinc reaccionante}}{\text{cloruro de cinc producido}}$$

b) 
$$\frac{\text{cinc reaccionante}}{\text{ácido clorhídrico reaccionante}}$$

e) 
$$\frac{\text{cinc añadido}}{\text{ácido clorhídrico añadido}}$$

c) 
$$\frac{\text{cinc reaccionante}}{\text{hidrógeno producido}}$$

f) 
$$\frac{\text{cloruro de cinc producido}}{\text{cinc reaccionante}}$$

g) 
$$\frac{\text{ácido clorhídrico reaccionante}}{\text{hidrógeno producido}}$$

### Análisis de resultados

---

---

---

---

### Conclusiones

---

---

---

---

---

---

### *Investiga*

1. La ley de las proporciones constantes.

---

---

2. Relaciona dicha ley con el experimento que realizaste de obtención de cloruro de zinc. Busca orientación de tu profesor.

---

---

---

---

3. Explica otra reacción que sea ejemplo de ésta última ley.

---

---

---

---

## ANEXO 20

## Lectura para alumnos

## REPOSICIÓN DE NUTRIENTES EN EL SUELO: FERTILIZANTES

Para la alimentación de una población que crece es esencial el rendimiento del suelo, pues cada vez son más elevados los requerimientos en producción. Por lo tanto, la fertilidad del mismo no sólo debe mantenerse, sino mejorarse de modo continuo para recoger mejores cosechas.

Si han de producirse rendimientos elevados, hay que cuidar siempre el suelo en condición fértil. Una manera de lograrlo es a través del uso de los fertilizantes y los abonos. Esto los mantiene en buen estado de fertilidad y productividad. Antes de poder recomendar con tino un fertilizante, es necesario saber el nivel relativo de nutrimentos que requiere la planta para crecer, lo que permitirá agregar al suelo los más adecuados e indispensables.

Con frecuencia, fertilidad y productividad del suelo se emplean en forma sinónima, pero la mayor parte de los científicos prefieren establecer una diferencia entre ellas.

La *fertilidad* puede definirse como la capacidad del suelo para suministrar todos los nutrimentos esenciales de la planta en forma accesible y con un equilibrio adecuado, y debe estar libre de cualquier sustancia tóxica. Un ejemplo es el suelo salino, que contiene un exceso de sales de sodio, lo que perturba el equilibrio entre los iones de sodio, de calcio, de potasio y otros.

Por el contrario, la *productividad* del suelo es su capacidad de producir cosechas. Por consiguiente, la fertilidad, las buenas prácticas de administración, la disponibilidad de abastecimiento de agua y un clima adecuado contribuyen a la productividad de éste.

Para que el suelo sea fértil, debe tener un suministro rápido de nutrimentos, y puede ser improductivo, digamos, a causa de un abastecimiento insuficiente de agua.

En conclusión, la fertilidad del suelo indica la existencia adecuada de los nutrimentos para la planta, mientras que su productividad señala la resultante de factores diversos que influyen en la producción de cultivos. Si hay deficiencia de alguno de los nutrimentos esenciales, hay que proporcionárselo, pues esto limita el rendimiento de los cultivos.

La alimentación y el bienestar de las personas de cualquier nación dependen de varios factores y uno de los más importantes es el nivel de fertilidad de sus suelos.

“Si la tierra es improductiva y se va a intentar un sistema de mejoramiento, el método seguro para alcanzar este objetivo es determinar la causa de su esterilidad, la que de manera inevitable, tiene que depender de un defecto en la constitución del suelo. Dicho defecto puede descubrirse con facilidad mediante el *análisis químico*”.<sup>2</sup>

Es importante señalar que las plantas se alimentan de una forma tan discreta que se necesitaron varios siglos de observación e investigación antes de llegar a comprender adecuadamente la forma en como se abastecen de sustancias nutritivas.

Muchas plantas obtienen la mayor parte de las sustancias minerales del suelo por medio de las raíces; pero a veces son absorbidas parcialmente por las hojas. En las plantas acuáticas, la absorción se efectúa por toda la superficie vegetal y las raíces únicamente desempeñan un papel menor. Las plantas parásitas y semiparásitas lo hacen a través de órganos especiales.

---

<sup>2</sup> Humphrey Dhahi, 1813.

No obstante, el fenómeno de absorción no ocurre de manera directa, ya que no todos los minerales son solubles en agua, sino que hay un *proceso natural* muy importante llamado *Intercambio iónico*, el cual permite que las plantas puedan tomar del suelo aquellas sales minerales que, por no encontrarse disueltas en agua, se adhieren con cierta fuerza a pequeñas partículas que integran el humus y las arcillas, llamados *coloides* o parte coloidal.

### Sales importantes por su uso como fertilizantes<sup>3</sup>

A continuación se citan los fertilizantes nitrogenados que comúnmente se usan:

*Sulfato de amonio*: el proceso para obtener sulfato de amonio es como subproducto de la greda, que es carbonato de calcio, que sirve para neutralizar los suelos ácidos.

*Nitrato de amonio*: es un fertilizante óptimo, pero tiene algunas características indeseables.

*Nitrato cálcico de amonio granular*: contiene nitrato de amonio, carbonato de calcio y carbonato de magnesio.

*Nitrato sulfatado de amonio*: es una sal doble de sulfato y nitrato de amonio en una proporción 1:1.

*Urea*: en condiciones prácticas, la urea del suelo experimenta algunos cambios debidos a la actividad biológica y se convierte en carbonato de amonio y posteriormente en nitratos. La forma del nitrato y la forma amoniaca son absorbidas y utilizadas por las plantas.

*Cloruro de amonio*: es un fertilizante cristalino blanco que se obtiene como subproducto de la industria de la sosa calcinada por lo que resulta barato.

---

<sup>3</sup> Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. R. V. Tamhane, D.P. Motiramani Editorial Diana México 1986.



## Estrategia 7: ¿Cómo ayuda la química a determinar la cantidad de sustancia que se requiere en la obtención de una sal?

### Introducción

---

Es importante que la Química sea estudiada desde el punto de vista cuantitativo y no sólo cualitativo, ya que las cantidades de sustancias determinan y definen cómo se llevan a cabo los procesos fisicoquímicos. Esto conduce a que los alumnos se inicien en el estudio de la estequiometría, que incluye conceptos como mol, cálculo de masas molares y el cálculo de la masa de un producto. Con las actividades de esta estrategia se pretende que los estudiantes resuelvan cálculos estequiométricos relacionados con los constituyentes que conforman algunas sustancias.

### Objetivos

El alumno:

1. Determinará masas moleculares a partir de las masas atómicas.
2. Reconocerá el significado cuantitativo de las fórmulas de los compuestos.
3. Resolverá problemas de cálculos estequiométricos masa - masa en ecuaciones sencillas aplicadas a diversas situaciones, entre ellos los fertilizantes.
4. Reconocerá la mol como unidad asociada al número de partículas (átomos, moléculas, iones).
5. Establecerá relaciones estequiométricas mol-mol en ecuaciones sencillas.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Aplique el concepto de reacción y ecuación química al estudiar el tema de estequiometría.
2. Aplique sus conocimientos sobre la escritura de compuestos químicos.
3. Reconozca el significado cuantitativo de las ecuaciones químicas.
4. Resuelva problemas estequiométricos de relación masa/masa y mol/mol.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Incremente sus habilidades en la búsqueda de información pertinente y en su análisis y síntesis.
2. Exprese en forma oral y escrita con sus propias palabras el concepto de mol, masa atómica y masa molar.

### Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Cooperación y compromiso en el desarrollo de la tarea.
2. Respeto por el trabajo de los integrantes del grupo.
3. Desarrolle su capacidad de comunicación al expresar sus ideas.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Cómo ayuda la Química a determinar la cantidad de sustancias que intervienen en las reacciones de obtención de sales?*

---

#### ACTIVIDAD 1

##### LECTURA PARA EL PROFESOR

Las actividades sugeridas en los anexos de este apartado están dirigidas para el profesor, que orientará a los alumnos para que lleguen a comprender los conceptos de masa atómica y masa molecular. Para ello le recomendamos utilizar la lectura del *anexo 21*.

##### EJERCICIOS

Realizar algunos ejercicios de cálculos de masas molares con la intención de reforzar este conocimiento a partir de ecuaciones químicas que proponga el profesor.

#### ACTIVIDAD 2

##### DISCUSIÓN GRUPAL

Con las investigaciones realizadas por los alumnos y las explicaciones del profesor se realizará un análisis de los conceptos, de tal forma que lleve a la interpretación cuantitativa de las reacciones químicas, en función del mol como unidad de medida de la cantidad de sustancia. Una opción será utilizar la lectura para el profesor acerca del concepto de mol (*anexo 22*).

#### ACTIVIDAD 3

##### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Se sugieren realizar la siguiente actividad experimental:

*\* Estequiometría de una reacción química: obtención de un fertilizante (anexo 23).*

##### EXPOSICIÓN DE LOS ALUMNOS

Cada uno de los equipos explicará al grupo la forma en que realizaron los cálculos estequiométricos, tanto a nivel práctico como teórico, para determinar la cantidad de reactivos requeridos, la masa del producto a partir de las masas de estos reactivos, además de escribir la reacción correctamente, señalando toda la simbología pertinente y balancear la ecuación por tanteo. Para esto, se apoyará de láminas o acetatos.

## Evaluación

En esta sección se propone que la parte medular de la evaluación sea resolver diversos problemas “sen-cillos” de cálculos estequiométricos.

# ANEXO 21

## Lectura para el profesor MASA ATÓMICA Y MASA MOLECULAR

### ¿Qué tan pequeño es lo grande y que tan grande es lo pequeño?

Las unidades facilitan el conteo de los objetos, es decir ya sabemos que una docena de rosas equivale a decir que son doce rosas, un par de guantes equivale a decir que son 2 guantes, un ciento de hojas equivale a decir que son 100 hojas. Las unidades de conteo son apropiadas para ciertas clases de objetos que, básicamente, dependerán de su tamaño y el uso para el que están destinados. El número que representa la cantidad siempre es constante.

Sin embargo, hay objetos tan pequeños, como el átomo, que es imposible medir individualmente su masa con una balanza. De esta manera, la ciencia ha avanzado tanto que se pueden realizar determinaciones muy precisas de las masas de los átomos individuales con un instrumento llamado espectrómetro de masas. No es práctico comparar las masas reales de los átomos expresadas en gramos, así que para ello se ha inventado una tabla de masas atómicas relativas, con unidades de masa atómica (uma). La masa atómica de un elemento es la masa promedio relativa de los isótopos del elemento.

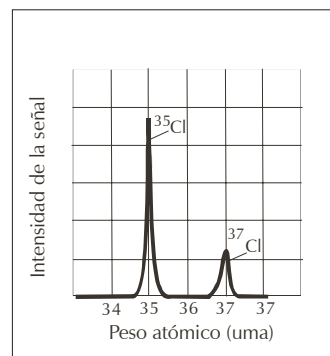
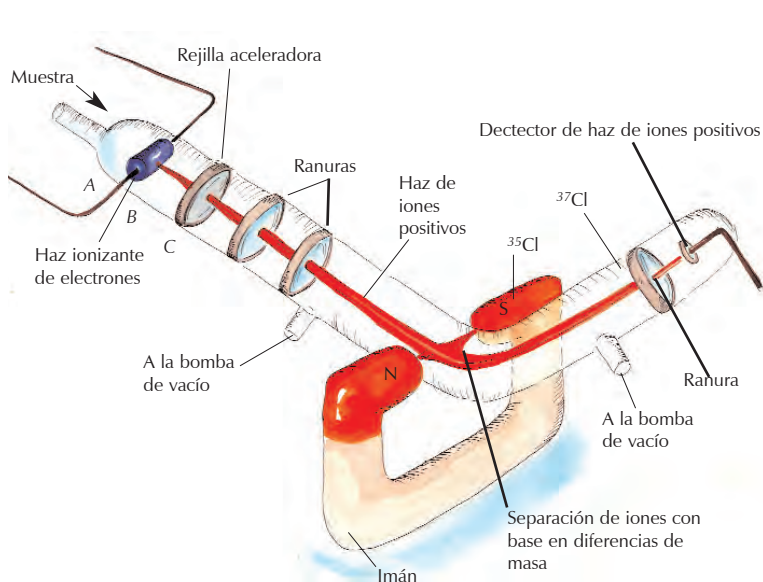


Diagrama de un espectrómetro de masas afinado para detectar de  $^{37}\text{Cl}$ . La trayectoria de los iones  $^{35}\text{Cl}$ , más ligeros, se desvía demasiado y no llegan al detector.

Espectro de masas del cloro.

A continuación presentamos una tabla donde se pueden observar algunos isótopos naturales y su abundancia.



ELEMENTO	ISÓTOPOS	ABUNDANCIA (%)	ELEMENTO	ISÓTOPOS	ABUNDANCIA (%)
Hidrógeno	$^1_1\text{H}$	99.985	Calcio	$^{40}_{20}\text{Ca}$	96.97
	$^2_1\text{H}$	0.015		$^{42}_{20}\text{Ca}$	0.64
	$^3_1\text{H}$	traza		$^{43}_{20}\text{Ca}$	0.145
Boro				$^{44}_{20}\text{Ca}$	2.06
	$^{10}_5\text{B}$	19.7		$^{46}_{20}\text{Ca}$	traza
Carbono	$^{11}_5\text{B}$	80.3	Hierro	$^{48}_{20}\text{Ca}$	0.185
	$^{12}_6\text{C}$	98.892		$^{54}_{26}\text{Fe}$	5.84
	$^{13}_6\text{C}$	1.108		$^{56}_{26}\text{Fe}$	91.68
	$^{14}_6\text{C}$	traza		$^{57}_{26}\text{Fe}$	2.17
Silicio			Titanio	$^{59}_{26}\text{Fe}$	0.31
	$^{28}_{14}\text{Si}$	92.18		$^{46}_{22}\text{Ti}$	7.99
	$^{30}_{14}\text{Si}$	4.71		$^{47}_{22}\text{Ti}$	7.32
	$^{33}_{14}\text{Si}$	3.12		$^{48}_{22}\text{Ti}$	73.99
Azufre				$^{48}_{22}\text{Ti}$	5.46
	$^{32}_{16}\text{S}$	95.0	Cromo	$^{53}_{22}\text{Ti}$	5.24
	$^{33}_{16}\text{S}$	0.76			
	$^{34}_{16}\text{S}$	4.22		$^{50}_{24}\text{Cr}$	4.31
	$^{36}_{16}\text{S}$	0.014		$^{52}_{24}\text{Cr}$	83.76
Cloro				$^{53}_{24}\text{Cr}$	9.55
	$^{35}_{17}\text{Cl}$	75.53		$^{54}_{24}\text{Cr}$	2.98
	$^{37}_{17}\text{Cl}$	24.77			

La escala relativa de masas atómicas usa el isótopo carbono 12 como estándar, debido a que los científicos asignaron a este átomo una masa exacta de 12 unidades de masa atómica. Por lo tanto, se define una unidad de masa atómica (uma) como 1/12 de la masa de un átomo de carbono 12.

En la tabla periódica se pueden encontrar las masas atómicas, pero se observa que los valores que se muestran no son exactos, por ejemplo 1.008 uma para el hidrógeno, 12.011 para el carbono, 4.003 uma para el helio; estas diferencias se presentan porque los valores registrados son promedios ponderados de las masas de todos los isótopos de cada elemento existente en la naturaleza.

Para que al alumno le quede más claro el manejar masa atómica, en el salón de clases se procede de la siguiente manera:

### Trabajo en equipo: estrategia para el concepto de masa atómica.

Solicitar a los alumnos que lleven al laboratorio 30 monedas de 50 centavos de tres años diferentes. Aclararles que no tienen que ser diez de cada año sino que pueden ser como ellos las encuentren. Esto con la finalidad de ver el porcentaje de abundancia.

Debido a que se tienen diferentes composiciones, podemos usar las monedas de 50 centavos de tres años diferentes para modelar un elemento con 3 isótopos.

**Material:** 30 monedas de 50 centavos, una balanza

**Procedimiento:**

- Seleccionar las monedas por año, contarlas y dividir las en tres grupos.

- b) Utilizando la balanza, se pesa cada una de las monedas de los diferentes grupos y se realizan anotaciones de sus pesos.

No. DE MONEDAS	Grupo 1 (Isótopo 1)	Grupo 2 (Isótopo 2)	Grupo 3 (Isótopo 3)

- c) Se suman los pesos de cada grupo y se dividen entre el número de monedas de cada grupo para obtener la masa promedio de cada uno de los isótopos.
- d) Se calcula el porcentaje de abundancia de cada grupo, dividiendo el número de monedas de cada grupo entre el número total de las mismas.
- e) Con el porcentaje de abundancia de cada grupo (isótopo) y los datos de los resultados del paso tres (masa promedios de cada uno de los isótopos), se calcula la masa atómica de un centavo y se suman las contribuciones de masa:

$$\text{Contribución de masa} = (\% \text{ abundancia}) (\text{masa})$$

$$\text{Masa atómica} = \text{suma de las contribuciones}$$

De esta manera se logra que los alumnos conciban de una manera más sencilla este concepto de masa atómica.

## Masa molecular

Es posible calcular la masa de las moléculas si se conoce las masas atómicas de los átomos que las forman. *La masa molecular* (algunas veces denominada peso molecular), es la suma de las masas atómicas (en uma) en una molécula.

Es necesario multiplicar la masa atómica de cada elemento por el número de veces que se encuentra presente en la molécula y posteriormente sumar todas las masas.

Se realizan ejercicios con los alumnos de cálculos moleculares, partiendo de que ya saben formar compuestos, aspecto que se aprendió en el curso de Química I.

*Ejemplo: Calcula la masa molecular del  $\text{NH}_4\text{OH}$  (hidróxido de amonio).*

Contar el número de cada tipo de átomos presentes en la molécula y buscar su masa atómica en la tabla periódica.

Hay:

1 átomo de N	$1 \times 14.01 \text{ uma} = 14.01 \text{ uma}$
1 átomo de O	$1 \times 16.00 \text{ uma} = 16.00 \text{ uma}$
5 átomos de H	$5 \times 1.008 \text{ uma} = 5.04 \text{ uma}$

$$\text{Masa molecular del } \text{NH}_4\text{OH} = 14.01 \text{ uma} + 16.00 \text{ uma} + 5.04 \text{ uma}$$

$$= 35.05 \text{ uma}$$

## Ley de las proporciones definidas

Se realiza una pequeña exposición sobre la teoría atómica de Dalton, la cual proporcionó a los químicos un modelo de la naturaleza de las partículas de la materia. El trabajo de Dalton marcó el principio de la era de la química moderna. Las hipótesis sobre la naturaleza de la materia en las que se basa la teoría atómica son tres. En este momento la de mayor interés para este tema es la segunda hipótesis, la que sugiere que para formar un determinado compuesto, no solamente se necesitan los átomos de los elementos correctos, sino que es indispensable un número específico de dichos átomos. Esta idea es una extensión de una ley publicada en 1799 por el químico francés Joseph Proust, conocida con la *ley de las proporciones definidas*, donde Proust establece que muestras diferentes de un mismo compuesto siempre contienen los mismos elementos y en la misma proporción de masa.

Por ejemplo:

El  $\text{NH}_4\text{OH}$  (hidróxido de amonio) está formado por:

1 átomo de N	$1 \times 14.01 \text{ uma} = 14.01 \text{ uma}$
1 átomo de O	$1 \times 16.00 \text{ uma} = 16.00 \text{ uma}$
5 átomos de H	$5 \times 1.008 \text{ uma} = 5.04 \text{ uma}$

$$\text{Masa molecular del } \text{NH}_4\text{OH} = 14.01 \text{ uma} + 16.00 \text{ uma} + 5.04 \text{ uma} \\ = 35.05 \text{ uma}$$

El compuesto de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido sulfúrico), está formado por:

2 átomos de H	$2 \times 1.008 \text{ uma} = 2.16 \text{ uma}$
1 átomo de S	$1 \times 32.066 \text{ uma} = 32.066$
4 átomos de O	$4 \times 16 \text{ uma} = 64 \text{ uma}$

$$\text{Masa molecular del } \text{H}_2\text{SO}_4 = 2.16 \text{ uma} + 32.006 \text{ uma} + 64 \text{ uma} \\ = 98.082 \text{ uma}$$

Se observa que la formación de un compuesto siempre tendrá la misma composición y masa.

## Ley de las proporciones múltiples

La segunda hipótesis es de Dalton y confirma otra importante ley, la *ley de las proporciones múltiples*, que establece que al formarse compuestos diferentes con la combinación de los mismos elementos, la masa de uno de los elementos es fija y la del otro varía, y se mantiene una relación de números enteros pequeños.

Por ejemplo:

El carbono puede formar dos compuestos diferentes con el oxígeno, el  $\text{CO}$  y  $\text{CO}_2$ , que contienen los mismos elementos con números enteros pequeños diferentes.

El CO está formado por:

$$1 \text{ átomo de C} \quad 1 \times 12 \text{ uma} = 12 \text{ uma}$$

$$1 \text{ átomo de O} \quad 1 \times 16 \text{ uma} = 16 \text{ uma}$$

$$\begin{aligned} \text{Masa molecular del CO} &= 12 \text{ uma} + 16 \text{ uma} \\ &= 28 \text{ uma} \end{aligned}$$

El CO<sub>2</sub> está formado por:

$$1 \text{ átomo de C} \quad 1 \times 12 \text{ uma} = 12 \text{ uma}$$

$$2 \text{ átomos de O} \quad 2 \times 16 \text{ uma} = 32 \text{ uma}$$

$$\begin{aligned} \text{Masa molecular del CO}_2 &= 12 \text{ uma} + 32 \text{ uma} \\ &= 44 \text{ uma} \end{aligned}$$

Esto significa que diferentes compuestos formados por los mismos elementos difieren en el número de átomos de cada clase.

Los químicos necesitan una unidad adecuada para contar con exactitud el número de átomos, moléculas o fórmulas unitarias de una muestra de sustancia. Como se sabe, los átomos y las moléculas son extremadamente pequeñas. Hay tantos de ellos, incluso en una muestra pequeña, que es imposible contarlos realmente, por lo que se creó una unidad de conteo, llamada *mol*, concepto que se revisará más adelante.

## ANEXO 22

### Lectura para el profesor DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AIRE EN EL SUELO

#### Concepto de mol

Un mol puede ser definido de diversas maneras, que en esencia significan lo mismo:

1. Un mol es la cantidad de materia que contiene  $6.02 \times 10^{23}$  entes elementales (átomos, moléculas, iones, partículas subatómicas, etc). Por eso cuando un químico utiliza el término *mol*, debe dejar claro si es 1 mol de átomos, de moléculas, de iones, u otro.
2. Un mol representa la cantidad de masa contenida en  $6.02 \times 10^{23}$  moléculas de sustancia. Al estar basado en un conteo de átomos o moléculas, la cantidad de masa total dependerá de cuánta masa tenga cada molécula. Así, un mol de hidrógeno molecular ( $H_2$ ) tiene 2 gramos de masa, mientras que un mol de agua ( $H_2O$ ) contiene 18 gramos de masa. Un mol "pesa" diferente dependiendo de la sustancia de que estemos hablando. La utilidad de este concepto de mol radica en que cuando consideramos reacciones químicas, las relaciones de masa de las sustancias reaccionantes quedan reducidas a números enteros que corresponden a la fórmula mínima. Por ejemplo, podemos decir que 4 gramos de hidrógeno gaseoso reaccionan con 32 gramos de oxígeno gaseoso para formar 36 gramos de agua, esto es, reaccionan en una relación de 4:32 ó 1:8, lo cual no concuerda muy bien con la fórmula molecular del agua ( $H_2O$ ). Si utilizamos moles, podemos decir que 2 moles de hidrógeno reaccionan con 1 mol de oxígeno para formar un mol de agua. Esto concuerda mejor con la fórmula molecular del agua.
3. Se entiende por *mol*, la unidad de medida básica en SI (Sistema Internacional) utilizada para medir la cantidad de una sustancia. A través de años de experimentación, se ha establecido que un mol de cualquier sustancia contiene  $6.0221367 \times 10^{23}$  partículas representativas, que pueden ser de cualquier clase como átomos, moléculas, fórmulas unitarias, electrones o iones. El número  $6.0221367 \times 10^{23}$  se conoce como número de Avogadro, en honor del físico y abogado italiano Amadeo Avogadro, quien, en 1811, determinó el volumen de un mol de un gas. Para fines prácticos, el número de Avogadro se aproxima a  $6.02 \times 10^{23}$ .

Si se escribe completo, el número es de la siguiente forma:

602 000 000 000 000 000 000 000

El número de Avogadro es una cifra gigantesca, como debe ser para contar partículas extremadamente pequeñas.

#### Trabajo en equipo: concepto de mol

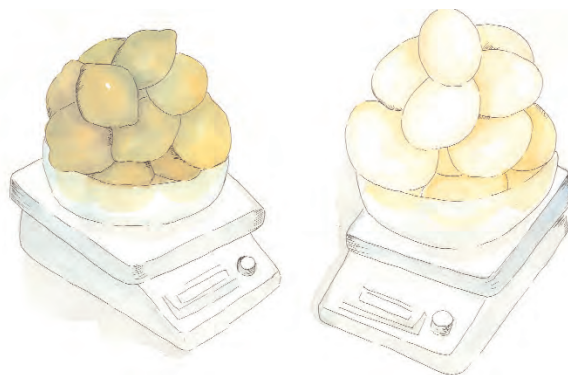
Solicitar a los estudiantes los siguientes materiales: canicas, clips, limones, naranjas, bombones de dulces y lunetas.

Cada equipo trabaja con sus objetos y se les hacen preguntas como:

Imaginen que tuvieran este número en canicas, de limones, naranjas, bombones y lunetas ¿Se imaginan cuántos montes Everest podrías forma con toda esa cantidad?

Imagina que tuvieras este número de clips y que aproximadamente miden 3 cm. ¿Cuántas vueltas podrás dar a la Tierra con esa cantidad?

Por otro lado, no te esperas que una docena de limones tenga la misma masa que una docena de canicas (los alumnos pueden calcular las masas de varias docenas de los objetos que traen), ya que unos y otros difieren en tamaño y composición. Debido a esto es importante determinar la masa de un mol.



Asimismo, los moles de las sustancias tienen masas diferentes por poseer composiciones distintas. Si pusieras en una balanza un mol de carbono y luego un mol de cobre metálico, verías una diferencia de masa, como entre la docena de limones y la de canicas.

¿Cómo se relaciona la masa de un átomo con la masa de un mol de ese átomo?

Se sigue trabajando con los objetos que trajeron los alumnos y se plantea el ejemplo que se describe abajo. Para ello se les indica que cada equipo lo haga con los materiales que trajeron.

Supongan que son vendedores de limones en la central de abastos, y que los van a vender por docenas. Notarán que venderlos por docenas es muy cansado, de modo que miden los limones en unidades de masa, es decir, pesas 1 docena de limones y observas que tienen una masa de 800 g.

Si les piden 15 docenas de limones, ¿cuántos gramos de limones le darás?

*Factor de conversión*

$$\frac{800\text{g de limones}}{1 \text{ docena de limones}}$$

$$15 \text{ docenas} \times \frac{800\text{g de limones}}{1 \text{ docena de limones}} = 12\,000 \text{ g limones} = 12 \text{ Kg de limones}$$

Supongan que les quedaron 11, 500 g de limones, determina cuántos limones quedaron.

$$11\,500 \text{ g de limones} \times \frac{1 \text{ docena de limones}}{800 \text{ g de limones}} = 14.375 \text{ docenas de limones}$$

*Factor de conversión*

$$\frac{12 \text{ limones}}{1 \text{ docena}}$$

$$14.375 \text{ docenas de limones} \times \frac{12 \text{ limones}}{1 \text{ docena}} = 172.5 \text{ limones}$$

Entonces:

La masa en gramos de un mol de cualquier sustancia pura se conoce como *masa molar*. La masa molar de cualquier elemento es numéricamente igual a su masa atómica y tiene las unidades g/mol.

Lo anterior lo extrapolamos a un ejemplo de un elemento químico como el siguiente:

Un átomo de manganeso tiene una masa atómica de 54.94 uma; por consiguiente, la masa molar del manganeso es 54.94 g/mol. Cuando mides 54.94 g de manganeso en una balanza, indirectamente cuentas  $6.02 \times 10^{23}$  átomos de manganeso.

Se necesita preparar una disolución de 3 moles de manganeso, ¿cómo puedes medir esa cantidad?

Se utilizaría el ejemplo similar al de los limones, de modo que para calcular la masa de los moles necesitas multiplicar el número de moles de manganeso requeridos en la reacción (3 moles de manganeso), a través del factor de conversión que relaciona la masa y los moles de manganeso.

### Factor de conversión

Recuerda que 1 mol de manganeso =  $6.02 \times 10^{23}$  átomos de manganeso

$$\frac{54.94 \text{ g de manganeso}}{1 \text{ mol de manganeso}}$$

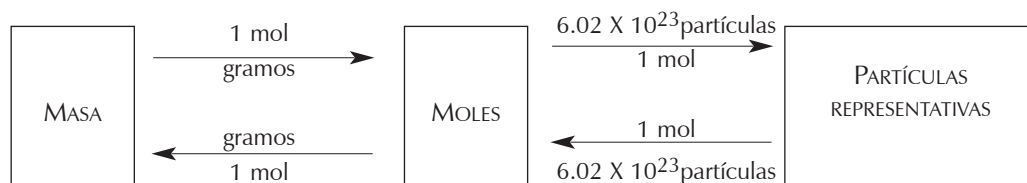
$$3 \text{ moles de manganeso} \times \frac{54.94 \text{ g de manganeso}}{1 \text{ mol de manganeso}} = 165 \text{ g manganeso}$$

Si tengo 260 g de manganeso, ¿cuántas moles tengo en esa cantidad?

### Recuerda el factor de conversión

$$260 \text{ g de manganeso} \times \frac{1 \text{ mol de manganeso}}{54.94 \text{ g de manganeso}} = 4.73 \text{ mol de manganeso}$$

Con estas actividades el alumno aprendió a reconocer el significado cuantitativo de las cantidades pequeñas entre masa, moles y partículas representativas, ya que el mol está en el centro de estos cálculos. La masa siempre debe convertirse a moles antes de ser convertida a átomos y de manera similar, los átomos deben convertirse a moles antes de calcular su masa.



Posteriormente, volvemos a la pregunta que se planteó y los alumnos se quedan sorprendidos de *que tan grande es lo pequeño y que tan pequeño es lo grande*.

Una pregunta que puede plantearse a los alumnos con el propósito de conducirlos a la aplicación de los conceptos anteriores es:

## ¿Dónde puedo usar las unidades que acabamos de conocer?

Los alimentos, las fibras de las prendas con las que vestimos, los plásticos de sus CD, se producen cuando los átomos de las sustancias se reorganizan para formar otras diferentes, que es lo que se denomina *reacción química*, o lo que también se puede llamar cambio químico.

Como ya se sabe, existen varias formas de detectar que se llevó a cabo una reacción química: puede ser mediante un cambio de color, generación de burbujas, cambio en la temperatura, o la emisión de un olor, entre otras.

Vale recordar que en el curso de Química I se revisó que en las ecuaciones químicas pueden emplearse enunciados con palabras para indicar los reactivos y productos de un cambio químico o una reacción química. Sin embargo, las ecuaciones con palabras que ayudan escribir las reacciones químicas son engorrosas y carecen de información importante. De aquí que con el esqueleto de una ecuación o con la estructura básica, se utilicen fórmulas químicas en lugar de palabras para identificar los reactivos y los productos.

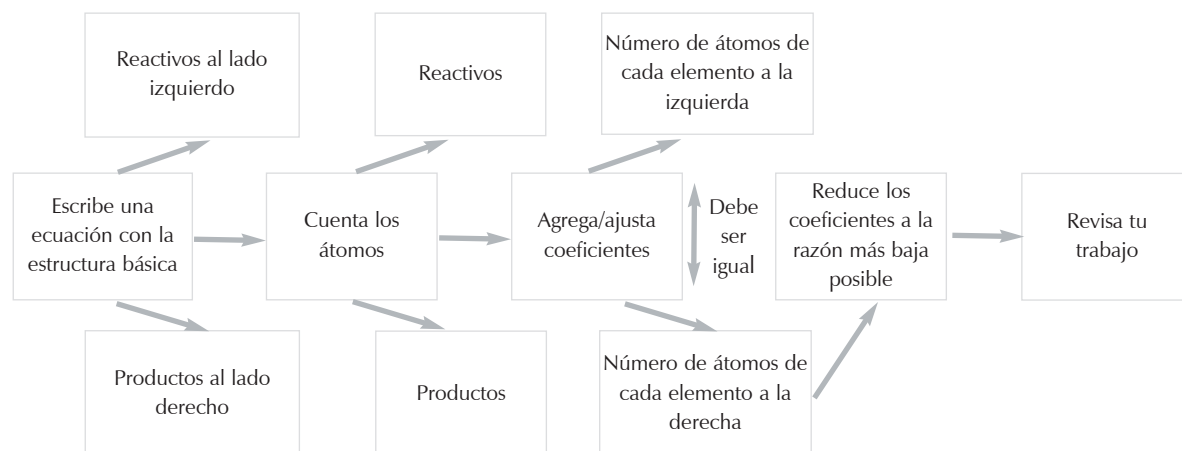
Por otro lado, se les recuerda que la ley de la conservación de la masa establece que la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma, entonces las ecuaciones químicas deben mostrar que *la materia se conserva durante una reacción*.

De esta forma se puede concluir que una *ecuación química* es un enunciado que utiliza fórmulas químicas para mostrar las entidades y cantidades relativas de las sustancias involucradas en una reacción química.

Por ello, es importante que la ecuación química esté balanceada.

## Balanceo de ecuaciones químicas

- Para balancear una ecuación, las fórmulas químicas deben estar correctamente escritas, lo que permitirá identificar los coeficientes correctos.
- En una ecuación química, el coeficiente es el número escrito antes de la fórmula del reactivo o producto. Los coeficientes generalmente son números enteros y no se escriben si su valor es 1.
- Un coeficiente indica el menor número de partículas de la sustancia involucrada en la reacción. Es decir, que los coeficientes de una ecuación balanceada describen la cantidad más pequeña (expresada en números enteros) de cada uno de los reactivos y productos.
- Con este esquema se recordará cómo se balancea una ecuación química:





A continuación se realiza el balanceo de una ecuación química.



Si se realiza el balanceo de la ecuación anterior, queda como sigue:



Se puede corroborar la ley de la conservación de la materia de la siguiente forma:

REACTIVOS NO. DE ÁTOMOS	ELEMENTOS	PRODUCTOS NO. DE ÁTOMOS
1	Fe	1
3	Cl	3
3	Na	3
3	O	3
3	H	3

Esto se puede interpretar en términos de partículas representativas diciendo:



Para llevar a cabo el estudio de las relaciones cuantitativas entre las cantidades de reactivos utilizados y los productos formados por una reacción química, se utiliza como herramienta la *estequiometría*, la cual se basa en la ley de conservación de la masa.

*La estequiometría es utilizada para saber cuánto producto se formará a partir de cierta cantidad de reactivo ó qué cantidad de reactivo se necesita para obtener una cantidad "x" de producto; es por ello que se realizan cálculos estequiométricos.*

Se pueden hacer conversiones estequiométricas masa-masa ó mol-mol, dependiendo de lo que se solicite.

*Estequiometría masa-masa:* este proceso se utiliza cuando se necesita conocer la cantidad de cada reactivo que se debe utilizar para producir la masa del producto que se desee.



Se realizan cálculos de las masas moleculares de cada uno de los reactivos y productos.

REACTIVOS	PRODUCTOS
$\text{FeCl}_3$ 1 átomo de Fe    1 X 55.85 g = 55.85 g 3 átomos de Cl   3 X 35.45 g = 106.35 g  <div style="text-align: right;">total            162.20 g</div>	$\text{Fe(OH)}_3$ 1 átomo de Fe    1 X 55.85 g = 55.85g 3 átomos de O    3 X 16 g     = 48 g 3 átomos de H    3 X 1 g       = 3 g  <div style="text-align: right;">total            106.85</div>
3 NaCl 3 átomos de Na    3 X 23 g    = 69 g 3 átomos de O    3 X 16 g    = 48 g 3 átomos de H    3 X 1 g     = 3 g  <div style="text-align: right;">total            120 g</div>	3 NaCl 3 átomos de Na    3 X 23 g    = 69 g 3 átomos de Cl    3 X 35.45 g = 106.35 g  <div style="text-align: right;">total            175.35 g</div>

Entonces:



Si se cuenta con 980 g de  $\text{FeCl}_3$  para realizar la reacción química, ¿cuántos gramos de  $\text{Fe(OH)}_3$  se producirán?

*Factor de conversión*

$$\frac{106.85 \text{ g Fe(OH)}_3}{162.20 \text{ g FeCl}_3}$$

$$980 \text{ g FeCl}_3 \times \frac{106.85 \text{ g Fe(OH)}_3}{162.20 \text{ g FeCl}_3} = 645.58 \text{ g de Fe(OH)}_3$$

Si se trabaja con una *relación mol-mol*, entonces se aplica el concepto mol a la ecuación química balanceada de la siguiente manera:



Si se adicionan 5 moles de  $\text{FeCl}_3$  en la reacción química, ¿cuántos moles de NaCl se obtendrán?

*Factor de Conversión*

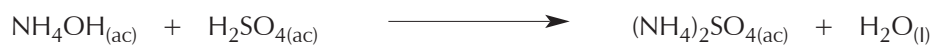
$$\frac{3 \text{ moles de NaCl}}{1 \text{ mol de FeCl}_3}$$

Entonces:

$$5 \text{ moles de FeCl}_3 \times \frac{3 \text{ moles de NaCl}}{1 \text{ mol de FeCl}_3} = 15 \text{ moles NaCl}$$

se producirán 15 moles de NaCl.

Otro ejemplo: obtención de sulfato de amonio como fertilizante:



*Paso 1. Balancear la ecuación química*



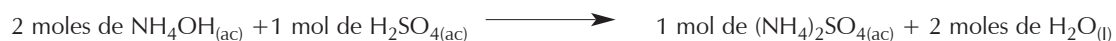
REACTIVOS No. de Átomos	ELEMENTOS	PRODUCTOS No. de Átomos
2	N	2
12	H	12
6	O	6
1	S	1

*Paso 2. Representemos las partículas representativas y los moles*



*Paso 3. Relación masa-masa*

Calcular cuántos gramos de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  sulfato de amonio se obtienen si se adicionan a la reacción 3500 g de  $\text{NH}_4\text{OH}$  hidróxido de amonio



Se procede a realizar cálculos de las masas moleculares de cada uno de los reactivos y productos.

REACTIVOS		PRODUCTOS	
$2\text{NH}_4\text{OH}$		$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	
2 átomos de N	$2 \times 14 \text{ g} = 28 \text{ g}$	2 átomos de N	$2 \times 14 \text{ g} = 28 \text{ g}$
10 átomos de H	$10 \times 1 \text{ g} = 10 \text{ g}$	8 átomos de H	$8 \times 1 \text{ g} = 8 \text{ g}$
2 átomos de O	$2 \times 16 \text{ g} = 32 \text{ g}$	1 átomo de S	$1 \times 32 \text{ g} = 32 \text{ g}$
		4 átomos de O	$4 \times 16 \text{ g} = 64 \text{ g}$
total	70 g	total	132 g
$\text{H}_2\text{SO}_4$		$2\text{H}_2\text{O}$	
2 átomos de H	$2 \times 1 \text{ g} = 2 \text{ g}$	4 átomos de H	$4 \times 1 \text{ g} = 4 \text{ g}$
1 átomo de S	$1 \times 32 \text{ g} = 32 \text{ g}$	2 átomos de O	$2 \times 16 \text{ g} = 32 \text{ g}$
4 átomos de O	$4 \times 16 \text{ g} = 64 \text{ g}$		
total	98 g	total	36 g



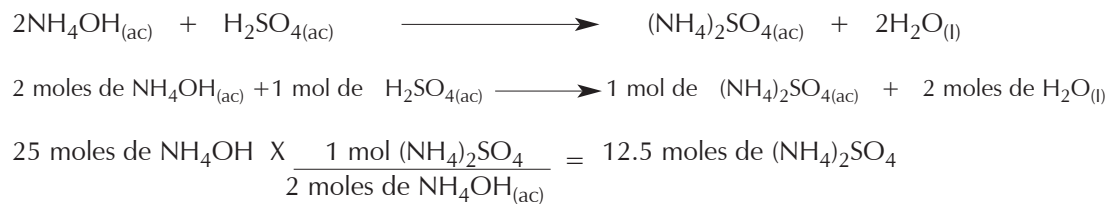
*Factor de conversión*

$$3500 \text{ g de NH}_4\text{OH} \times \frac{62 \text{ g}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{70 \text{ g NH}_4\text{OH}} = 3100 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$$

Se producen 3100 g de sulfato de amonio

*Paso 4. Relación mol-mol*

Calcula cuántos moles de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (sulfato de amonio) se obtienen si se adicionan a la reacción 25 moles de  $\text{NH}_4\text{OH}$  hidróxido de amonio.



Se producirán 12.5 moles de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

*Profesor(a): se les sugiere proponer una serie de ejercicios para que los alumnos los resuelvan en clase o como tarea.*

## Actividad experimental ESTEQUIOMETRÍA DE UNA REACCIÓN

### Obtención de un fertilizante

#### Objetivos

Que el alumno:

1. Recuerde la nomenclatura de ácidos y bases.
2. Realice cálculos de concentración de disoluciones.
3. Realice cálculos estequiométricos para determinar la cantidad de sulfato de amonio y el rendimiento de la reacción.
4. Valore la importancia de los fertilizantes.

#### Materiales

1 vaso de precipitados de 100 ml  
1 parrilla de calentamiento con agitación  
1 probeta de 50 ml  
1 pipeta de 10 ml  
1 varilla de vidrio  
1 matraz Erlenmeyer de 250 ml  
1 embudo  
papel filtro

#### Sustancias

Ácido sulfúrico 1M  
Hidróxido de amonio 2M  
Agua destilada

#### Manejo de reactivos

*Ácido sulfúrico.* Líquido corrosivo, causa quemaduras severas, puede ser *fatal* si se *ingiere* o tiene *contacto con la piel*; cuando se mezcla con agua produce bastante calor.

*Precaución.*

Evite el contacto con los ojos, piel o ropa; lávese las manos inmediatamente después de usarlo.

*Hidróxido de amonio.* Líquido corrosivo, puede ser *fatal* si se *ingiere* o *inhala*; los vapores pueden causar quemaduras en el área de contacto.

*Precaución.*

No respire el vapor. Se debe de usar con ventilación adecuada. Lávese las manos después de manejarlo.

### Procedimiento

1. Colocar 15 ml de ácido sulfúrico 1M en un vaso de precipitados.
2. Medir 15 ml de Hidróxido de amonio 2M.
3. Agregar lentamente el hidróxido de amonio en el vaso de precipitados que contiene el ácido sulfúrico y agitar suavemente.
4. Evaporar la solución, colocar el vaso en la parrilla de calentamiento con agitación constante hasta obtener la cristalización.
5. Colocar los cristales en un vidrio de reloj, dejar secar.
6. Pesar los cristales obtenidos.

### Cuestionario

1. Escribe la reacción química que corresponde al experimento y realiza el balanceo correspondiente.
2. Investiga las propiedades físicas de los reactivos y de los productos.
3. ¿Cuántos gramos de ácido sulfúrico se necesitan para que reaccione todo el hidróxido de amonio?
4. ¿Qué compuesto es el precipitado que se formó? Escribe su fórmula.
5. ¿Cuántos moles de sulfato de amonio y agua se deben obtener?
6. ¿Cuántos gramos de precipitado obtuviste realmente?

### Conclusiones

---

---

---

---

*Nota al profesor: la finalidad de este experimento es hacer énfasis en los aspectos de estequiometría y en las reacciones de sustitución, por lo que no se revisan otros conceptos más, como las reacciones de ionización que tienen lugar.*



## Estrategia 8: Importancia de la acidez del suelo

---

### Introducción

Con esta estrategia se introduce a los alumnos en la comprensión de los cambios de  $pH$  que sufre el suelo al modificar su composición química, y así establecer la importancia que tiene la acidez o basicidad de un suelo en la asimilación de nutrimentos de las plantas.

Asimismo, se revisarán los conceptos de ácido y base a partir de los cuales se llegará a comprender las reacciones de neutralización como otra manera de producir sales.

### Objetivos

El alumno:

1. Diferenciará mediante sus propiedades a los ácidos y las bases.
2. Establecerá que la reacción de neutralización es el resultado de que los ácidos y las bases se combinan (método de obtención de sales).
3. Conocerá la importancia del  $pH$  del suelo para la asimilación de diversos nutrimentos.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Aplique sus conocimientos sobre los métodos de obtención de sales.
2. Diferencie a las reacciones de neutralización de otras ya estudiadas.
3. Identifique las características de los ácidos y las bases.
4. Conozca la teoría de Arrhenius.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Desarrolle sus habilidades de observación.
2. Exprese en forma oral, escrita y con sus propias palabras los conceptos de ácido, base, sal, escala de  $pH$  y teoría de Arrhenius.
3. Formule hipótesis para explicar las preguntas referentes al tema.
4. Maneje adecuadamente el material de laboratorio durante el trabajo experimental.

### Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Compromiso para cumplir con las tareas personales asignadas.
2. Respeto por el trabajo de los integrantes del grupo.
3. Cooperación y compromiso en el desarrollo de las tareas realizadas en equipos de trabajo.



## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿De qué forma influye el pH del suelo en la obtención de buenas o malas cosechas?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los alumnos realizarán una investigación bibliográfica acerca de las propiedades de los ácidos, las bases, los postulados de la Teoría de Arrhenius y el concepto de pH.

De manera individual se les revisará la investigación y posteriormente, por equipo, contestarán el cuestionario número 1 (anexo 24) que se sugiere y en el cual se integran los conceptos anteriores.

### ACTIVIDAD 2

#### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Esta actividad está orientada hacia la comprobación de algunas de las propiedades de los ácidos y bases investigadas, como el cambio de coloración que producen con los indicadores, la conductividad eléctrica, la sensación al tacto, su comportamiento frente a los metales y la medición del pH.

#### DISCUSIÓN GRUPAL PARA EL ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Es importante realizar esta actividad para diferenciar a los ácidos de las bases de acuerdo a lo investigado y realizado en el experimento.

### ACTIVIDAD 3

#### PREGUNTA GENERADORA

*¿De qué forma influye el pH del suelo en la obtención de buenas o malas cosechas?*

Los alumnos responderán la pregunta generadora y se promoverá la participación en pequeños grupos para analizar las posibles respuestas.

#### DISCUSIÓN DIRIGIDA

El profesor dirigirá la discusión hacia la influencia que tiene el carácter ácido-básico de las sales minerales en el pH del suelo.

#### LECTURA: CARÁCTER ÁCIDO-BÁSICO DE LAS SALES MINERALES Y SU INFLUENCIA EN EL SUELO

Proporcionar la lectura (anexo 25) y promover el análisis de la misma, para concluir acerca de la importancia de la absorción de los nutrientes del suelo.

## DISCUSIÓN GRUPAL

Escribir las conclusiones e ideas importantes de los alumnos en el pizarrón. Aplicar el cuestionario 2 (anexo 26) para centrar la discusión.

## ACTIVIDAD 4

### DISEÑO EXPERIMENTAL

Los alumnos diseñarán y realizarán una actividad experimental para determinar el pH de una muestra de suelo.

### INVESTIGACIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos (suelo ácido, básico o neutro), se les pedirá que investiguen qué tipo de plantas o cultivos se dan en los diferentes tipos de suelos.

### LECTURA PARA PROFESORES PARA EL TEMA DE NUTRIENTES DE LOS SUELOS

El anexo 27 es una lectura dirigida a los profesores para ampliar la información acerca de las consecuencias de la falta de asimilación de algún nutriente debido a su pH. También se incluye una lectura para alumnos, denominada "Nutrientes presentes en el suelo" (anexo 27 bis).

## ACTIVIDAD 5

### EJERCICIOS

El maestro es quien proporcionará a los alumnos una serie de ejercicios y con la finalidad de:

1. Comprobar la comprensión de la escritura correcta de símbolos, fórmulas y ecuaciones químicas.
2. Balancear por tanteo cantidades de reactivos y productos obtenidos.

Retomar la discusión de la teoría de Arrhenius para explicar el proceso de neutralización. Darle diversos ejemplos o que los estudiantes los investiguen.

## ACTIVIDAD 6

### EVALUACIÓN FORMATIVA

- a) Revisar y asignar calificación al cumplimiento de las tareas con el objeto de fomentar la responsabilidad.
- b) Tomar los cuestionarios como pruebas o exámenes objetivos.
- c) Tomar en cuenta la participación en la discusión por equipo y grupal.
- d) Para evaluar la actividad experimental se puede utilizar la rúbrica que en otros momentos se ha propuesto.

## ANEXO 24

### Cuestionario 1: para alumnos PROPIEDADES DE ÁCIDOS Y BASES

1. ¿Qué propiedades caracterizan a los ácidos? Enumera cinco de ellas.
2. ¿Qué ocurre al agregar agua a un ácido? Explica.
3. ¿Cuál ácido es más activo? ¿Un concentrado o un diluido? Explica.
4. ¿Cómo demostrarías experimentalmente lo anterior? Describe.
5. ¿Todos los metales reaccionan con los ácidos de igual manera? ¿Cómo podrías saberlo? Explica.
6. ¿Qué se obtiene al hacer reaccionar un ácido con una base?
7. ¿Con qué nombre se conoce a las reacciones de la pregunta anterior? Explica.
8. ¿Cuáles son las propiedades comunes de las bases?
9. ¿Cuál es el ión común en las bases o hidróxidos?
10. Explica qué es un ácido y una base de acuerdo a la teoría de Arrhenius.
11. Da un ejemplo de un ácido en función de su capacidad para aceptar o donar protones.
12. Da un ejemplo de una base en función de su capacidad para aceptar o donar protones.
13. ¿Qué relación existe entre el carácter ácido-base de una sustancia química y su pH?
14. ¿Qué es el pH de una sustancia?
15. Dibuja o esquematiza la escala del pH.

## ANEXO 25

### Lectura para alumnos

#### CARÁCTER ÁCIDO-BÁSICO DE LAS SALES MINERALES Y SU INFLUENCIA EN EL SUELO

Uno de los métodos para obtener sales consiste en hacer reaccionar un ácido con una base, lo que se conoce como reacciones de neutralización. Estas sales, al disolverse en agua, permiten que la solución adquiera un carácter ácido o básico, aunque hay algunas sales que no alteran el pH. Algunas formas de conocer el grado de acidez o basicidad de una solución son mediante el uso de indicadores que a través del vire de color nos indiquen su pH, o bien midiéndolo con un aparato llamado potenciómetro.

#### Tipos de sales

De acuerdo a su grado de acidez, las sales se clasifican en:

##### Sales básicas

En solución, dan valores de pH mayores a 7. (Ejemplos)

$\text{Na}^+$	y	$\text{S}^{2-}$	$\text{Na}_2\text{S}$	sulfuro de sodio
$\text{Mg}^{2+}$ , $\text{OH}^-$	y	$\text{Cl}^{1-}$	$\text{MgClOH}$	cloruro básico de magnesio
$\text{Na}^+$	y	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	carbonato de sodio

##### Sales neutras

El pH resultante de la disolución de estas sales es 7. (Ejemplos)

$\text{Na}^+$	y	$\text{Cl}^-$	$\text{NaCl}$	cloruro de sodio
$\text{K}^+$	y	$\text{NO}_3^-$	$\text{KNO}_3$	nitrate de potasio

##### Sales ácidas

En solución acuosa, el pH de estas sales es menor a 7. En las sales ácidas se encuentra un metal unido a un radical negativo, pero entre ellos está el hidrógeno. Para nombrarlas se utiliza el nombre del radical negativo (anión) con el prefijo *bi* y después se anota el nombre del metal, ejemplos:

$\text{Li}^{1+}$	y	$\text{HCO}_3^{1-}$	$\text{LiHCO}_3$	bicarbonato de litio
$\text{K}^{1+}$	y	$\text{HSO}_3^{1-}$	$\text{KHSO}_3$	bisulfito de potasio
$\text{Ca}^{2+}$	y	$\text{HSO}_4^{1-}$	$\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$	bisulfato de calcio

## Compuestos hidratados

Estos compuestos contienen agua de cristalización en su constitución, que les proporciona un color específico, que normalmente es independiente del pH.

Ejemplos:



hidróxido de litio mono hidratado

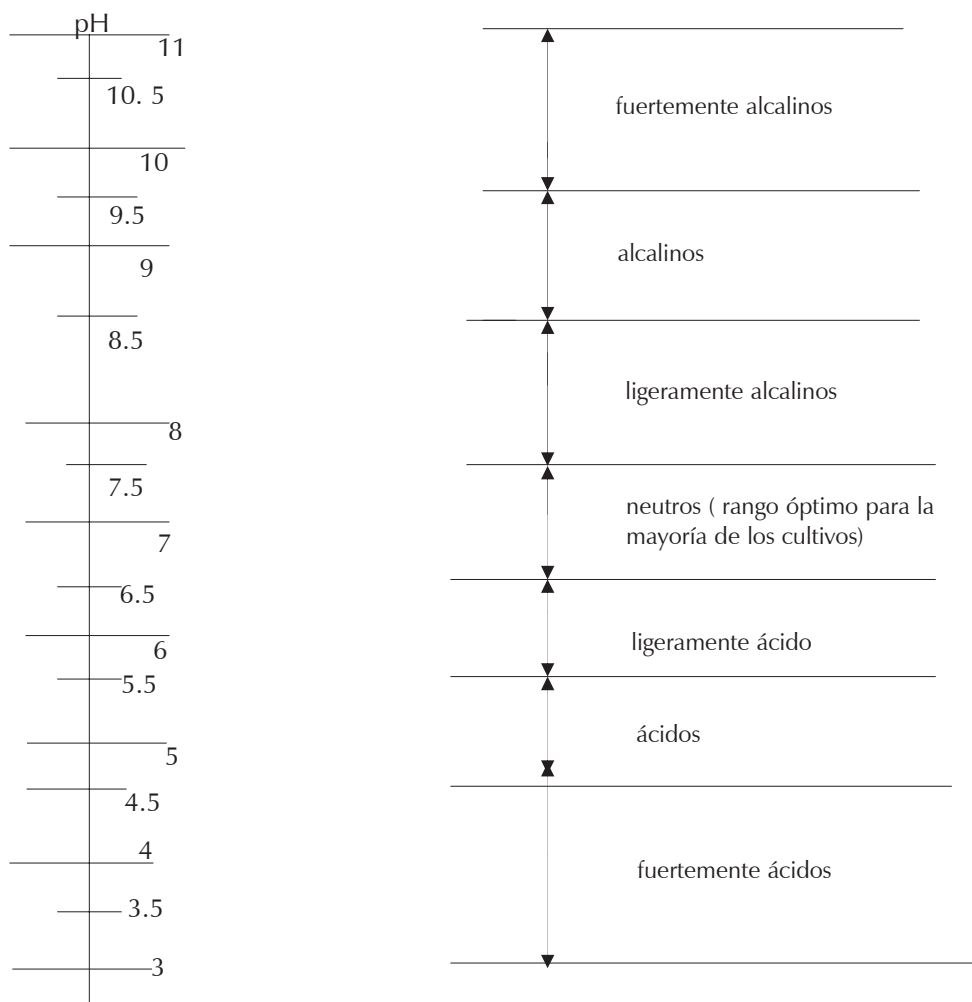
sulfato cúprico penta hidratado

sulfato ferroso hepta hidratado

## Influencia de la acidez en el suelo

El estado de acidez del suelo se conoce como reactividad del suelo. Los principales factores que determinan la intensidad de acidez de éste son la lluvia, la irrigación, el drenaje, la presencia de sales minerales, el tiempo de explotación y la fertilización.

La existencia del agua en el suelo provoca que las sales minerales presentes en él puedan disolverse formando disoluciones que adquieren un carácter ácido, básico o neutro. Estas condiciones se expresan en el pH del suelo. Los diferentes niveles de pH se determinan mediante una escala que indica la reactividad del suelo. Por ejemplo:



El pH puede tener efectos directos o indirectos en el desarrollo de las plantas. Los directos se relacionan con los efectos tóxicos a un pH menor de 4. Los indirectos actúan sobre la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes. No obstante, en el rango de pH de 4 a 9, no es perjudicial para las plantas.

El valor de pH en varias de las tierras se encuentra entre 4 y 8. En la mayoría de los casos, los cultivos prosperan mejor en suelos con valores de pH entre 6 y 7. El pH del suelo ejerce la influencia individual más importante sobre el aprovechamiento de los nutrientes alimenticios que hacen crecer los cultivos, y del mismo modo, actúa sobre la eficiencia con la cual el cultivo hace uso del fertilizante.

En los valores altos de pH del suelo, los elementos que se encuentran en pequeñas proporciones como el cobre, manganeso, zinc y hierro se hacen menos aprovechables, mientras que con el molibdeno sucede lo contrario. En la mayoría de los suelos, el aprovechamiento de los fosfatos baja rápidamente con valores de pH menores de 6.5.

Considerando todos los elementos nutritivos, probablemente el pH óptimo sea de 6.5, aunque deben tomarse en cuenta las necesidades particulares de cada cultivo. Si bien la excesiva acidez del suelo da lugar a problemas de producción en las zonas húmedas, la alcalinidad y la excesiva acumulación de sales solubles en el suelo son problemas igualmente graves en los lugares áridos y semiáridos.

### Cuestionario 2: para alumnos pH DEL SUELO

1. ¿De qué depende el pH del suelo?
2. Cuándo un suelo se acidifica, ¿su valor de pH aumenta o disminuye? ¿Por qué?
3. ¿De qué cationes depende el pH del suelo?
4. ¿De dónde provienen esos cationes?
5. ¿A través de qué procesos se pierden esos cationes?
6. ¿Qué sucede con los suelos donde llueve mucho?
7. Al producirse la salinización en el suelo, ¿qué ocurre con el pH?
8. ¿Cuál es el pH óptimo para la mayoría de los cultivos?
9. ¿Cuáles son las principales causas de acidificación de un suelo?
10. ¿Para qué se usa la escala de pH?
11. ¿Cuándo se dice que un suelo es neutro?
12. ¿Cuál es la importancia del pH en el suelo?

## ANEXO 27

### Lectura para el profesor

#### DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN LOS SUELOS

Las reacciones químicas que ocurren en el suelo tienen gran influencia en el desarrollo y productividad de los cultivos. Los suelos ligeramente ácidos o alcalinos son los mejores para la mayoría de los cultivos.

El pH del suelo tiene una influencia decisiva en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. De hecho, el pH determina la eficiencia con que las plantas pueden usar los nutrientes. La mayoría de los suelos muestran un pH entre 4 y 8. Una acidez marcada es un síntoma de deficiencias de nutrientes. En este caso, las partículas del suelo retienen más constituyentes ácidos que elementos nutritivos.

A valores extremos de pH, la liberación y absorción de los nutrimentos no puede realizarse adecuadamente. La concentración de iones de hidrógeno es fundamental en los procesos fisicoquímicos y biológicos del suelo. Así, el pH de un suelo va a condicionar el hecho de que éste sea o no adecuado para el desarrollo de determinadas plantas y organismos. Además, los cambios en el pH del suelo pueden influir en el desarrollo de las plantas y/o llegar a modificar el ambiente del suelo.

pH Y LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES											
muy ácido			ácido			alcalino			muy alcalino		
					nitrógeno						
					fósforo						
					potasio						
					azufre						
						calcio					
						magnesio					
			hierro								
		manganeso									
		boro									
		cobre y cinc									
						molibdeno					
muy ácido			ácido			alcalino					



La acidez en el suelo se debe a la presencia de diferentes sustancias químicas tales como:

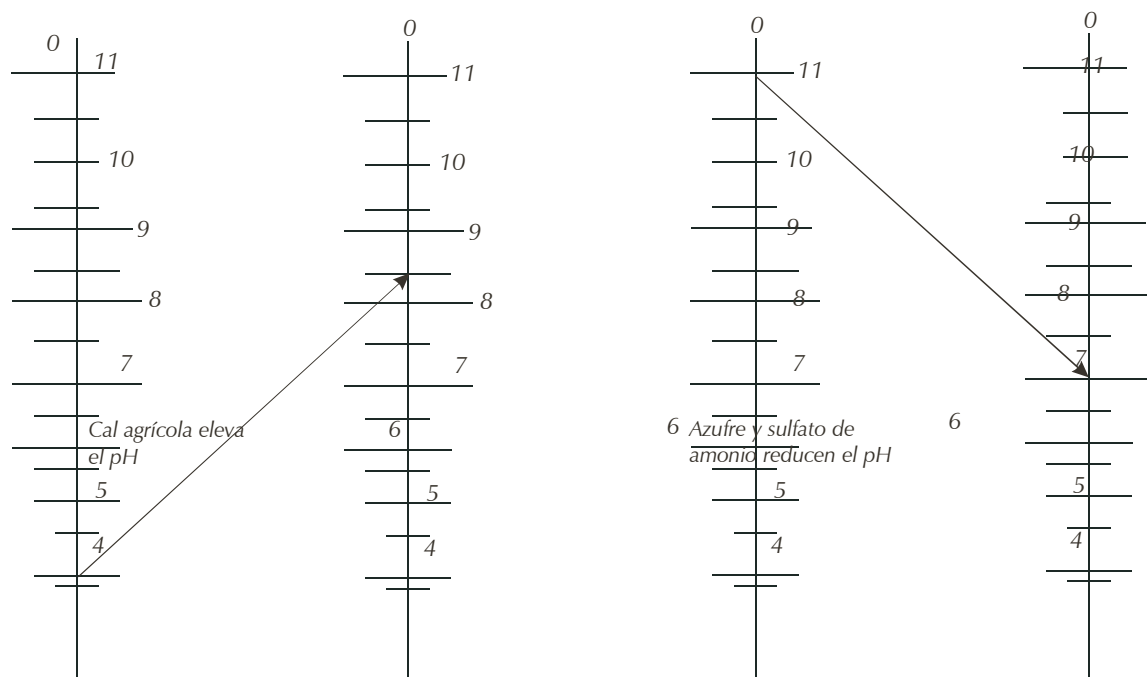
- Materia orgánica
- Arcillas aluminosilicatadas
- Óxidos de hierro y aluminio
- Sales solubles en agua
- $\text{CO}_2$

Demasiada acidez (valores de  $\text{pH} = 5$  o menores) puede indicar deficiencia o indisponibilidad de elementos tales como el calcio, magnesio, fósforo, molibdeno, boro. Como son suelos muy lixiviados, esto ocasiona que los nutrientes se disuelvan demasiado, lo que provoca que sean acarreados lejos o per-meados profundamente como para que puedan ser tomados por las plantas, o bien, se concentran en el suelo de tal forma que llegan a ser tóxicos.

La alcalinidad en los suelos se presenta en regiones áridas o semiáridas, con precipitación insuficiente para disolver las sales del suelo y por efecto de la roca basal. La acidez del suelo determina cuáles nutrientes están disponibles para las plantas. *Los mejores suelos son los que tienen valores de  $\text{pH}$  entre 5.8 a 7.5.*

Las sales<sup>4</sup> que se encuentran en mayor concentración en suelos salinos son los cloruros de sodio, calcio y magnesio y en menores concentraciones los carbonatos de calcio, sodio y magnesio, los nitratos de sodio, los boratos de sodio y potasio.

- La acidez del suelo se puede reducir a través de aplicaciones de piedra caliza o dolomítica en forma de cal agrícola, que contiene también magnesio.
- La alcalinidad del suelo se reduce con la aplicación de fertilizantes ácidos u otros materiales tales como el sulfato de amonio, flor de azufre o sulfato férrico.



<sup>4</sup> Guía del Profesor de Química II Leonor Pinelo B. y Rosalinda Rojano R.

Estos materiales deben distribuirse uniformemente e incorporarse durante la labranza. En suelos con un pH menor de 6.5, se reduce la disponibilidad del fósforo y del molibdeno. En suelos con un pH mayor de 6.5, se reduce la disponibilidad de cobre, manganeso, cinc y hierro.

Los suelos arenosos son menos resistentes a cambios bruscos en sus reacciones. Es decir, su pH puede fluctuar fácilmente. Su capacidad de amortiguamiento es pequeña. Al contrario, suelos arcillosos y suelos ricos en materia orgánica son más resistentes a cambios en su pH, o sea, tienen más poder de amortiguamiento. Por esto, en suelos arenosos se deben efectuar las correcciones de reacción gradualmente.

La lectura donde se señala la utilidad de los diferentes nutrimentos en el suelo es opcional para entregarlas a los alumnos. Lo que sí es recomendable es que sea la información mínima que posean los mismos.

## ANEXO 27bis

### Lectura para alumnos

#### NUTRIENTES PRESENTES EN EL SUELO

El suelo posee nutrientes que son sustancias químicas asimilables por las plantas y pueden clasificarse en dos tipos: orgánicas e inorgánicas. Éstas se encuentran disueltas o en suspensión. Los nutrientes cruzan la pared de las raíces de las plantas para ser asimilados por ellas. Por eso, para mantener un crecimiento sano, es necesario que el suelo posea un amplio rango de nutrientes y que éstos se mantengan balanceados para satisfacer las necesidades individuales de los cultivos. Las plantas absorben los elementos nutritivos en ciertas cantidades las cuales asimila de acuerdo a su desarrollo y se clasifican:

- Macro elementos o nutrimentos primarios
- Elementos secundarios
- Micro elementos

MACRO ELEMENTOS	ELEMENTOS SECUNDARIOS	MICRO ELEMENTOS
Nitrógeno (N)	Calcio (Ca)	Manganeso (Mn)
Fósforo (P)	Magnesio (Mg)	Cobre (Cu)
Potasio (K)	Azufre (S)	Cinc (Zn)
		Hierro (Fe)
		Molibdeno (Mo)
		Boro (B)

*Nutrimentos primarios ó macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio):* se denominan así porque normalmente la tierra no puede suministrarlos en las cantidades relativamente altas que se necesitan para el desarrollo saludable de la planta. El comportamiento y las funciones de estos elementos en el suelo y la planta son diferentes.

*Nitrógeno:* es fácilmente soluble en el agua del suelo y sólo parcialmente retenido por las partículas de éste. Se pierde fácilmente por lixiviación. Alimenta a los microorganismos y favorece así la descomposición de la materia orgánica fresca o con escaso nitrógeno.

El nitrógeno le da un color verde intenso y sano a las plantas. Favorece un crecimiento rápido y aumenta la producción de hojas. Forma las proteínas en los cultivos alimenticios y forrajeros. Mejora la calidad de las hojas de las verduras. Si se aplica nitrógeno en exceso, puede retardarse la maduración de la planta y favorecer su susceptibilidad a enfermedades.

**Fósforo:** reacciona rápidamente con otros elementos químicos del suelo, por lo cual se forman componentes menos solubles. Por lo tanto, sólo pequeñas proporciones quedan disponibles para la planta. Este proceso se llama fijación.

El fosfato no se pierde por lixiviación. Estimula la formación y crecimiento temprano de las raíces, favorece un arranque vigoroso y rápido de la planta, favorece la floración, acelera su madurez, y su lozanía y ayuda a la formación de las semillas. Mejora la resistencia contra el efecto de las bajas temperaturas en el invierno.

**Potasio:** las partículas del suelo lo retienen con facilidad. La pérdida de potasio por lixiviación es menor en todos los suelos con excepción de los arenosos. Se agota especialmente con la explotación intensiva de cultivos que requieren grandes cantidades de este elemento. Aumenta el vigor de las plantas, el tamaño de granos y semillas y su resistencia a las enfermedades, a los efectos de temperaturas frías. Mantiene el desarrollo de las raíces y los tubérculos. Coadyuva a la producción de proteínas en las plantas. Atiesa los pastos y los tallos. Es esencial para la formación y transferencia de los almidones, azúcares y aceites. Regula el consumo de agua en las plantas. Mejora la calidad de los frutos. Auxilia en la formación de la antocianina (color rojo de las hojas y del fruto).

**Nutrientes o elementos secundarios (calcio, magnesio y azufre):** se llaman así porque también los necesitan las plantas, pero en menores cantidades que los primarios. En algunas regiones se presentan en proporciones adecuadas, pero faltan en otras.

**Calcio:** activa la formación temprana y el crecimiento de las raicillas, mejora el vigor general de la planta y atiesa el pasto; promueve la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes. Mejora la estructura del suelo y la retención del agua. Sin embargo, un exceso provoca una deficiencia de potasio, fosfato, magnesio, zinc y hierro. En determinadas formas, el calcio tiene una influencia sobre la reacción del suelo porque rectifica la acidez del mismo.

**Magnesio:** el comportamiento de este elemento es similar al del calcio. Es un componente esencial de la clorofila, parcialmente soluble en agua, y por esto, susceptible a la lixiviación. Favorece la formación de azúcares en los cultivos. Ayuda a regular la asimilación de otros nutrimentos. Actúa como transportador de fósforo en la planta. Promueve la acción de aceites y grasas. En cierta forma, corrige la acidez del suelo.

**Azufre:** llega al suelo a través de la lluvia, del agua de riego y de la materia orgánica. Ayuda a la liberación de los nutrientes en el caso de un alto contenido de calcio en el suelo, porque baja el pH (corrige la alcalinidad de la tierra). Promueve la formación de los nódulos en las raíces de las leguminosas. Es un ingrediente esencial de las proteínas. Ayuda a mantener el color verde intenso. Estimula el crecimiento más vigoroso de la planta.

**Micronutrientes:** estos nutrientes se requieren sólo en cantidades pequeñas y muy limitadas. No obstante, la deficiencia de uno o más de estos, puede tener mucha influencia sobre el rendimiento y desarrollo de los cultivos.

**Manganeso:** acelera la germinación y la maduración. Aumenta el aprovechamiento del calcio, magnesio y fósforo. Fomenta la oxidación del suelo. Coadyuva en la síntesis de la clorofila y ejerce funciones en la fotosíntesis. Su deficiencia va asociada, a menudo, con la alcalinidad del suelo en tierras excedidas de cal. Cultivos como el maíz, frijol y cereales son particularmente sensibles a las deficiencias de manganeso.

*Cobre:* la deficiencia de cobre afecta principalmente a cultivos tales como cítricos, maíz y cereales. Es importante en la recuperación y utilización de suelos turbosos y de mantillo.

*Cinc:* necesario para la producción normal de la clorofila y para el crecimiento. A menudo es deficiente en su forma aprovechable en los suelos alcalinos o con cal excesiva. Las deficiencias de cinc se muestran a veces en maíz, legumbres, frutales y sorgo.

*Hierro:* el frijol, los frutales y el sorgo son también sensibles a las deficiencias de hierro. Está ligado a la producción de clorofila verde. A menudo, no es aprovechable en las formas que presenta en las tierras tratadas con exceso de cal, las alcalinas o las altamente calcáreas.

*Molibdeno:* es esencial en la asimilación y fijación del nitrógeno por las legumbres. Puede ser importante en las regiones de suelo ácido para cultivos de hortalizas tales como legumbres, tomates, remolachas y crucíferas.

*Boro:* aumenta el rendimiento o mejora la calidad de la alfalfa, el algodón, los frutales, las leguminosas, las verduras y la remolacha, por lo que estos cultivos son bastante sensibles a las deficiencias de este elemento. Está ligado con la asimilación del calcio y con la transferencia del azúcar dentro de la planta. Es importante para la producción seminal de las legumbres; su deficiencia en el maíz puede ocasionar tallos improductivos.

*Cloro:* es el elemento recientemente añadido a la lista de los nutrimentos esenciales conocidos. Muy rara vez es deficiente en las condiciones que prevalecen en el campo.

## Estrategia 9: ¿Es el suelo un recurso natural inagotable?

---

### Introducción

Con las siguientes actividades se pretende hacer el cierre de la unidad. El objetivo de éstas es proporcionar al alumno un panorama de la importancia del suelo y la necesidad de preservarlo, ya que es un medio que nos provee de alimentos.

Se sugiere una serie de lecturas en las que se abordan aspectos como fertilizantes y abonos, sobrepoblación y alimentos, cultivos sin suelo y contaminación del suelo. Se retoman algunos aspectos relevantes de los fertilizantes, con lo que se reafirman los conocimientos referentes a fórmulas y nombres de los compuestos químicos.

### Objetivos

El alumno:

1. Conocerá la importancia que tienen los fertilizantes y abonos para la producción de alimentos.
2. Identificará la problemática que se genera con la explosión demográfica y su relación con la producción de alimentos.
3. Conocerá otras alternativas de cultivo sin suelo.
4. Explicará cuáles son los agentes causantes de la contaminación del los suelos.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Explique el papel que desempeñan los fertilizantes y abonos en la producción de alimentos.
2. Explique la relación que existe entre los problemas de falta de producción de alimentos vs la explosión demográfica.
3. Conozca otros métodos de cultivar sin suelo.
4. Identifique la contaminación de suelos rurales y urbanos como un problema debido al gran impacto ambiental.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Incremente sus habilidades en la selección de información relevante en fuentes bibliográficas.
2. Tenga una actitud de respeto hacia sus compañeros de grupo y de equipo.

## Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Compromiso y responsabilidad ante la problemática ambiental de los suelos y en el planteamiento de alternativas de solución.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Es el suelo un recurso natural inagotable?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### PREGUNTA GENERADORA, LECTURA Y MAPA MENTAL

A partir de la pregunta generadora “¿Es el suelo un recurso natural inagotable?” se les distribuirán a los estudiantes, integrados por equipos, una serie de lecturas que se presentarán durante clase a manera de exposición. (Anexos 28, 29, 30 y 31). Para tal fin, se auxiliarán de algunas otras fuentes bibliográficas para complementar la información.

Finalmente, elaborarán por equipos un mapa mental de las ideas o conceptos que más les hayan impactado.

#### DISCUSIÓN GRUPAL

Se propone realizar una discusión grupal, tomando como referente fundamental los puntos de vista de cada uno de los equipos. Se sugiere utilizar técnicas como corrillos, panel de discusión, teatro.

## Evaluación

Para la evaluación de los aprendizajes de los alumnos, se sugiere considerar el trabajo en la exposición, la elaboración del mapa mental de cada equipo y la participación en cada una de las técnicas.

## ANEXO 28

### Lectura para alumnos

#### FERTILIZANTES Y ABONOS

El objetivo principal de la conservación de la tierra es asegurar el beneficio para un mayor número de gente, durante el máximo tiempo posible. Esto pone de relieve la importancia que tienen los fertilizantes para el hombre, ya que su uso racional permite aprovechar al máximo los recursos naturales. Los materiales empleados en la industria de los fertilizantes se encuentran en depósitos naturales, en productos de la recuperación industrial de la basura y drenajes, aunque también se fabrican, principalmente a partir de las sales de nitrógeno, fósforo y potasio. Estos tres elementos, junto con otros como hidrógeno, oxígeno, carbono, calcio, magnesio, hierro y azufre, se encuentran en la atmósfera y en la tierra de manera natural, pero cuando se agotan el hombre tiene que renovarlos, función que cumplen los fertilizantes.

En general, los fertilizantes son materiales que ayudan a aumentar la velocidad de crecimiento de las plantas y el rendimiento de las mismas para obtener buenas cosechas. Aceleran la madurez y disminuyen el costo de la producción de los alimentos. Son indispensables para la fertilidad del suelo, especialmente en terrenos de agricultura intensiva.

#### Clasificación de los fertilizantes

##### *Fertilizantes inorgánicos*

El nitrato de amonio es una de las fuentes más utilizadas para proveer de nitrógeno a las plantas, del cual se forman sales como urea, nitratos de potasio y calcio, y fosfato de amonio. Se utilizan mucho los fertilizantes potásicos, ya que forman sales solubles en agua.

##### *Fertilizantes nitrogenados*

El nitrógeno y el hidrógeno se utilizan para elaborar amoníaco mediante el método de Haber, el cual puede ser utilizado directamente como fertilizante. Sin embargo, el amoníaco se usa para producir otros fertilizantes sólidos que se pueden transportar y utilizar con mayor facilidad.

- a) *Amoníaco* ( $\text{NH}_3$ ): es la base de casi todos los fertilizantes nitrogenados. Algunas veces es utilizado directamente como tal o en forma de urea,  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ , el cual es producido con amoníaco y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o bien como nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), que es preparado a partir de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).
- b) *Sulfato de amonio*  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ : se obtiene con amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), y ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
- c) *Fosfato de amonio*  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ : que se forma con amoníaco, ( $\text{NH}_3$ ) y ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

*Fertilizantes fosforados*: se obtienen a partir de:

- a) *Roca fosfatada*: mineral de la que se extraen varios productos para hacer diversas sales de calcio, potasio y amonio fosfatados, como ejemplos: fosfato tricálcico  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  y superfosfatos, éste último se obtiene tratando el fosfato tricálcico con ácido sulfúrico:





b) También se fabrica un abono que tiene tres veces más fósforo útil que el fosfato natural; para ello se trata el fosfato natural molido con ácido fosfórico al 70%:



*Fertilizantes potásicos.* Son obtenidos del mar o de los depósitos subterráneos de potasio.

- a) Cloruro de potasio (KCl)
- b) Sulfato de potasio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ )

### *Fertilizantes orgánicos*

La mayoría de los fertilizantes orgánicos son de origen animal y provienen de fuentes tales como huesos, sangre, excrementos, guano y pescado, que al ser debidamente tratados se utilizan como fertilizantes. Todos estos productos tienen valiosas cantidades de fósforo y se aplican a la tierra de diversas maneras, según sean las necesidades del suelo cultivable.

#### *Fertilizantes verdes (abonos verdes)*

Las leguminosas, alfalfa, trébol dulce, trébol rojo, soya, frijol silvestre, chícharo, se utilizan como abono verde porque aumentan las reservas de nitrógeno del suelo. Sin embargo, estas plantas normalmente crecerán en forma adecuada y fijarán nitrógeno suficiente para hacer que su cultivo valga la pena, si el suelo contiene cantidades adecuadas de calcio, fósforo, potasio y azufre.

Este tipo de fertilizantes mejoran la productividad y sus efectos son similares a los que se logran con abono de origen animal. Los abonos verdes pueden ser particularmente útiles en suelos salinos porque reducen la evaporación de la superficie del suelo, y por tanto, su contenido salino, pues absorben el agua del subsuelo y sombrean la superficie. Además, cuando se entierran, sus residuos contribuyen a incrementar que el fósforo y los oligoelementos se asimilen. La descomposición del abono verde libera dióxido de carbono que disminuye el pH, lo que mejora las condiciones para el cultivo siguiente.

#### *Guano*

Constituye uno de los métodos más antiguos para la fabricación de abonos fosfatados y son de gran riqueza como abono. Son el excremento de ciertas aves marinas, si bien en algunas regiones se denomina guano a cualquier excremento animal que sirva de abono. Los depósitos de guano más ricos se localizan en el litoral sudamericano del Pacífico, desde Chile hasta Colombia.

### *Fertilizantes completos*

Un fertilizante completo es una mezcla de sales de nitrógeno, fósforo y potasio.

*Desventajas del uso de fertilizantes:* para usar el fertilizante más adecuado a un cultivo se deben estudiar las propiedades del suelo y las características de las plantas que se desean sembrar. Ello se debe a que éstos no son una panacea, un remedio que pueda utilizarse indiscriminadamente, porque pueden llegar a producir cambios en la estructura del suelo agravando así los problemas de contaminación de agua.

### *Bibliografía*

- Dickson R. T., Química un enfoque ecológico, Edit. Limusa, México
- Ma. Paz Yuste Perez, Biblioteca de la agricultura, 3er. Edición, edit. Idea Books, 2001
- FitzPatrick E.A., Introducción a la ciencia de los suelos, edit. Trillas.

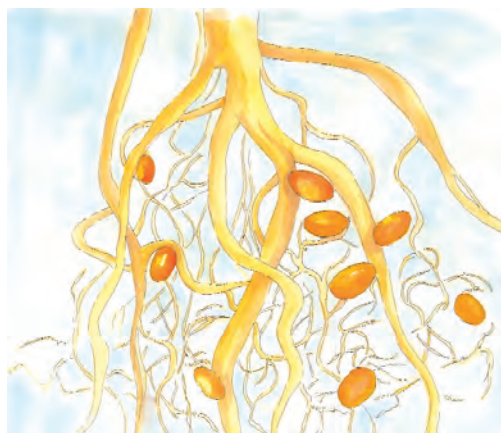
*Realiza un mapa mental a partir de la información de la lectura.*

## ANEXO 29

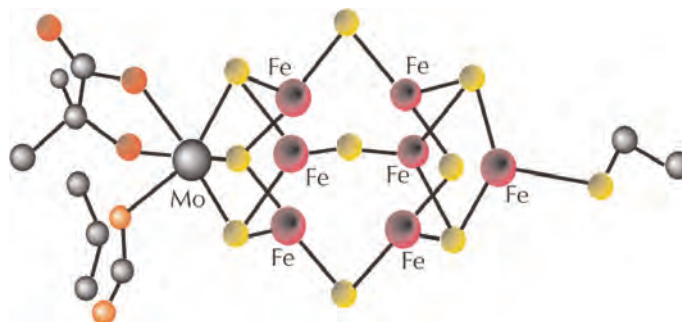
## Lectura para alumnos

## CONTRA EL HAMBRE

Para aumentar la producción agrícola es indispensable incrementar la cantidad de amoníaco en los suelos, pero como los fertilizantes químicos ocasionan graves daños en los ecosistemas, hay muchos centros de investigación que se han dedicado a estudiar el mecanismo mediante el cual las bacterias del género *Rhizobium* transforman el nitrógeno del aire en amoníaco.

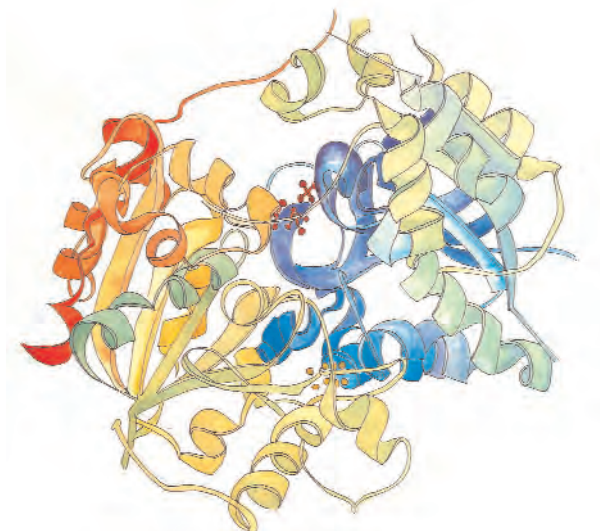


A principios de los años noventa se logró identificar la enzima que realiza esta función, una macromolécula compuesta por dos proteínas: una "pequeña", de peso molecular de 60, 000 unidades de masa atómica o daltones, que contiene varios átomos de hierro, y una grande, de 230, 000 daltones, que además de hierro también contiene molibdeno. La presencia de molibdeno en esta enzima es sorprendente, porque es hasta ahora el único ejemplo de una biomolécula que contenga un metal tan pesado. El molibdeno es el único elemento de la segunda serie de los metales de transición que forma parte de alguna molécula necesaria para la vida.



Es sumamente escaso en la corteza terrestre, en la que hay sólo 1.2 partes por millón, comparadas con las 62, 000 partes por millón de hierro. Sin embargo, podemos atrevernos a decir que nuestra existencia depende de él.

Esta asombrosa enzima ha inspirado a un gran número de químicos inorgánicos alrededor del mundo, que buscan obtener moléculas a base de hierro, molibdeno y azufre, que se asemejen en algo al sitio activo de la nitrogenasa (que es la parte de la enzima donde se lleva a cabo la reacción, actuando como catalizador). Se pretende encontrar alguna que actúe como un buen catalizador para la reacción de síntesis del amoníaco y permita realizar la reacción en condiciones más económicas.



También en el área de la ingeniería genética, esta maravillosa molécula ha motivado el surgimiento de nuevas líneas de investigación. Hay grupos de trabajo que pretenden introducir, en diversos tipos de plantas, la información genética necesaria para establecer la relación simbiótica de las bacterias fijadoras de nitrógeno en especies de gran importancia económica, como el arroz y el trigo, en las que naturalmente no se da esta relación. Es decir, que con algunas ligeras alteraciones genéticas se podría lograr que estos vitales cultivos fueran capaces de prescindir de los fertilizantes sintéticos, lo que contribuiría significativamente al combate contra el hambre.

Estrella Burgos, ¿Cómo ves?, Año 6, No. 64, Publicaciones UNAM, Marzo 2004, pp.22-25

*Realiza un mapa mental a partir de la información de la lectura.*

## ANEXO 30

### Lectura para alumnos CULTIVOS SIN SUELO

Es posible aumentar de forma significativa el control sobre las condiciones ambientales en que las plantas deben desarrollarse, sustituyendo el suelo por un medio menos complejo, pero que cumpla idénticas funciones; es el llamado *cultivo hidropónico*.

Los medios artificiales de cultivo se han creado principalmente para aquellos productos cuyo precio en el mercado tiene mayor margen comercial como flores, plantas ornamentales y hortalizas tempranas, entre otras.

El manejo del cultivo hidropónico precisa de unos conocimientos básicos a nivel técnico y de una gran dedicación por parte del agricultor, sin los cuales se hace muy difícil garantizar la producción. Esta técnica hidropónica se remonta al siglo XVII, cuando Van Helmon, en 1868, plantó un esqueje de sauce en un recipiente especial. Tras regarlo únicamente con agua de lluvia durante cinco años, comprobó su desarrollo. En los últimos tiempos se está extendiendo mucho, aunque hemos de destacar que se requiere de una gran inversión económica.

El cultivo hidropónico consiste en sustituir el suelo por un sustrato natural-artificial. Se pueden distinguir dos técnicas diferentes:

- a) Cultivo sin sustrato, cuya presencia física de suelo es inexistente. Este se lleva a cabo en un tanque de disolución nutritiva, en sistema del film nutritivo y la aeroponía horizontal o vertical.
- b) Cultivo de un sustrato inerte. En este tenemos el cultivo hidropónico en grava o arena y el cultivo hidropónico en lana de roca.

La alimentación de la planta se basa en adicionar un sustrato nutritivo que cubra las necesidades de la misma. Para ello, sólo se añadirán al agua los nutrientes minerales necesarios para su óptimo desarrollo. Como se puede suponer, la solución nutritiva estará compuesta por iones (cationes y aniones) en disolución.

Los factores ambientales más importantes en el cultivo hidropónico son: temperatura, luz, aporte de dióxido de carbono, humedad y contenido de oxígeno en la zona radicular. Todos ellos deben de estar perfectamente estudiados, interrelacionados en función de la producción esperada y de la especie que queremos cultivar.

Debido a la escasez de suelo a la que está sometida la humanidad a nivel mundial, augura grandes éxitos el cultivo hidropónico en un futuro no muy lejano. Permitiendo la producción en lugares donde el suelo no es apto para el cultivo, puesto que la hidroponía precisamente no necesita suelo.

La gran desventaja del cultivo hidropónico es su elevado costo. En principio, lo desaconseja para la producción de hortalizas, vegetales cuyo precio en el mercado es bastante económico, por lo que seguramente se idearán sistemas más baratos de hidroponía para su cultivo.

#### Bibliografía

- Ma. Paz Yuste Pérez, Biblioteca de la agricultura, 3er. Edición, edit. Idea Books, 2001.  
*Realiza un mapa mental a partir de la información.*

## ANEXO 31

### Lectura para alumnos CONTAMINACION DE SUELOS

Los suelos son una mezcla de sustancias minerales y materia orgánica en descomposición. Siendo el suelo un medio receptivo por excelencia, se contamina fácilmente puesto que interacciona químicamente con la litósfera, la hidrósfera y la atmósfera.

La contaminación provoca una perturbación del suelo, que se traduce en una pérdida de calidad y aptitud para su uso o lo hace inutilizable. Esta se asocia con la entrada de sustancias que, a partir de una cierta concentración, deben considerarse como no deseables.

El suelo puede contener una gran variedad de elementos químicos, y en muchas ocasiones resulta difícil establecer a partir de qué momento un cierto elemento deja de ser beneficioso o indiferente, y convertirse entonces en un contaminante.

El hombre destruye enormes extensiones del suelo fértil con técnicas agrícolas inadecuadas como es el empleo de plaguicidas, que son uno de los principales contaminantes del suelo debido a la mala aplicación y el uso excesivo que se hace de ellos en terrenos agrícolas, en huertos y jardines para eliminar las plagas, pero al mismo tiempo, destruye a los microorganismos que son parte vital del suelo, pues sin ellos se vuelve estéril.

Los plaguicidas con alta concentración de azufre y fósforo inhiben el desarrollo de las bacterias fijadoras de nitrógeno, por lo que es conveniente no abusar de estas sustancias, pues aunque son benéficos por erradicar insectos que atacan los cultivos, cuando se introducen a otros organismos como plantas, animales y el propio hombre, resultan muy nocivos, ya que se acumulan y pueden causar la muerte.

Los plaguicidas afectan el ciclo del carbono ya que matan los microorganismos que absorben el carbono y lo devuelven a la atmósfera.



Por otra parte, los suelos cultivables en nuestro país son regados frecuentemente con aguas negras o con aguas residuales sin tratar. Esto produce contaminación por bacterias coliformes, nemátodos y otros más. La mayoría son parásitos que provocan un desequilibrio en el suelo.

Los detergentes son sustancias químicas contaminantes del suelo ya que provocan espumas y capas de diferente constitución química, que elimina la micro flora y la micro fauna generando un descenso en la concentración de oxígeno y una acumulación de organismos que no alcanzan a descomponerse dentro de su proceso natural, por consiguiente, pasado el tiempo se manifiesta una putrefacción masiva de estos organismos, que no es benéfica.

Otra forma de contaminación, es cuando existe la acumulación de algún componente en exceso, que provoca un desequilibrio natural, dando como resultado la obtención y movilización de iones los cuales tienen la capacidad de intercambiarse, produciendo efectos tóxicos para la vegetación. Debido a que modifica el tipo de suelo que se tenía en un principio y puede ser por utilizar un exceso de fertilizantes. Se produce, asimismo, situaciones problemáticas cuando tienen lugar transformaciones químicas de especies que afectan su asimilación por parte de los organismos vivos.

### *Bibliografía*

- Porta Casanellas Jaime, et al., Edafología, para la agricultura y el medio ambiente, 2da. Edición, 1999, Edit. Mundi-Prensa. Dickson R. T., Química un enfoque ecológico, Edit. Limusa, México.



## UNIDAD II. ALIMENTOS, PROVEEDORES DE SUSTANCIAS ESENCIALES PARA LA VIDA

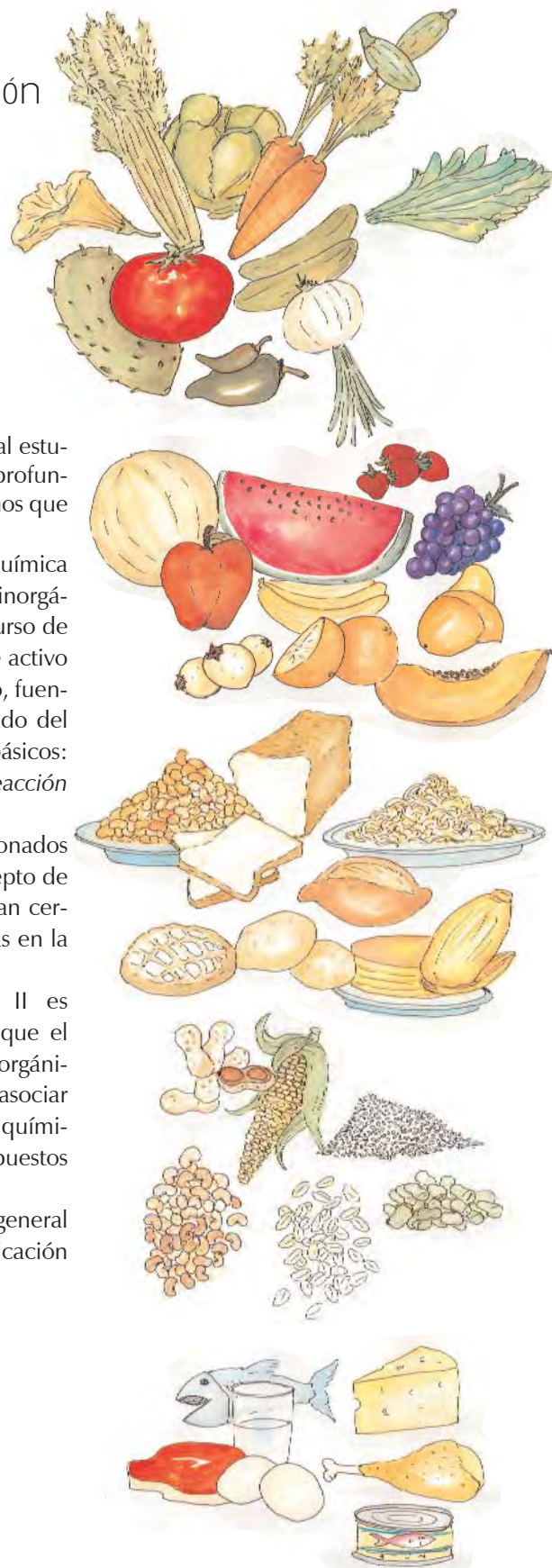
Esta unidad está orientada de modo particular a introducir al alumno al estudio de la química orgánica, sin perder de vista que no es la intención profundizar en ningún tema específico de esta rama de la disciplina. Reiteramos que es una introducción.

Es pertinente precisar que introducir al alumno al estudio de la química del carbono no implica trazar ninguna línea que separe a la química inorgánica, que ha sido el motivo de estudio durante las dos unidades del curso de Química I ("Agua compuesto indispensable" y "Oxígeno, componente activo del aire"), además de la primera unidad del curso de Química II ("Suelo, fuente de nutrimentos para las plantas"). Por el contrario, en este apartado del programa de estudio se fortalece el aprendizaje de los conceptos básicos: *Compuesto, elemento, estructura de la materia, átomo, molécula, reacción química y enlace*, a lo largo de las actividades que se proponen.

Desde el punto de vista químico, además de retomar los mencionados conceptos básicos y avanzar en su comprensión, se introduce el concepto de grupo funcional y biomolécula, asociados a un proceso bioquímico tan cercano al alumno como son los hábitos alimenticios y sus consecuencias en la salud o enfermedad en el organismo.

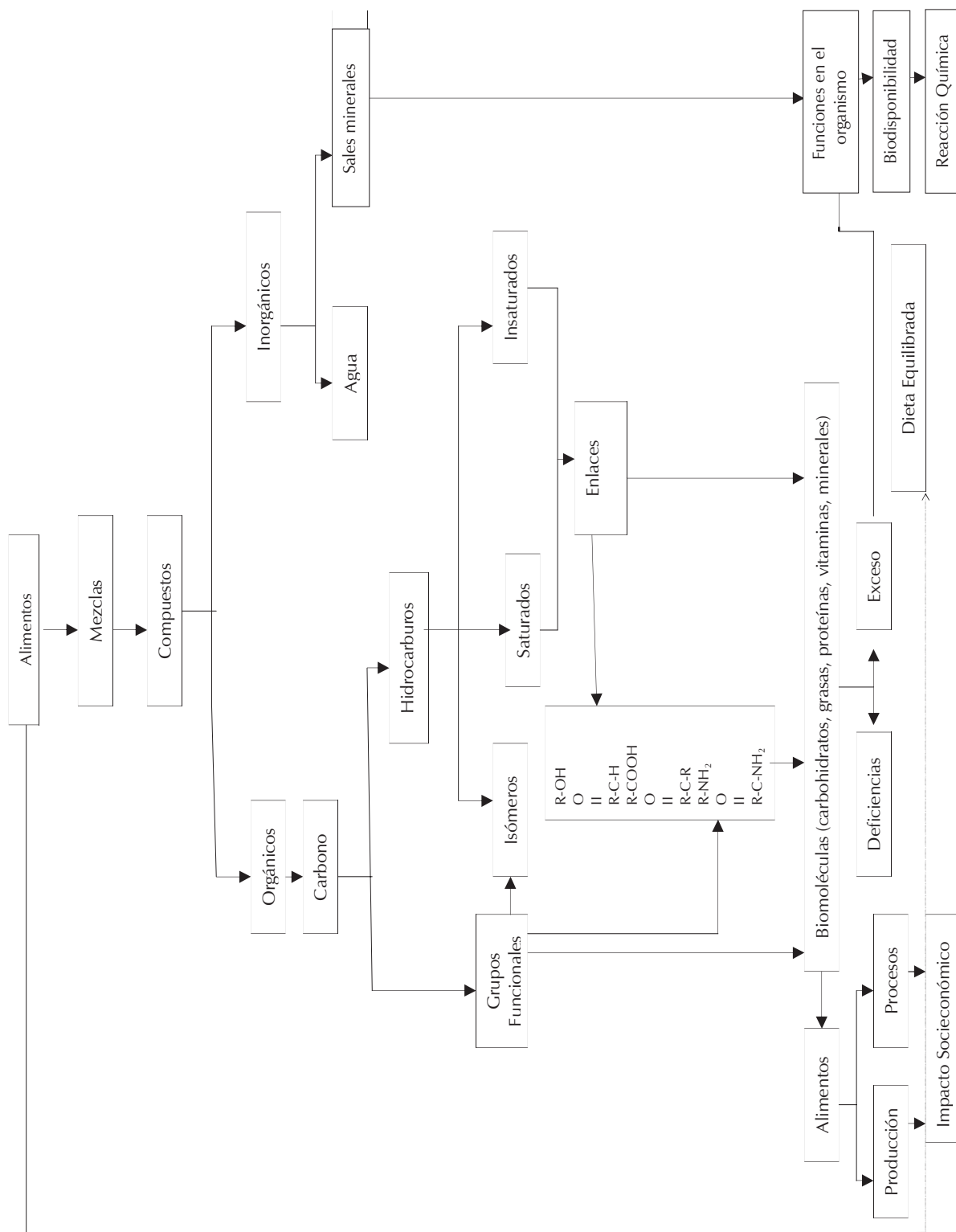
Dado que la siguiente unidad en el curso de Química II es "Medicamentos, productos químicos para la salud", es importante que el alumno identifique y diferencie a los grupos funcionales en química orgánica, además de conocer lo que es la isomería, ya que esto le facilitará asociar el estudio de los medicamentos como un campo de aplicación de la química, donde es muy importante relacionar las propiedades de los compuestos con su estructura química.

A continuación se presenta un cuadro que muestra la estructura general de la unidad de modo que permite apreciar de modo concreto la aplicación de la metodología didáctico —pedagógica que caracteriza al CCH.





## Diagrama conceptual



## Estrategia 10: ¿Por qué comemos?

---

### Introducción

Una gran parte del petróleo se utiliza como combustible para obtener energía. De igual manera los alimentos proporcionan al organismo sustancias combustibles que dan energía. Tal es el caso de los carbohidratos y grasas. También están las sustancias constructoras de nuevas células musculares, función que desempeñan las proteínas, enzimas, hormonas, entre otras, las cuales permiten el crecimiento y desarrollo del ser humano. Existen otros compuestos, como las vitaminas y minerales, necesarios en pequeñas cantidades para mantener en óptimas condiciones al organismo.

Por todo lo anterior podemos afirmar que si la población de una nación no tiene los requerimientos mínimos necesarios en carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas, sales minerales y agua, se considera en crisis energética, por estar mal alimentada.

La pretensión de la siguiente estrategia es establecer y aclarar los conocimientos que tienen los alumnos respecto a los nutrientes requeridos en la alimentación humana, alimentos que contienen esos nutrientes y diferenciar los conceptos comer, nutrición, desnutrición y mala nutrición.

### Objetivos

El alumno:

1. Incrementará su capacidad de comunicación verbal al expresar sus ideas sobre la nutrición humana para mantener una salud adecuada.
2. Diferenciará los términos comer y nutrirse.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Diferencie los conceptos de nutrición, desnutrición y mala nutrición y los aplique en la toma de decisiones orientadas a mantenerse saludable.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Detecte y registre los tipos de alimentos que consume.
2. Exprese oralmente y por escrito los conceptos referidos en el tema.

### Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Honestidad, al hacer las actividades propuestas para esta estrategia.
2. Respeto a las opiniones expresadas por los compañeros del grupo y a los conocimientos sobre este tema de nutrición.
3. Valorar la importancia que implica el mantenerse bien nutrido con la alimentación diaria.

## PREGUNTA GENERADORA

*¿Por qué comemos?*

---

## ACTIVIDAD 1

## LLUVIA DE IDEAS

El profesor solicita a los alumnos la respuesta a la pregunta ¿por qué es importante comer? Recaba información y anota en el pizarrón las palabras clave expresadas por los alumnos. Con éstas, los podrá orientar hacia la construcción de los conceptos de comida, alimentación, nutrimentos y la relación que tienen con la química.

## ACTIVIDAD 2

## TAREA

Solicitar a los alumnos que registren, en tarjetas o fichas de trabajo, durante tres o cuatro días, los tipos de alimentos que consumen en el desayuno, comida y cena, e incluso los ingeridos entre comidas.

Esto servirá para reflexionar sobre los hábitos y calidad de su alimentación a partir de los aprendizajes que se logren en esta unidad temática.

Solicitar para la próxima clase un planisferio con nombres.

## ACTIVIDAD 3

## LECTURA

Los estudiantes realizarán la lectura *¿comer implica tener buena nutrición?* (tiempo aprox. de 20 minutos) (Anexo 1).

Por equipo, harán las actividades que en esta lectura se anexan, con el fin de que tomen conciencia del acontecer en su país en relación al resto del mundo en torno a la alimentación humana.

Es conveniente solicitarles que, de manera individual, elaboren un mapa mental en el que se destaquen los conceptos abordados en la lectura.

## Evaluación

Se evaluarán cada una de las actividades propuestas, así como el mapa mental de la lectura. El profesor dará una valoración a cada una de las actividades realizadas.

# ANEXO 1

## Lectura para alumnos ¿COMER IMPLICA TENER BUENA NUTRICIÓN?

Todos los grupos humanos, sus tradiciones y cultura, tienen diferentes dietas. Dichos grupos procuran satisfacer los requerimientos nutricionales básicos de acuerdo a la disponibilidad de los recursos proveedores de alimentos del medio ambiente tanto natural como cultivado para tal fin. La dieta mexicana, por ejemplo, incluye cantidades considerables de proteína, carbohidratos y vitaminas en el frijol, maíz y chile, en una gran variedad de presentaciones de comida casera o industrializada.

La vida de todo ser viviente se mantiene debido a una compleja serie de reacciones químicas que, en particular en los seres humanos, son factibles por la ingestión de alimentos, los cuales constituyen la base material de energía y construcción de las células que conforman al cuerpo humano.

Gracias a los alimentos obtenemos la *energía* necesaria para diversas actividades como caminar, mantener la temperatura corporal, comunicarnos, pensar, descansar y muchas más. Otras sustancias presentes en la comida permiten construir nuevas células, como las de la sangre y tejidos corporales que se reemplazan en nuestro organismo de forma constante.

Los diversos alimentos pueden suministrar energía, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y agua, aunque los hay ricos en carbohidratos como azúcares y almidones, los cuales proporcionan energía con mayor rapidez que otros. Los alimentos para construir son más específicos; sus moléculas proteicas y grasas son importantes para el crecimiento y mantenimiento muscular del cuerpo. Por último, las vitaminas, sales minerales y agua son absolutamente indispensables en la dieta diaria.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura —FAO—, define la *desnutrición* como la falta de ingestión mínima de energía. La *mala nutrición* es la deficiencia en la ingestión de proteínas, vitaminas y de minerales o es una deficiente alimentación. A pesar que hay personas en el mundo con posibilidades para alimentarse bien, toman decisiones equivocadas en la elección de sus alimentos. En cambio, hay personas que no tienen acceso a los alimentos por diversas razones, por lo que al no recibir la energía mínima necesaria día con día provoca que esas personas estén desnutridas.

La FAO organizó la Cumbre Mundial de la Alimentación en 1996 con la finalidad de reducir el número de personas mal nutridas a la mitad de su nivel actual antes del 2015. Para tal efecto, este organismo internacional evalúa estadísticas para ver si se lograrán las metas del milenio; respecto a ello, el más reciente informe de la Organización de Naciones Unidas sobre el estado de la “inseguridad alimentaria” (la cual se define en sus términos más básicos como la falta de alimentos nutricionales necesarios para mantener a las personas vivas y sanas) indica que unos 800 millones de personas en el mundo —200 millones de ellos niños— sufren malnutrición crónica; las estadísticas revelan que alrededor de 6 millones de personas mueren cada año por la malnutrición y el hambre. Entre 2000 y 2002, sufrieron hambre en el mundo 852 millones de personas, cifra superior a los 798 millones de personas que cuantificaron como desnutridas en el censo realizado entre 1999 y 2001.

La directora ejecutiva de Unicef, Ann Veneran, indica que según un estudio, 27% de la población infantil que vive en los países en desarrollo tiene un peso inferior al normal, lo que significa que cerca de 146 millones de niños y niñas están mal nutridos. “Por cada niño visiblemente desnutrido, existen otros que luchan contra una crisis que no es aparente. Muchos tienen graves carencias de vitaminas y

minerales como yodo, vitamina A y hierro”.<sup>5</sup> Ello significa que cuando los niños comienzan la vida con un déficit de peso, a menudo están destinados a una vida corta llena de problemas, incluyendo un desarrollo retardado y susceptibilidad a las enfermedades.

Cerca de tres cuartas partes de los niños con peso inferior a lo normal en el mundo viven en tres países de Asia meridional: Bangladesh (una tasa del 48%), India (47%) y Nepal (48%).

Los datos indican que en la región de Asia oriental y el Pacífico —gracias a las mejoras en China—, la proporción de niños con peso inferior al normal son del 7% y el 15%, respectivamente. En el caso de Latinoamérica, el informe expone que la tasa media de reducción de los niños mal nutridos desde 1990 al 2004 es de 3.8% anual, lo que representa el descenso más rápido comparado con cualquier otra región. Las dos naciones latinoamericanas más pobladas, Brasil y México, han influido en los buenos resultados de la región, según el informe, lo que implica que existen grandes disparidades en el retraso del crecimiento infantil entre los países. Mientras que en Brasil la malnutrición infantil descendió hasta el 6% y se prevé que llegue al 3% en el 2015, en México la reducción ha sido aún más espectacular: del 14% en 1988 al 8% en 1999.<sup>6</sup>

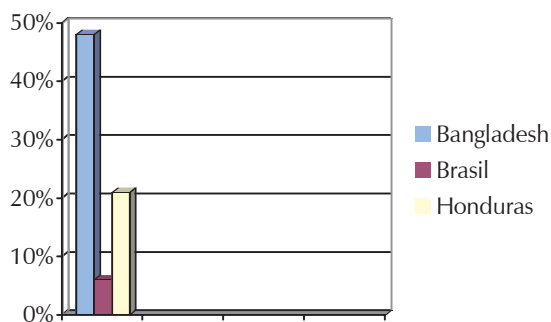
Junto a estos países, existen otros como Cuba, República Dominicana, Jamaica y Perú que presentan mejoras en los resultados, mientras que Chile, con una prevalencia de peso inferior a lo normal del 1%, es el que más avances ha protagonizado. En cambio, el informe expresa preocupación por países como Ecuador (cuya tasa es del 12%), Nicaragua (12%), Honduras (21%) y Guatemala (23%), que no avanzan lo suficiente para lograr los Objetivos del Milenio.

Los factores que han repercutido en el avance de casi cero en algunos países desde 1990, son el crecimiento de la población, el descenso de la producción agrícola, los conflictos, la sequía y el VIH-Sida, según el informe. También han empeorado las tasas de malnutrición en Oriente Próximo y África del Norte, sobre todo en países de grandes poblaciones como Irak, Sudán y Yemen. UNICEF alerta, sobre el aumento de los índices de malnutrición en el mundo industrializado, a causa de las desigualdades sociales, con especial énfasis en los grupos minoritarios.

## Actividad 1

Después de haber leído la información anterior, discute con tus compañeros de equipo para resolver lo siguiente:

1. Con los datos de la lectura, termina de elaborar la gráfica de barras en la que se señalan a los países y el porcentaje de población que presenta malnutrición.



<sup>5</sup> [http://www.elpais.es/articulo/sociedad/desnutricion/mata/millon-ninos/ano/elpporsoc/20060502elpepusoc\\_2/Tes](http://www.elpais.es/articulo/sociedad/desnutricion/mata/millon-ninos/ano/elpporsoc/20060502elpepusoc_2/Tes).

<sup>6</sup> Ibid.



2. Localiza en un mapa mundial con división política los países con tasas de malnutrición. Marca de rojo los de mayor porcentaje, los que tengan un valor intermedio, de color amarillo, y verde los países con más bajo índice.

- a) ¿Qué se concluye con estos resultados respecto a la alimentación de esos países?
- b) ¿En qué sentido el hambre mundial implica una crisis energética?
- c) ¿Cuál es la diferencia entre los términos desnutrido y mal nutrido?
- d) ¿Es posible que una persona esté mal nutrida pero no desnutrida?
- e) ¿Puede una persona estar desnutrida sin estar mal alimentada?
- f) ¿Por qué comemos?



## Estrategia 11: Diferencias entre compuestos orgánicos e inorgánicos

---

### Introducción

Al instrumentar esta estrategia se profundiza en el concepto de mezcla que los alumnos han venido manejando a lo largo del curso, y se introduce al alumno al estudio de los compuestos orgánicos. Lo anterior se consigue induciéndolo en la construcción de conocimientos que le permitan, a partir de sus características, diferenciar entre compuestos orgánicos e inorgánicos y reconocer que ambos están presentes en los alimentos.

### Objetivos

El alumno:

1. Reconocerá a los alimentos como mezclas que contienen compuestos orgánicos e inorgánicos.
2. Describirá las principales diferencias entre los compuestos inorgánicos y los orgánicos.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Aplique algunos métodos físicos para la separación de mezclas.
2. Diferencie, a partir de sus propiedades, a los compuestos orgánicos de los inorgánicos.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Aplique diversas técnicas de indagación que le permitan obtener información relacionada con el tipo de sustancias que constituye a los alimentos.
2. Exprese, con sus propias palabras en forma oral y escrita, los conceptos químicos necesarios para clasificar a los alimentos como mezclas de compuestos orgánicos e inorgánicos.
3. Formule hipótesis para explicar las preguntas planteadas durante el desarrollo del tema.
4. Maneje adecuadamente el material de laboratorio.
5. Aplique los conceptos de compuesto orgánico e inorgánico al identificar los productos obtenidos en la separación de los constituyentes de un alimento.

### Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Compromiso para cumplir con las tareas personales asignadas.
2. Respeto por el trabajo de los integrantes del grupo.
3. Cooperación y compromiso en el desarrollo de las tareas en los equipos de trabajo.



## PREGUNTA GENERADORA

*¿Qué tipo de compuestos constituyen a los alimentos?*

---

## ACTIVIDAD 1

## DISCUSIÓN DIRIGIDA

Previo al tratamiento del tema, plantear al grupo la pregunta generadora, y en una discusión breve, inducir a los alumnos a que se formulen hipótesis debidamente sustentadas y orientadas a encontrar alternativas de solución. Cada equipo mencionará sus ideas principales y se anotarán en el pizarrón, con lo que el profesor podrá detectar sus conocimientos previos.

Enseguida se les proporcionará la lectura “Diferencias entre compuestos orgánicos e inorgánicos” (anexo 2), y se promoverá la discusión en pequeños grupos para establecer un consenso de las ideas principales (10 minutos).

## TAREA

Solicitar al grupo que por equipos de trabajo lleven para la próxima clase 300 mL de jugo zanahoria procesado, como se indica en la actividad experimental que se anexa.

## ACTIVIDAD 2

## DISEÑO EXPERIMENTAL

Plantear la pregunta de qué determinaciones se podrían hacer en el jugo de zanahoria para identificar cuáles son sus componentes. Orientar la discusión para conducirlos hacia las determinaciones que se señalan en la actividad experimental propuesta (“La zanahoria como mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos”) (Anexo 3). Lo importante es promover la participación de los alumnos en el diseño de la actividad experimental, en el planteamiento de hipótesis, en la predicción de resultados y en la explicación de las observaciones y resultados.

## ACTIVIDAD 3

## ACTIVIDAD DE LABORATORIO

Destilación de una muestra de jugo para obtener agua, que será identificada sólo por sus propiedades organolépticas.

Calcinación de una muestra de “bagazo de zanahoria” hasta obtener carbón.

Determinación de la conductividad eléctrica en la muestra de jugo para inferir la presencia de iones inorgánicos.

Calcinación de una muestra de cloruro de sodio.

Detección de conductividad eléctrica en una muestra de aceite de cocina.

## ACTIVIDAD 4

### REPORTE

Al terminar la actividad se solicitará el reporte en una V de Gowin, en la cual se plantearán las siguientes preguntas: (Anexo 4).

¿Los alimentos son compuestos, mezclas o elementos? En general, ¿cuáles son los dos grandes grupos de compuestos que constituyen a los alimentos?

Señalar que la próxima sesión se retomarán estos cuestionamientos.

## ACTIVIDAD 5

### LECTURA

Los alumnos leerán el artículo “Elementos metálicos de la vida” (anexo 5), con el fin de reconocer que existen elementos inorgánicos que desempeñan funciones moleculares complejas que confieren información biológica vital en nuestro organismo.

### *Mapa mental*

Solicitar a los alumnos que con la información del artículo realicen un mapa mental y resuelvan el cuestionario anexo a la lectura.

## ACTIVIDAD 6

### DISCUSIÓN DIRIGIDA - ELABORACIÓN DE MAPA CONCEPTUAL

El profesor retomará las preguntas que ha planteado a lo largo de esta estrategia. De los conceptos que se viertan durante la discusión, el profesor seleccionará los que considere convenientes para que los estudiantes construyan un mapa mental, orientado a precisar dos aspectos fundamentales:

“Los alimentos como mezclas de compuestos orgánicos e inorgánicos”.

“Diferencias entre los compuestos orgánicos e inorgánicos”.

## ACTIVIDAD 7

## Evaluación

Se evaluarán las bases teóricas que presente el alumno, la identificación de los conceptos implícitos en la actividad, capacidad de síntesis al describir los acontecimientos, la habilidad de la descripción de las observaciones realizadas, el análisis y sus conclusiones.

Para evaluar el mapa mental se sugiere considerar el uso de colores, representaciones con dibujos y la presencia de conceptos relevantes.

## ANEXO 2

### Lectura para alumnos

#### DIFERENCIAS ENTRE COMPUESTOS ORGÁNICOS Y COMPUESTOS INORGÁNICOS

Las sustancias pueden ser *orgánicas* o *inorgánicas*. Los compuestos que contienen carbono, con pocas excepciones, se clasifican como compuestos orgánicos. Los compuestos que no contienen carbono se llaman compuestos inorgánicos. Esta clasificación da origen a dos grandes ramas de la Química.

La división de la Química inorgánica y orgánica tiene sus orígenes en circunstancias históricas. Lavoisier, en 1789, hizo notar que los compuestos de origen vegetal o animal contenían carbono. Posteriormente, Berzelius describe por primera vez a las sustancias derivadas de los materiales vivos como compuestos orgánicos, es decir, compuestos que derivan de sistemas organizados, lo que conlleva a establecer una relación con las "células vivas" que contienen una "fuerza vital". En 1828, Wöhler descubre que la evaporación de una solución acuosa de una sal inorgánica, cianato de amonio, daba por resultado la producción de urea, que era idéntica al producto obtenido de seres vivos. Esta fue la síntesis de un compuesto típicamente orgánico a partir de uno inorgánico, sin la intervención de un ser vivo. El concepto de fuerza vital se abandonó y dejó de ser válido el hecho de que los compuestos orgánicos sólo podían provenir de seres vivos. Sin embargo, existen en general grandes diferencias entre los compuestos orgánicos y los inorgánicos. El término Química Orgánica se ha mantenido y ha pasado a ser sinónimo de la Química de los compuestos que contienen carbono, junto con hidrógeno y algunos otros elementos.

A continuación, se enlistan las principales diferencias entre los compuestos orgánicos y los inorgánicos:

PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE COMPUESTOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS	
<i>Compuestos orgánicos</i>	<i>Compuestos inorgánicos</i>
1. Contienen carbono, casi siempre hidrógeno y con frecuencia oxígeno, nitrógeno, azufre, halógenos y fósforo.	1. Están constituidos por combinaciones entre elementos del sistema periódico.
2. El número de compuestos que contienen carbono es mucho mayor que el de los compuestos que no lo contienen.	2. El número de compuestos es mucho menor que el de los compuestos orgánicos.
3. El modelo de enlace más frecuente es el covalente.	3. El modelo de enlace más frecuente es el iónico.

PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE COMPUESTOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS	
<i>Compuestos orgánicos</i>	<i>Compuestos inorgánicos</i>
4. Los átomos de carbono tienen capacidad de combinarse entre sí por enlace covalente, formando largas cadenas, propiedad llamada concatenación.	4. No presentan concatenación.
5. Presentan isomería, es decir, una fórmula molecular puede referirse a dos o más compuestos. Ejemplo: la fórmula $C_2H_6O$ puede representar al alcohol etílico o al éter di metílico.	5. No presentan isomería.
6. La mayoría son combustibles.	6. Por lo general no arden.
7. Se descomponen fácilmente por el calor.	7. Resisten temperaturas elevadas
8. Son gases, líquidos o sólidos de bajo punto de fusión.	8. Por lo general son sólidos de puntos de fusión elevados.
9. Son solubles en disolventes orgánicos como éter, alcohol, benceno, cloroformo, etc.	9. Son solubles en agua.
10. Pocas soluciones de sus compuestos se ionizan y conducen la corriente eléctrica.	10. En solución la mayoría se ionizan y conducen la corriente eléctrica.
11. Las reacciones son lentas.	11. Reaccionan, generalmente con rapidez.

## ANEXO 3

### Actividad experimental

#### ZANAHORIA COMO MEZCLA DE COMPUESTOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS

##### *Objetivo*

Determinar cualitativamente qué tipos de compuestos están presentes en el jugo de zanahoria.

##### *Material de laboratorio*

Refrigerante simple  
Soporte, mechero, anillo, tela de asbesto  
Pinzas para refrigerante  
Termómetro  
Matraz balón de fondo plano  
Cuerpos de Ebullición  
5 vasos de precipitados de 25 mL (pueden sustituirse por frascos pequeños)  
Matraz erlenmeyer de 250 mL  
2 cápsulas de porcelana  
Pinzas para crisol  
Conductímetro (led y/o chicharra)  
Embudo  
Dos tapones de corcho monohoradados

##### *Sustancias*

300 mL de jugo de zanahoria  
Papel filtro  
1 g de NaCl  
5 mL aceite de cocina

- Un día antes, en tarea extra clase, poner a calentar aproximadamente 200 mL de jugo de zanahoria fresco hasta alcanzar el punto de ebullición, y mantenerlo durante cinco minutos. Dejar enfriar en reposo.
- Observar cómo se han separado los constituyentes en dos fases; separarlos utilizando papel filtro. Prever que el paso del líquido por el papel filtro es bastante lento.

Cada constituyente quedará marcado con las siguientes letras:

	Marcas
1. El filtrado (líquido obtenido)	(a)
2. El residuo obtenido en el papel filtro (seco)	(b)
3. 100 mL de jugo fresco	(c)

- Determinar si existe conducción de corriente eléctrica. Para esto, tomar 5 mL de la muestra (a) e introducir las puntas de un Conductímetro en el líquido. Observar y tomar nota.
- Destilar el resto de la muestra (a) en un sistema de destilación simple, y coleccionar a los 94 °C, entre 5 y 10 mL del líquido. Al destilado le llamaremos muestra (d) y al residuo en el matraz generador, muestra (e).
- Determinar la densidad a una fracción de la muestra (d). Anotar observaciones y resultados. Investigar cómo calcular la densidad.
- Disponer, en vasos de precipitados de 25 mL, pequeñas cantidades de las muestras (a), (c), (d) y (e), y probar en cada una si se presenta conductividad eléctrica. Observar con detenimiento los resultados obtenidos; particularmente, detectar si existe diferencia en la intensidad con la que prende el “led” o con la que suena la “chicharra”, si es que prende y si es que suena. Anotar los resultados
- En una cápsula de porcelana, colocar aproximadamente tres gramos del residuo seco obtenido en el papel filtro (muestra b), y aplicarle calor. Poner atención sobre los gases que se desprenden, el olor que se percibe y el residuo que queda después de la combustión. Observar y anotar resultados.
- Considerando que los cuatro sabores básicos son dulce, salado, agrio y amargo, consensar entre los integrantes del grupo de trabajo cuál es el sabor que caracteriza al jugo de zanahoria. Explicar entre ellos la razón del sabor identificado.
- Colocar una pequeña cantidad de NaCl (cloruro de sodio), en una cápsula de porcelana y calentar durante 10 minutos. Observar y tomar nota.
- Disponer en un vaso de precipitados, 5 mL de aceite de cocina, y utilizando el conductímetro, probar si este líquido conduce la corriente eléctrica. Observar y anotar resultados.

### *Observaciones*

---

---

---

---

### *Resultados*

---

---

---

---



*Conclusiones*

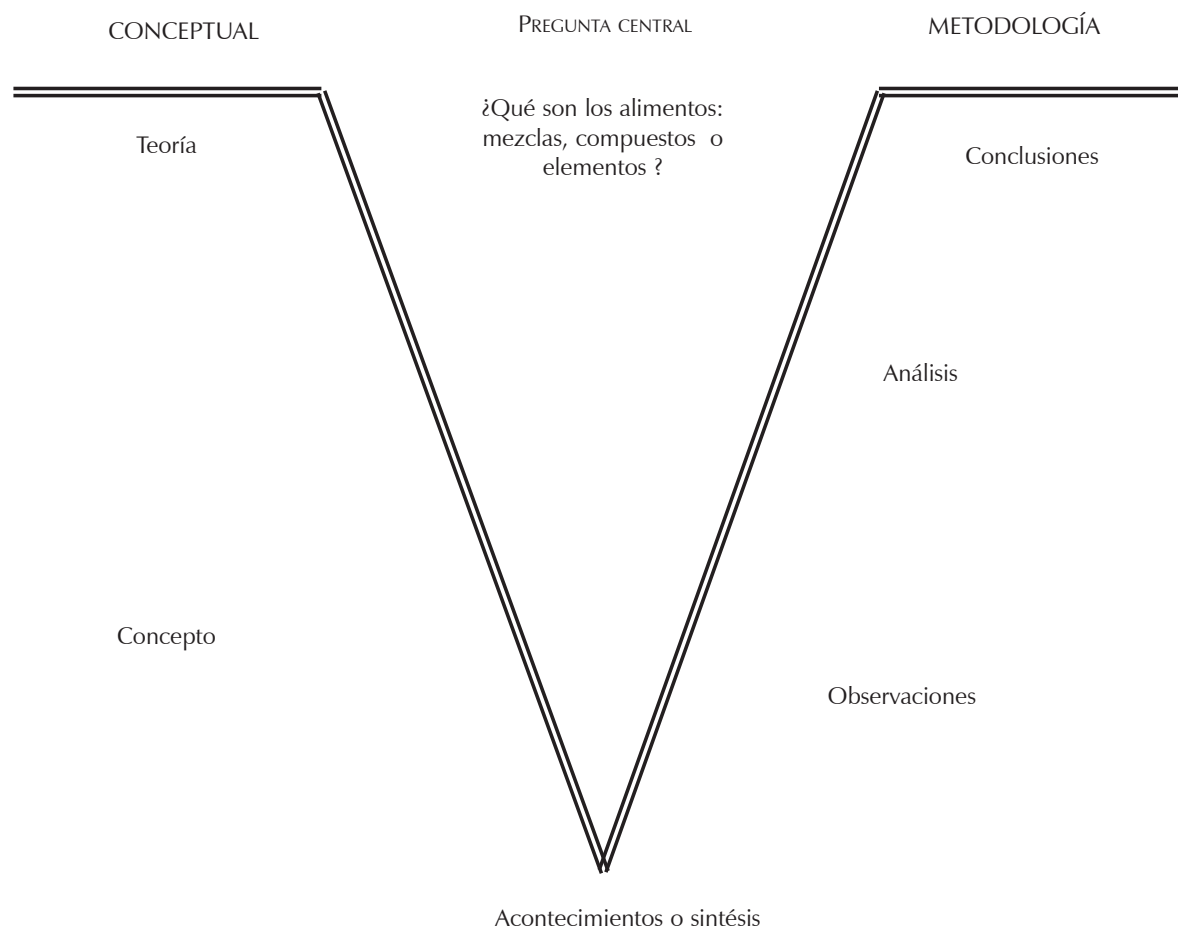
---

---

---

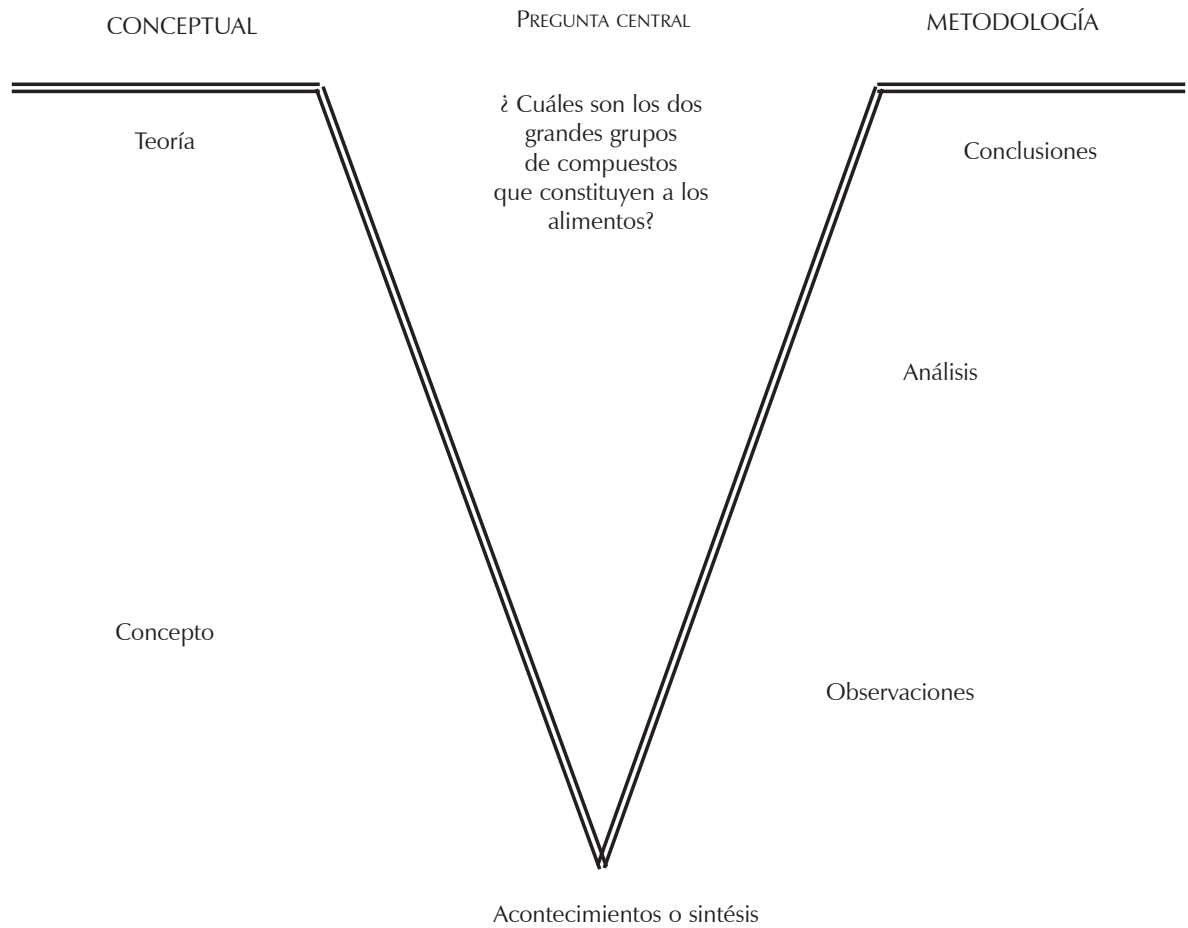
---

## ANEXO 4



Registros:





Registros:

## ANEXO 5

### Lectura para alumnos

#### ELEMENTOS METÁLICOS DE LA VIDA

Rodolfo Acevedo Chávez  
Información Científica y Tecnológica  
vol. 10 Núm. 136. 1988

#### EXTRACTO DEL ARTÍCULO ORIGINAL

##### *Introducción*

Desde hace muchos años, los médicos saben que algunas enfermedades y alteraciones metabólicas se asocian a una deficiencia o a un exceso de ciertos iones metálicos en el organismo humano. Sin embargo, compete a la química y a la bioquímica, entre otras áreas del conocimiento científico, estudiar a escala molecular el origen de estas perturbaciones, así como las funciones que desempeñan los iones metálicos. Sobre este problema, sumamente complejo, preguntas tales como: ¿cuáles son los elementos químicos metálicos necesarios para las formas diferentes de vida hasta hoy conocida?, y ¿a qué estructuras se integran los iones metálicos? han encontrado algunas respuestas, apoyadas, en gran medida, por estudios sobre la química de los compuestos de coordinación y de cómo intervienen los elementos metálicos en la vida dentro de la rama bioinorgánica.

##### *Elementos metálicos esenciales para la vida*

Los organismos vivos están constituidos por átomos de los elementos químicos que existen en forma natural. No obstante, los 90 elementos químicos naturales no fueron encontrados en los sistemas biológicos. La tabla periódica adjunta los 30 elementos que a la fecha han mostrado ser esenciales para la vida. De ellos, el C, H, O, y N son los más abundantes en los organismos vivos; estos constituyen más del 99% de todos los átomos del organismo humano. Dichos elementos forman parte esencial de compuestos imprescindibles para la vida, como son los carbohidratos, los lípidos, las proteínas, los ácidos nucleicos y las vitaminas.

Por otra parte, las propiedades electroquímicas de la materia viviente dependen en forma crítica de los elementos o combinaciones entre ellos, los que experimentan pérdida o ganancia de electrones en disolución acuosa, formando iones. Así, los iones positivos (cationes) principales provienen de los metales Na, K, Ca y Mg. A su vez, los iones negativos (aniones) más importantes son aportados por el ión cloruro, y por el azufre y el fósforo como sulfato y fosfato respectivamente. Estos 7 iones mantienen en gran medida la neutralidad eléctrica y los volúmenes adecuados en los fluidos corporales.

Uno de los rasgos sobresalientes de la distribución de los iones es su especificidad: las células son ricas en  $K^+$  y  $Mg^{2+}$ ; el plasma circundante es rico en  $Na^+$  y  $Ca^{2+}$ .

Otro grupo de elementos químicos esenciales en la vida es el de los elementos denominados traza. El hecho de que sean requeridos por los organismos vivos en concentraciones muy bajas no disminuye en absoluto su importancia; en este sentido, son comparables a las vitaminas. En la actualidad se sabe que la gran mayoría de estos elementos químicos, en particular los iones metálicos de transición, se rela-

cionan a nivel celular con la actividad biológica de las enzimas o de otras proteínas, también con funciones vitales, tales como la hemoglobina y la hemocianina, proteínas transportadoras de oxígeno. Cabe decir tan sólo que de todas las enzimas hasta hoy estudiadas, aproximadamente un tercio de ellas requieren de los iones metálicos como participantes esenciales en su actividad catalítica óptima.

<div>Hidrógeno 1 H 1.008</div>																		<div>Helio 2 He 4.003</div>																	
<div>Litio 3 Li 6.941</div>		<div>Berilio 4 Be 9.012</div>																		<div>Boro 5 B 10.811</div>		<div>Carbono 6 C 12.011</div>		<div>Nitrógeno 7 N 14.007</div>		<div>Oxígeno 8 O 15.999</div>		<div>Flúor 9 F 18.998</div>		<div>Neón 10 Ne 20.180</div>					
<div>Sodio 11 Na 22.990</div>		<div>Magnesio 12 Mg 24.305</div>																		<div>Aluminio 13 Al 26.982</div>		<div>Silicio 14 Si 28.086</div>		<div>Fósforo 15 P 30.974</div>		<div>Azufre 16 S 32.065</div>		<div>Cloro 17 Cl 35.453</div>		<div>Argón 18 Ar 39.948</div>					
<div>Potasio 19 K 39.098</div>		<div>Calcio 20 Ca 40.078</div>		<div>Escandio 21 Sc 44.956</div>		<div>Titanio 22 Ti 47.867</div>		<div>Vanadio 23 V 50.942</div>		<div>Cromo 24 Cr 51.996</div>		<div>Manganeso 25 Mn 54.938</div>		<div>Hierro 26 Fe 55.845</div>		<div>Cobalto 27 Co 58.933</div>		<div>Níquel 28 Ni 58.693</div>		<div>Cobre 29 Cu 63.546</div>		<div>Zinc 30 Zn 65.39</div>		<div>Gallio 31 Ga 69.723</div>		<div>Germanio 32 Ge 72.64</div>		<div>Arsénico 33 As 74.922</div>		<div>Selenio 34 Se 78.96</div>		<div>Bromo 35 Br 79.904</div>		<div>Kriptón 36 Kr 83.80</div>	
<div>Rubidio 37 Rb 85.468</div>		<div>Estroncio 38 Sr 87.62</div>		<div>Yttrio 39 Y 88.906</div>		<div>Zirconio 40 Zr 91.224</div>		<div>Niobio 41 Nb 92.906</div>		<div>Molibdeno 42 Mo 95.94</div>		<div>Tecnecio 43 Tc (98)</div>		<div>Rutenio 44 Ru 101.07</div>		<div>Rodio 45 Rh 102.906</div>		<div>Paladio 46 Pd 106.42</div>		<div>Plata 47 Ag 107.868</div>		<div>Cadmio 48 Cd 112.411</div>		<div>Indio 49 In 114.818</div>		<div>Estaño 50 Sn 118.710</div>		<div>Antimonio 51 Sb 121.760</div>		<div>Telurio 52 Te 127.60</div>		<div>Yodo 53 I 126.904</div>		<div>Xenón 54 Xe 131.293</div>	
<div>Cesio 55 Cs 132.905</div>		<div>Bario 56 Ba 137.327</div>				<div>Hafnio 72 Hf 178.49</div>		<div>Tántalo 73 Ta 180.948</div>		<div>Tungsteno 74 W 183.84</div>		<div>Renio 75 Re 186.207</div>		<div>Osmio 76 Os 190.23</div>		<div>Iridio 77 Ir 192.217</div>		<div>Platino 78 Pt 195.078</div>		<div>Oro 79 Au 196.967</div>		<div>Mercurio 80 Hg 200.59</div>		<div>Talio 81 Tl 204.383</div>		<div>Plomo 82 Pb 207.2</div>		<div>Bismuto 83 Bi 208.980</div>		<div>Polonio 84 Po (209)</div>		<div>Astato 85 At (210)</div>		<div>Radón 86 Rn (222)</div>	
<div>Francio 87 Fr (223)</div>		<div>Radio 88 Ra (226)</div>																																	

Elementos estructurales

Macroelementos

Elementos traza

Lantánidos

Actínidos

Es conveniente destacar el hecho de que dichos iones metálicos desempeñan varias funciones, entre las que se encuentran el ser integrantes de porciones moleculares complejas que confieren la actividad biológica a dichas proteínas; éste es el caso de las metaloproteínas. Un grupo fundamental de éstas es la de la metaloenzimas, en que la eficiencia y especificidad de la actividad catalítica resultan de una combinación amplia, compleja y delicada de factores que van desde la naturaleza misma de los iones metálicos y su estado de oxidación, así como de sus ambientes químico y electrónico, su distribución y orientación espacial. Por citar un ejemplo, se encuentra el grupo de metaloenzimas, que contiene en sus centros catalíticos a los iones Zn, Fe o Cu. En las enzimas de Zn, el ión metálico, entre otras funciones, es un centro ácido.

En las metaloenzimas de Fe y Cu, los iones metálicos desempeñan la función de transporte de electrones, favoreciendo la oxidación de moléculas que participan en diferentes ciclos metabólicos.

A continuación se presentan algunos ejemplos de metales esenciales para la vida, tanto de participación biológica de elementos traza como de metaloenzimas:

- Silicio (Si): participa en el desarrollo del tejido óseo y tejido conectivo, en el desarrollo y crecimiento esquelético de ciertos animales, como el pollo y la rata.
- Flúor (F): participa en los huesos y dentadura, en prevención de caries dental, en el crecimiento humano.
- Hierro (Fe): integrante de la hemoglobina, proteína transportadora de oxígeno de los pulmones a los tejidos, en el crecimiento, para fijación de nitrógeno, en la oxidación aeróbica de carbohidratos.
- Zinc (Zn): participa en el desarrollo fetal e infantil, metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas, en la biosíntesis e hidrólisis del ADN, para la formación de ácido carbónico, en la digestión de proteínas y para el metabolismo de alcoholes.

- Cromo (Cr): participa como componente de la enzima que interviene en el abastecimiento de los niveles de azúcares en sangre por el incremento en los niveles de la insulina.
- Cobalto (Co): componente de la vitamina B<sub>12</sub>, requerida en la formación de eritrocitos; componente del suero humano (Co<sup>3+</sup>) y para el metabolismo de los aminoácidos.

I. Construye un mapa mental con la información anterior

II. A partir de la información de la lectura “Elementos metálicos de la vida”, completa los siguientes enunciados:

1. Los elementos metálicos esenciales para la vida se encuentran disponibles en el organismo en forma de \_\_\_\_\_. Ello significa que son átomos que \_\_\_\_\_ electrones, y por ello reciben el nombre de \_\_\_\_\_.

2. Indica el nombre y símbolo de los metales de transición presentes en el organismo.

Nombre	Símbolo
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

3. A los átomos que poseen carga positiva presentes en el organismo, se les llama: \_\_\_\_\_

4. A los átomos o grupos de átomos con carga negativa, como el Cl<sup>-</sup> o el SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> se les denomina, \_\_\_\_\_. La carga indica que \_\_\_\_\_ electrones.

5. El Na, K y Li son elementos que requiere el organismo y pertenecen a la familia de \_\_\_\_\_.

6. Indica cuáles son los metales alcalinotérreos que requiere el organismo para su funcionamiento: \_\_\_\_\_.

7. Indica cuáles son los elementos no metálicos que requiere el organismo en grandes cantidades, y explica algunas de las funciones que desempeñan.



## Estrategia 12: El carbono como elemento base en los compuestos orgánicos

---

### Introducción

La estrategia que a continuación se presenta está constituida por una serie de actividades que permitirán:

1. Estudiar la importancia de los componentes orgánicos que son básicos para la subsistencia humana.
2. Conocer las características electrónicas del carbono.
3. Determinar a partir de los electrones de valencia y su valor de electronegatividad su capacidad de unirse entre sí y con otros elementos por medio de enlaces covalentes.
4. Explicar cómo se representan las fórmulas estructurales en los hidrocarburos.
5. Reconocer la capacidad del carbono para formar enlaces sencillos, dobles y triples, con base en su distribución electrónica.

### Obejtivos

El alumno:

1. Señalará cuáles son los macro y micro nutrimentos indispensables para los seres humanos.
2. Comprenderá, a partir de los electrones de valencia del carbono y su valor de electronegatividad, por qué tiene la capacidad de unirse entre sí y con otros elementos por medio de enlaces covalentes.
3. Reconocerá la capacidad del carbono para formar enlaces sencillos, dobles y triples, con base en su distribución electrónica.
4. Explicará, mediante la estructura atómica del carbono, su capacidad para formar cadenas.
5. Clasificará a los hidrocarburos en saturados e insaturados por su tipo de enlace.
6. Representará a algunos hidrocarburos e isómeros sencillos por medio de fórmulas desarrolladas y semidesarrolladas.
7. Reconocerá la importancia de la posición de los átomos en las moléculas mediante la elaboración de modelos estructurales.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Incremente su comprensión en relación al comportamiento del carbono en función de su estructura electrónica y los enlaces que forma.
2. Reconozca a algunas sustancias orgánicas por medio de su nomenclatura y su representación simbólica a través de fórmulas.

## Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Incremente su habilidad en la búsqueda de información, seleccione la que es pertinente, la analice y sintetice con el fin de que exprese de manera escrita y oral con bases conceptuales sólidas sobre la temática investigada.
2. Nombre diversos compuestos del carbono, tales como alcanos, alquenos y alquinos y los represente a través de fórmulas.

## Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Compromiso para realizar las actividades propuestas para esta estrategia.
2. Respeto a las opiniones expresadas por los compañeros del grupo respecto a sus conocimientos sobre el contenido temático de los compuestos del carbono constituyente de una gran diversidad de sustancias.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Cuál es el elemento base en los compuestos orgánicos?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### INTRODUCCIÓN A LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

Sugerimos iniciar planteando una reflexión en la que se destaque la importancia de los hidrocarburos y hacer referencia al número de Avogadro. Se puede plantear: “Es un día de frío invierno y acabas de llegar a casa. Sientes mucho frío y decides encender la estufa para calentar un poco de café. El simple hecho de abrir la llave del gas te suministra de inmediato un promedio de 600 mil trillones de moléculas de gas butano (esto si fuera solamente este gas puro, aunque nos venden mezcla de gas propano y gas butano licuados a presión). ¿Te imaginas tal cantidad ( $600\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 6 \times 10^{23}$ )? Sin embargo, éste no es suficiente para calentar tu taza de café y estar más calentito. Requiere consumir más gas.

¿Te has puesto a pensar cómo es una molécula de gas butano? ¿De qué manera se unirán los átomos de los elementos para formar compuestos, y en especial los del carbono? Pues bien, es a través de la configuración electrónica del carbono y su gran capacidad para formar cadenas cortas y largas, abiertas y cerradas y unirse a otro tipo de átomos.

Podrás explicarte algunas propiedades al usar modelos que te conduzcan con más facilidad a comprender la unión covalente entre los átomos de carbono-carbono, carbono-hidrógeno y carbono-otros elementos.

## INVESTIGACIÓN

El profesor pedirá a los alumnos que se documenten e investiguen sobre las principales propiedades estructurales de los hidrocarburos. Destacar:

1. Los elementos que los constituyen.
2. Tipos de cadenas: lineales, ramificadas y cíclicas, saturadas e insaturadas.

## ACTIVIDAD 2

### DISCUSIÓN EN EQUIPOS

Organizar a los equipos para que cada uno discuta la información recabada sobre las propiedades estructurales de los hidrocarburos. El profesor supervisará esta actividad y dará la información pertinente en cada equipo para aclarar dudas, corregir errores, mencionar ejemplos.

Con estos elementos a nivel grupal se orientará a la necesidad de estudiar al carbono y sus compuestos.

## ACTIVIDAD 3

### EXPLICACIÓN DEL PROFESOR

Para apoyar al profesor en esta exposición, se incluye la lectura “Química del carbono”. (anexo 6). Es conveniente señalar que el *nivel* marcado en el *programa* para el estudio del carbono se centra en la *tetravalencia* sin llegar a la *hibridación*, sin embargo, el docente decidirá el nivel de explicación considerando las características y antecedentes del grupo. Se sugiere hacer énfasis en:

- Las propiedades que caracterizan a los hidrocarburos en función de la distribución electrónica, electrones de valencia y electronegatividad del carbono.
- La posibilidad del carbono de formar cadenas abiertas y cíclicas, dando lugar a una gran diversidad de compuestos orgánicos presentes en los alimentos.
- Destacar la variedad de elementos que constituyen a los hidrocarburos.
- Representación de la estructura atómica del átomo de carbono, que permite la formación de cadenas con enlaces sencillos, dobles y triples.
- Clasificación de los hidrocarburos en saturados e insaturados y su relación con la reactividad química de éstos.
- Representar, por medio de fórmulas estructurales, algunos hidrocarburos y asignarles nombre.
- Señalar que la capacidad del carbono para formar cadenas incide en la posibilidad de generar numerosos compuestos.
- Características de los isómeros estructurales.

Para realizar esta actividad, el profesor puede auxiliarse de una presentación sobre el tema con acetatos o en Power Point.

## ACTIVIDAD 4

### ELABORACIÓN DE MODELOS

Con material diverso los alumnos construirán modelos de hidrocarburos con enlace sencillo, doble o triple, así como de algunos isómeros, para destacar la disposición tridimensional y dar explicación de la





variación de las propiedades del compuesto al modificar la posición de los átomos (isómeros). De estos modelos, los alumnos elegirán algunos para representarlos gráficamente en su cuaderno y asignarles nombre.

Destacar que los hidrocarburos son los compuestos orgánicos más sencillos y que la relación que existe con los alimentos se refiere exclusivamente a la presencia de carbono e hidrógeno.

## ACTIVIDAD 5

### EJERCICIOS

Para promover la comprensión del tema, conviene asignar ejercicios de nomenclatura de compuestos orgánicos, preferentemente sencillos; anexamos algunos ejemplos. También se puede proponer como un aspecto lúdico, la elaboración de algunos "carbosaurios" sencillos, o bien que los alumnos elaboren o propongan al menos un ejemplo de este tipo de ejercicios. (Anexo 7).

## ACTIVIDAD 6

### VIDEOS Y/O PROGRAMAS DE CÓMPUTO

Consultar videos del acervo de audiovisual de cada plantel que contengan imágenes fijas y/o móviles planas y tridimensionales de algunos ejemplos de hidrocarburos, así como programas interactivos que le faciliten al estudiante la comprensión sobre la composición química de los hidrocarburos.

## ACTIVIDAD 7

## Evaluación

Para evaluar se consideran: la investigación, la participación en la discusión, la resolución de ejercicios y la elaboración de modelos. Se sugiere tomar en cuenta el manejo pertinente de los conceptos químicos, en particular la tetravalencia, el enlace covalente sencillo, doble y triple e isómeros, así como las propiedades de los hidrocarburos relacionados con estos.

Esta actividad permite evaluar también aspectos tales como la creatividad, la destreza manual, el compromiso, la tolerancia y la solidaridad, entre otros.

## ANEXO 6

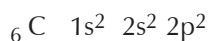
### Lectura de apoyo al profesor QUÍMICA DEL CARBONO

El carbono posee 4 electrones en su último nivel de energía, distribuidos en diferentes orbitales. Su configuración electrónica muestra que sólo hay dos de ellos disponibles (2p<sub>x</sub>, 2p<sub>y</sub>), lo cual indicaría que el compuesto esperado sería el CH<sub>2</sub>. Sin embargo, el compuesto más simple y estable que se ha aislado es el metano (CH<sub>4</sub>), lo cual se explica por medio del modelo de *hibridación*, que consiste en la mezcla de dos partes con propiedades diferentes para producir una tercera con características propias.

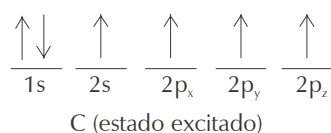
La hibridación del carbono se efectúa cuando se mezclan entre sí dos orbitales de su último nivel de energía para formar orbitales híbridos más estables.

#### Proceso de hibridación

- La configuración electrónica basal del carbono queda representada como:



- El carbono transfiere un electrón del orbital 2s al orbital 2p<sub>x</sub> vacío, ambos del segundo nivel, provocando su inestabilidad o excitación.



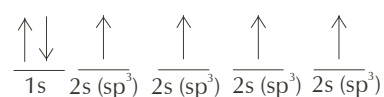
- El carbono, para estabilizarse, se hibridiza, es decir, se mezclan los orbitales del último nivel. El carbono puede combinar todos sus orbitales o dejar algunos puros, así el átomo puede presentar los siguientes tipos de hibridación:

Hibridación sp<sup>3</sup>

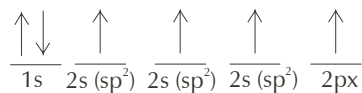
Hibridación sp<sup>2</sup>

Hibridación sp

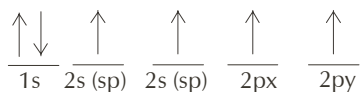
La hibridación sp<sup>3</sup> se forma por la mezcla del orbital s con los tres orbitales p (p<sub>x</sub>, p<sub>y</sub>, p<sub>z</sub>) del segundo nivel del estado excitado, formando cuatro orbitales híbridos sp<sup>3</sup>. Su representación electrónica vectorial es:



La hibridación  $sp^2$  se forma por la mezcla del orbital  $s$  con dos orbitales  $p$  ( $p_y$ ,  $p_z$ ), dejando un orbital  $p$  puro ( $p_x$ ) del segundo nivel. Estos orbitales puros son ortogonales, con  $90^\circ$  entre los híbridos y entre ellos mismos, es decir, quedan tres orbitales híbridos  $sp^2$  y su configuración electrónica es:



La hibridación  $sp$  se forma por la mezcla del orbital  $s$  y un orbital  $p$ , dejando 2 orbitales  $p$  puros ( $p_x$ ,  $p_y$ ), del segundo nivel, formando dos orbitales  $sp$ . La configuración electrónica es:

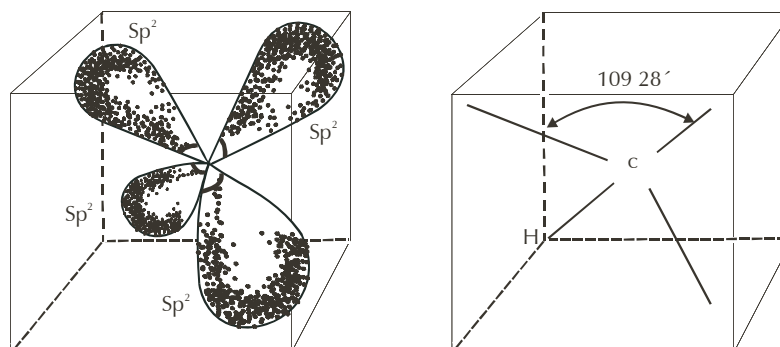


## Geometría del carbono

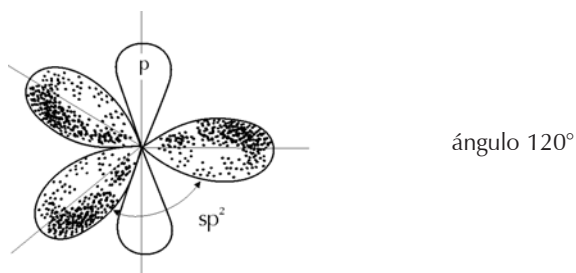
Todo proceso de hibridación cambia la orientación geométrica espacial, en este caso del carbono, y por cada hibridación se obtiene una determinada estructura.

La hibridación  $sp^3$  adquiere la forma *tetraédrica* porque tiene sus orbitales híbridos dirigidos hacia el vértice de un tetraedro, formando un ángulo de  $109^\circ 28'$  entre ellos.

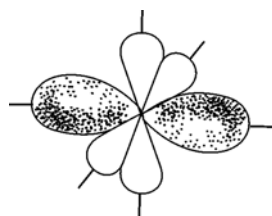
A cada uno de estos nuevos orbitales se les denomina  $sp^3$ , porque tienen un 25% de carácter  $s$  y 75% de carácter  $p$ .



La hibridación  $sp^2$  toma la forma *trigonal*. Tiene los orbitales híbridos hacia los vértices de un triángulo, dejando entre ellos un ángulo de  $120^\circ$ . El orbital  $p$  puro es perpendicular a los híbridos.



La hibridación  $sp$  es *lineal*; tiene los orbitales híbridos situados en línea, generando un ángulo de  $180^\circ$ .

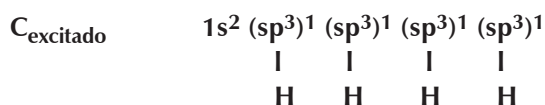


ángulo  $180^\circ$

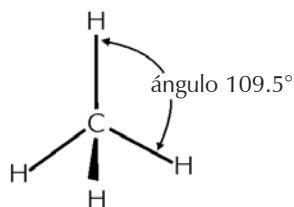
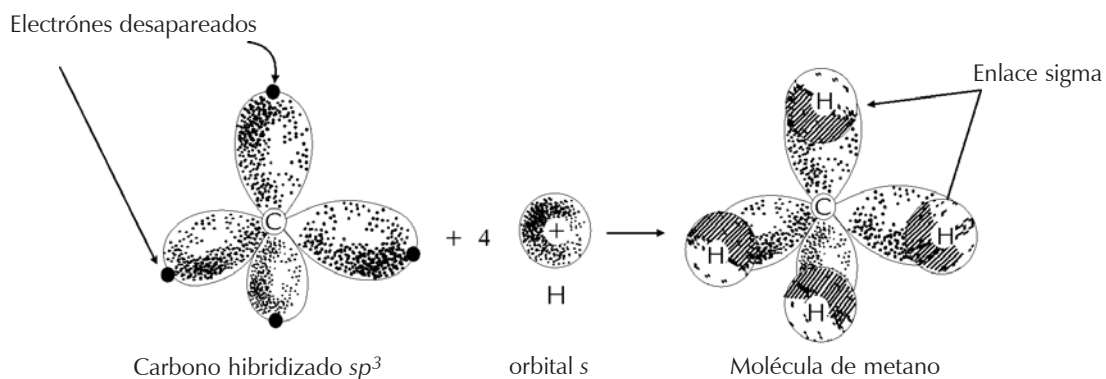
## Enlaces del carbono

El átomo de carbono, al combinarse con otros elementos, recibe energía y ésta es absorbida por los electrones, los cuales a su vez se excitan y un electrón del orbital  $2s^2$  salta al orbital  $2p_z$ .

Los orbitales  $sp^3$  se superponen con los orbitales  $s$  de los hidrógenos y forman los cuatro enlaces sencillos llamados *sigma*.

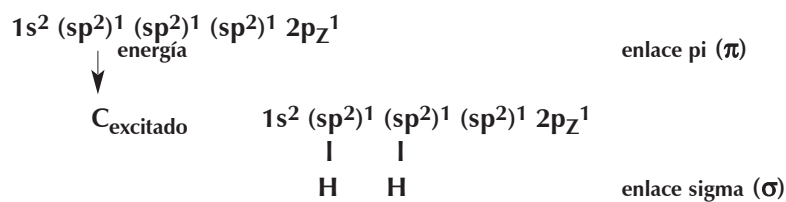
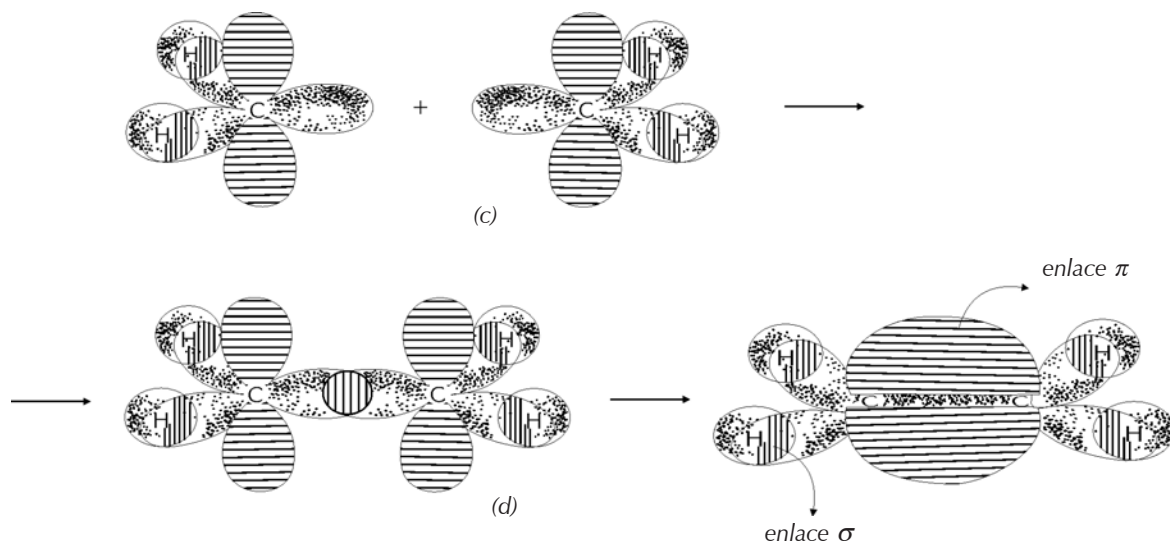


La representación de este enlace, por la configuración electrónica de sus orbitales, se obtendría, por ejemplo, en el metano, donde se aprecia la superposición de los orbitales  $sp^3$  con los orbitales  $s$  para formar las ligaduras sencillas o sigma ( $\sigma$ ), según se observa en la imagen:

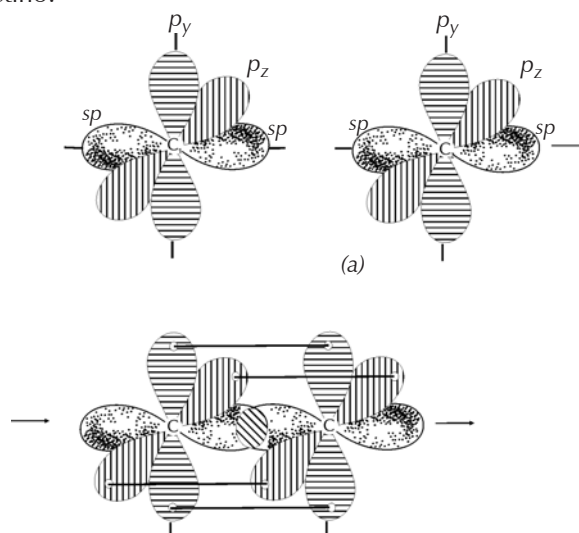


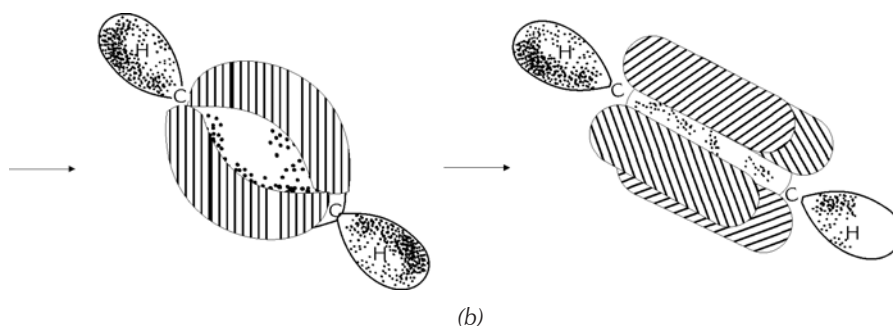
Representación simple de la molécula de metano

En el caso del *doble enlace*, la superposición de los orbitales son los p puros, los cuales generan la unión pi ( $\pi$ ), como se aprecia en la formación del eteno:



Para la formación del *triple enlace* se requiere que cada carbono disponga de un par de electrones desapareados y dejar otros dos electrones libres para las dobles ligaduras, con lo que se puede formar el hidrocarburo insaturado, etino:

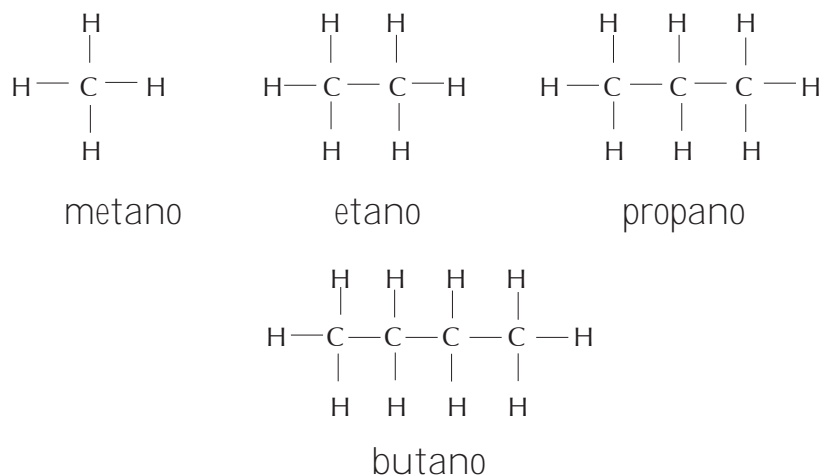




Por lo antes expuesto, se explica por qué el átomo de carbono se une de manera general, entre carbono y carbono y carbono y carbono hidrógeno para formar una gran variedad de compuestos que llevan por nombre *hidrocarburos*.

Parte de éstos son los *hidrocarburos saturados*, formados por *enlace sencillo*, o *sigma* ( $\sigma$ ), y los *hidrocarburos insaturados* con *enlaces sencillos* (sigma  $\sigma$ ) y *enlaces dobles* y *triples* ( $\pi$ ).

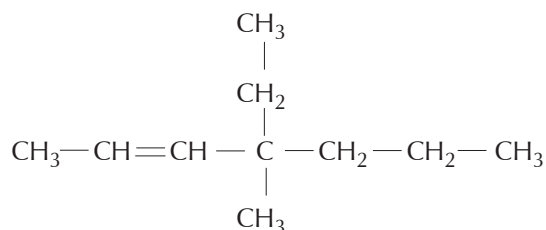
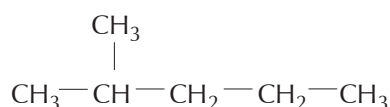
Para facilitar la representación esquemática de las fórmulas de los hidrocarburos, se procede a representar las uniones con segmentos de recta entre los carbonos e hidrógenos, como se muestra en los siguientes ejemplos:





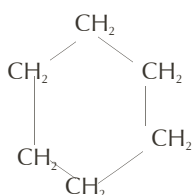
También los hay con ramificaciones; pueden ser saturados e insaturados. A continuación se muestran con fórmulas semidesarrolladas.

*2-metil, pentano*

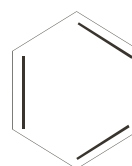


*4- etil, 4- metil 2-hepteno*

Existen otros hidrocarburos saturados e insaturados de cadenas cerradas o cíclicas, como los siguientes ejemplos:



Ciclohexano



Benceno

## Isómeros

En química orgánica es frecuente que dos o más compuestos tengan la misma fórmula molecular, pero con diferentes propiedades físicas y químicas. Esta diferencia radica en las distribuciones espaciales de los átomos en las moléculas. A estos compuestos se le llama *isómeros*, es decir, son compuestos que tienen igual fórmula molecular, pero diferente fórmula estructural.

Se conocen varios tipos de isomería, según el tipo de estructura molecular que origina los isómeros. Así, se tienen:

- Isomería de posición
- Isomería de función
- Isomería geométrica
- Isomería óptica

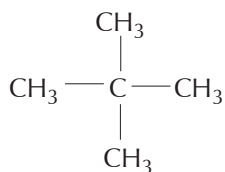
La *isomería de posición* se produce como resultado de las diferentes posibilidades de colocar los átomos de carbono en las estructuras moleculares.



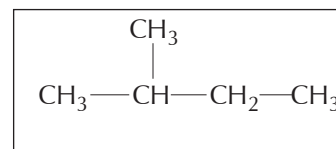
Por ejemplo, de la fórmula molecular  $C_5H_{12}$ , hay tres posibilidades de acomodar los átomos que intervienen, es decir, posee tres isómeros.



pentano



2,2-dimetil propano



2-metil butano

La *isomería de función* se origina cuando dos o más compuestos tienen la misma fórmula molecular, pero diferentes grupos funcionales.

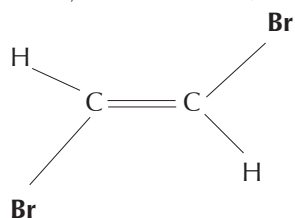


etanol

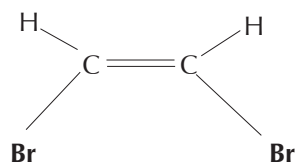


éter dimetílico

La *isomería geométrica* se presenta en compuestos con doble enlace o moléculas que se pueden representar en un plano. Para diferenciarlos se usan los prefijos *cis* (del latín, al mismo lado de) y *trans* (del latín, al otro lado de)

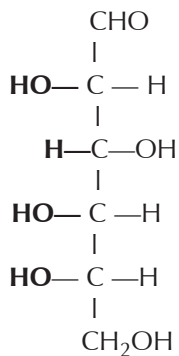
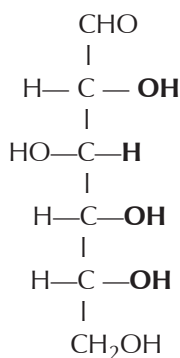


trans- dibromo-eteno



cis - dibromo-eteno

La *isomería óptica* se observa al hacer incidir luz polarizada sobre disoluciones de sustancias orgánicas ópticamente activas, la cual, si se desvía en la dirección de las manecillas del reloj, se considera positivo (+) o dextrógiro; si es en sentido contrario, se considera negativo (-) o levógiro. El primer grupo funcional OH se observa del lado derecho (+) en la primera fórmula y en la segunda del lado izquierdo (-).

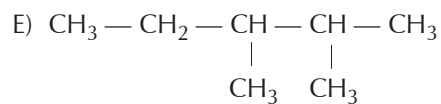
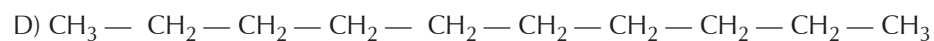
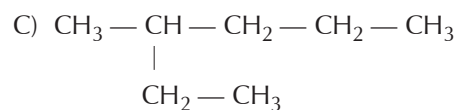
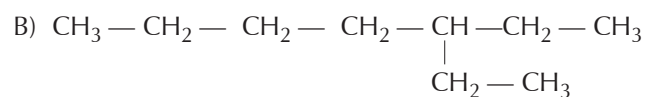
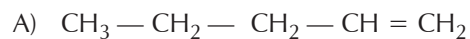




## ANEXO 7

### Tarea

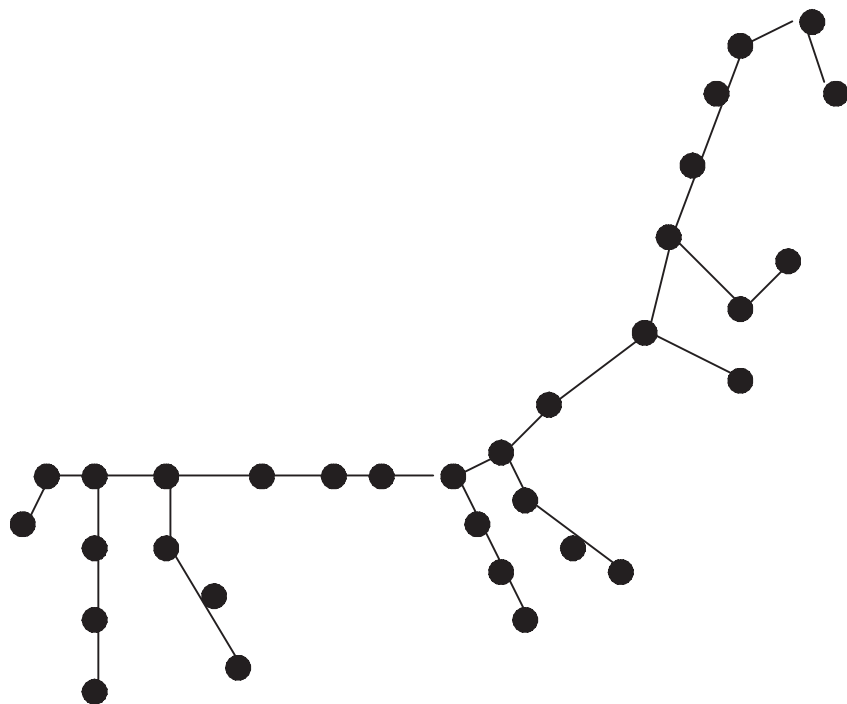
Asigna el nombre a los siguientes compuestos orgánicos:



Escribe los nombres de los siguientes hidrocarburos:

- i. 1,4-dimetil octano
- ii. Nonano
- iii. 3, 4,6-trimetil decano
- iv. 5-metil-1-hexeno

Asigna nombre al siguiente carbosaurio. Cada punto representa un átomo de carbono.





## Estrategia 13: Grupos funcionales

---

### Introducción

En esta estrategia se profundiza sobre conceptos fundamentales en el curso de Química II en el CCH. Nos referimos a compuesto, elemento, enlace, molécula y estructura de la materia. Los conocimientos que los alumnos tienen sobre éstos serán el apoyo para incorporar a su cultura química los conceptos de grupo funcional en compuestos orgánicos, a fin de que los pueda identificar y dar ejemplos de este tipo de sustancias que sean importantes por su aplicación práctica.

### Obejtivos

El alumno:

1. Identificará en las fórmulas de compuestos del carbono, los grupos funcionales que caracterizan a los alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, aminas y amidas.

### Habilidades cognitivas

El alumno:

1. Aplique el concepto de compuesto y estructura molecular para diferenciar e identificar a los alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, aminas y amidas.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Aplique diversas técnicas de indagación que le permitan obtener información relacionada con la presencia de grupos funcionales en cadenas de hidrocarburos.
2. Exprese en forma oral, escrita y con sus propias palabras los conceptos químicos necesarios para diferenciar e identificar compuestos orgánicos que presenten en su estructura alguno de los grupos funcionales.

### Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Compromiso para cumplir con las tareas personales asignadas.
2. Respeto por el trabajo de los integrantes del grupo.
3. Cooperación y compromiso en el desarrollo de la tarea en los equipos de trabajo.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Qué determina las propiedades de los compuestos de carbono?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### ELABORACIÓN DE MODELOS

Solicitar a los alumnos que con el material utilizado en la estrategia anterior, elaboren la estructura del metano, etano y propano. Con indicaciones del profesor, solicitar a los alumnos la sustitución “estratégica” de algunos átomos de hidrógeno por átomos de elementos que constituyen a los grupos funcionales (al menos un ejemplo de cada uno). Advertir sobre la necesidad de considerar los electrones de valencia de cada uno de los átomos que se “enlazan”.

Una vez que se tienen los modelos, plantear las preguntas:

Comparados con los hidrocarburos, ¿son otros compuestos?, ¿tienen nuevas propiedades?

#### COMPARTIENDO INFORMACIÓN

Remitir a los alumnos a la lectura que se anexa sobre el tema de grupos funcionales (Anexo 8). Asignar a cada equipo de trabajo al menos una de las estructuras construidas. Solicitar que establezcan relación entre los modelos y la lectura para identificar a los grupos funcionales.

Con esta información, solicitar a los alumnos que elaboren, en una cuartilla, fórmulas de compuestos orgánicos del grupo funcional asignado, destacándolos con colores, marcos, etc., deben incluir nombres (hacer tantas cuartillas como equipos de trabajo).

### ACTIVIDAD 2

#### DISCUSIÓN EN EQUIPOS-REJILLA

Aplicar la técnica de “rejilla”, de modo que en cada equipo de trabajo haya al menos un alumno que tenga información sobre algún(os) grupo(s) funcional(es). Se solicita que intercambien información y determinen cuáles son las diferencias en las estructuras según el grupo funcional (20 - 30 minutos).

#### INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN

Solicitar a los alumnos retornar a sus equipos originales, y con la información que cada uno lleve, elaboren un cuadro en una cartulina donde haya cuatro columnas con los siguientes encabezados: tipo de compuesto, grupo funcional característico, descripción del grupo funcional y ejemplos (30 - 40 minutos). Nombrar un expositor del trabajo elaborado.

*Exposición.* Cada uno de los equipos expondrá y explicará la información contenida en sus cartulinas. El profesor estará muy atento a esta actividad para reorientar cualquier error conceptual.

## TAREA

Solicitar a los alumnos envolturas de los siguientes productos: chicles sin azúcar, vinagre, acetona, dulces de piña, manzana, algo referente al mal aliento, etiquetas de algunas bebidas alcohólicas, recortes de modelo momificado, de barniz de uñas, de animales muertos, de pies (por lo del mal olor), y anti-congelante. Ello con la finalidad de estudiar grupos funcionales y relacionarlos con productos de uso común. El profesor se puede apoyar con los acetatos, como se sugiere en la siguiente actividad.

## ACTIVIDAD 3

### EXPOSICIÓN DEL PROFESOR

Para cerrar el tema, el profesor retomará la temática, haciendo una recapitulación de las actividades. Se les pedirá a los alumnos tener a la mano los materiales solicitados en la tarea (envolturas, etc.), así como su cuaderno para que vayan ilustrando los grupos funcionales con ejemplos en los que pueden encontrarse éstos a partir de la exposición del profesor.

Se les mostrará las estructuras químicas de compuestos que hacen referencia a los materiales solicitados (sabor piña, manzana etc). Los alumnos copiarán estas estructuras químicas y pegarán el recorte o etiqueta del producto alusivo en su cuaderno, destacando la presencia del grupo funcional. El anexo A9 es un juego de diapositivas con las que se podrían hacer acetatos. Se sugiere enriquecer la exposición con las ideas que complementan las imágenes en las diapositivas. La referencia es Phillips, J., et al., (2000) *Química, Conceptos y Aplicaciones*, pág. 640-645, México, McGraw-Hill.

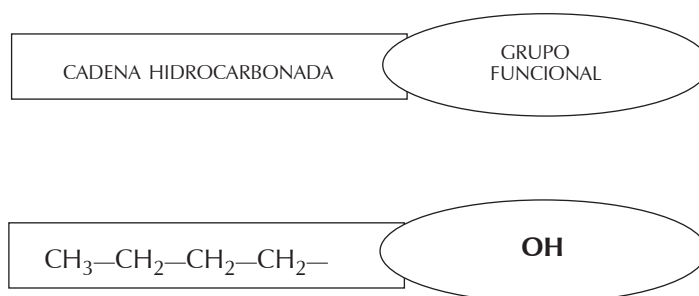
Hay que recordar que el nivel de aprendizaje es diferenciar e identificar los grupos funcionales tratados, por lo que al replantear la pregunta generadora se tomarán en cuenta las aportaciones de los alumnos para poder construir la respuesta de manera colectiva.

## Lectura para alumnos

## Compuestos orgánicos

## GRUPOS FUNCIONALES

En general, un compuesto orgánico consta de una cadena hidrocarbonada poco reactiva, formada por átomos de carbono e hidrógeno, unida a un átomo o grupo de átomos llamado grupo funcional.



Algunas moléculas poseen más de un grupo funcional, o uno repetido varias veces. El grupo funcional es el principal responsable de la reactividad química del compuesto. En consecuencia, los compuestos que contienen un mismo grupo funcional muestran propiedades químicas similares.

En un intento por facilitar la comprensión sobre las características estructurales de las moléculas de los compuestos orgánicos que incluyen en su estructura los llamados “grupos funcionales”, abordaremos su estudio dependiendo de cómo se relacionan las cadenas de hidrocarburos con el átomo de oxígeno.

## 1.1 Compuestos oxigenados con enlace sencillo carbono-oxígeno

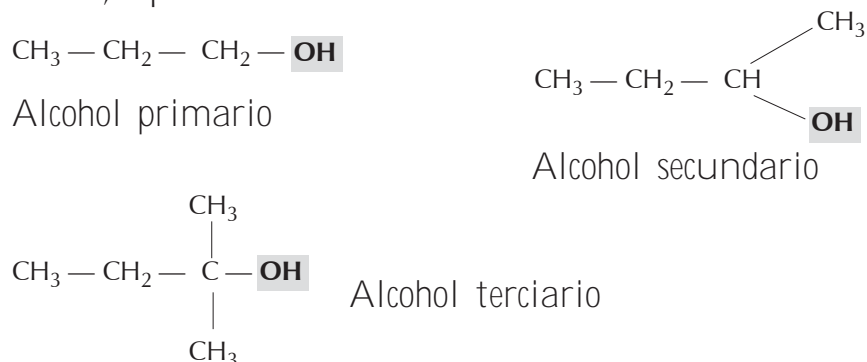
### 1.1.1 Alcoholes

Este tipo de compuestos orgánicos, comprende a los denominados *alcoholes*, y *éteres*. El átomo de oxígeno se encuentra formando únicamente enlaces sencillos **O-H**. Los alcoholes se pueden representar por la fórmula general **R-OH**, donde el grupo característico hidroxilo (**O-H**) se encuentra unido a un carbono alifático.

Los alcoholes pueden considerarse como derivados del agua por sustitución de uno de los dos hidrógenos de la molécula. Al conservar un grupo **OH**, tienen ciertas propiedades que recuerdan a las del agua. El ángulo de enlace **C-O-H** es parecido al del agua y es de aproximadamente 107°. Ambos enlaces son muy polares, pues la mayor electronegatividad del átomo de oxígeno los polariza fuertemente.

### 1.1.2 Nomenclatura de alcoholes

Los alcoholes pueden ser primarios, *secundarios* o *terciarios*, según el tipo de átomo de carbono al que vaya unido el grupo **-OH**. Esto significa que este carbono vaya unido a su vez a uno, dos o tres átomos de carbono, respectivamente.



Los alcoholes se nombran sistemáticamente, sustituyendo por *ol* la *o* terminal del hidrocarburo del que derivan e indicando la posición del **-OH** por un número, que suele colocarse al final del nombre. Se usan también con frecuencia nombres comunes, formados por la palabra *alcohol* seguida del nombre, terminado en *ico*, el radical que soporta el grupo **-OH**.



### 1.1.3 Propiedades de los alcoholes

Presentamos una descripción de las propiedades físicas de los alcoholes, propiedades que se asocian directamente con el *tamaño de la cadena* hidrocarbonada y la *presencia del grupo funcional alcohol (OH)*. Si bien en este caso es una descripción específica para los alcoholes, funciona como ejemplo de la manera en que influyen esas dos variables en las propiedades de los compuestos orgánicos.

El parentesco de los alcoholes con el agua se pone de manifiesto en muchas de sus propiedades físico-químicas. Así, por ejemplo, los primeros compuestos de la serie de los alcoholes, —de uno a tres átomos de carbono—, son completamente miscibles con el agua, con la que forman enlaces de hidrógeno, análogos a los que existen entre las propias moléculas de agua o de los alcoholes entre sí. Al aumentar el número de átomos de carbono de la cadena hidrocarbonada, se hace cada vez menor la influencia relativa del grupo hidroxilo, por lo que disminuye mucho su solubilidad en agua, siendo ya prácticamente insolubles los alcoholes con diez o más átomos de carbono.

En estado sólido y en estado líquido, las moléculas de los alcoholes están muy asociadas mediante enlaces de *hidrógeno*, formando cadenas de varias moléculas, lo que explica sus puntos de fusión y de ebullición anormalmente elevados. Como ocurre en todas las series homólogas, en general, los puntos de fusión y de ebullición de los alcoholes de cadena lineal aumentan con el número de átomos de carbono. Así, los alcoholes inferiores son líquidos incoloros, muy fluidos y relativamente volátiles; los de 6





a 11 átomos de carbono son ya líquidos viscosos; y el dodecanol, esto es, con 12 átomos de carbono (*alcohol laurico*), es el primer alcohol de cadena lineal que es sólido a la temperatura ambiente.

### 1.2.1 Éteres

Estos compuestos son considerados producto de la deshidratación de dos moléculas de alcohol, o bien producto de la sustitución de los dos hidrógenos del agua por radicales alquilo.

Los éteres se caracterizan por poseer el grupo *oxi*,  $\text{—O—}$ , donde el átomo de oxígeno se encuentra unido a dos átomos de carbono,  $\text{C—O—C}$ .

En este tipo de compuestos orgánicos, el átomo de oxígeno se encuentra formando únicamente enlaces sencillos,  $\text{C—O}$ . Este enlace es poco polar, por lo cual es una molécula poco reactiva. Son en realidad, compuestos bastante inertes, por lo que se utilizan como disolventes para llevar a cabo numerosas reacciones orgánicas.

### 1.2.2 Nomenclatura de éteres

Según si los radicales alquílicos son iguales o diferentes entre sí, pertenecen a uno de dos tipos de éteres: éteres sencillos o éteres mixtos.

En la nomenclatura sistemática de los éteres se nombra primero la cadena hidrocarbonada más sencilla, a continuación la partícula *oxi* y por último el otro radical.



Metil-oxi-metil



Etil-oxi-propil

Tratándose de éteres sencillos, se acostumbra denominarlos de la manera siguiente: se enuncia en primer lugar la palabra éter y a continuación el nombre trivial del alcohol que corresponde al radical

Ejemplo:



Éter etílico

### 1.2.3 Propiedades de los éteres

Son sustancias menos reactivas que los correspondientes alcoholes, pues no son atacados por los metales alcalinos, y con las bases fuertes, se hidrolizan muy lentamente.

Sin embargo, reaccionan con algunas sustancias tales como el ácido sulfúrico, yodhídrico, clorhídrico, el anhídrido sulfúrico. El cloro y el bromo sustituyen preferentemente los hidrógenos de los carbonos unidos al oxígeno.

El éter metílico es un gas de olor peculiar; se licua a  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; es poco soluble en el agua; soluble en ácido sulfúrico.

El éter etílico es un líquido incoloro, con una densidad de 0.723 a  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Hierve a  $34.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; se solidifica a  $-129\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sus vapores son extraordinariamente inflamables; mezclados con el aire constituyen una mezcla explosiva. Es muy poco soluble en agua, aunque soluble en todas proporciones en alcohol etílico. Se emplea como disolvente de las grasas, resinas y para extraer muchísimas sustancias orgánicas como, por ejemplo, alcaloides. En medicina se le usa como sedante y anestésico.

## 1.3 Compuestos oxigenados con enlaces múltiples carbono-oxígeno

### 1.3.1. Aldehídos y cetonas

Los aldehídos y las cetonas contienen el grupo funcional  carbonilo

Se diferencian entre sí en que en los aldehídos este grupo carbonilo se encuentra en un extremo de la cadena hidrocarbonada, por lo que tiene un átomo de hidrógeno unido a él directamente, es decir, que el verdadero grupo funcional es:

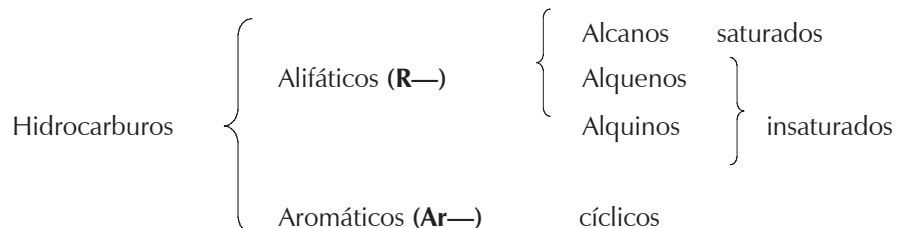


En cambio, en las cetonas, el grupo carbonilo se encuentra unido a dos radicales hidrocarbonados.



Según el tipo de radical hidrocarbonado unido al grupo funcional, los aldehídos pueden ser alifáticos, **R—CHO**, y aromáticos, **Ar—CHO**, mientras que las cetonas se clasifican en alifáticas, **R—CO—R'**, aromáticas, **Ar—CO—Ar**, y mixtas, **R—CO—Ar**, según si los dos radicales unidos al grupo carbonilo son alifáticos, aromáticos o uno de cada clase, respectivamente.

*Nota: Los hidrocarburos son compuestos orgánicos constituidos sólo por átomos de carbono e hidrógeno. Con base en las características de su estructura se puede establecer la siguiente división:*



Los compuestos alifáticos (**R—**) son los compuestos de cadena abierta como los alcanos, alquenos y alquinos, o bien cíclicos, y los aromáticos (**Ar—**), que derivan su nombre de su olor característico, agradable en algunos casos. El principal y más sencillo de estos hidrocarburos es el benceno, de fórmula  $\text{C}_6\text{H}_6$ . Los demás se consideran como derivados de ésta molécula, es decir, poseen propiedades semejantes a las del benceno. Estos resultan de sustituir los hidrógenos por otros sustituyentes en el anillo benzenico.

### 1.3.2. Nomenclatura de aldehídos

Como se mencionó anteriormente, de acuerdo al tipo de radical hidrocarbonado unido al grupo funcional, los aldehídos pueden ser

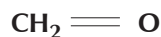
alifáticos (**R—CHO**) o aromáticos (**Ar—CHO**)

Según la IUPAC, a los aldehídos se les considera como los derivados de los alcanos, por lo que para nombrarlos, se considera la cadena hidrocarbonada más larga que incluya el grupo funcional **—CHO**, al que se le asigna la posición 1 para efectos de enumerar los posibles sustituyentes. Por último se cambia la terminación **O** del alcano correspondiente por **al**.

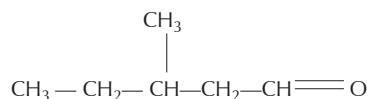
Para designar a los aldehídos por el nombre común o vulgar, éste se toma del nombre del ácido correspondiente.

Ejemplos de aldehídos alifáticos:

Común: formaldehído, IUPAC: metanal



metanal



3-metil pentanal

Común:	acetaldehído	propionaldehído	butiraldehído
IUPAC:	etanal	propanal	butanal

Ejemplos de aldehídos aromáticos:

En los aldehídos aromáticos, el más sencillo (benzaldehído) le da el nombre a los derivados de éste.

*Benzaldehído; p-hidroxibenzaldehído; 2-bromo -4-metilbenzaldehído*

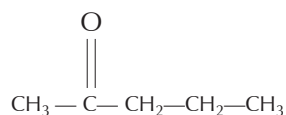
### 1.3.3 Nomenclatura de cetonas.

Como se mencionó anteriormente, las cetonas se clasifican en Alifáticas (**R—CO—R'**), aromáticas (**Ar—CO—Ar**), y mixtas (**R—CO—Ar**), según si los dos radicales unidos al grupo carbonilo son alifáticos, aromáticos o uno de cada clase, respectivamente.

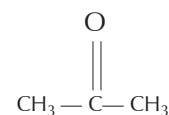
Los nombres de las cetonas se forman de manera análoga a los aldehídos, pero cambiando por *ona* la o terminal del hidrocarburo progenitor. Se debe fijar la posición del carbono donde está la función carbonílica (**—CO—**) con el número más bajo posible en la numeración de la cadena principal.

Las cetonas suelen nombrarse también corrientemente mediante los nombres de los grupos alquílicos o arilos unidos al carbono carbonilo, seguidos de la palabra cetona.

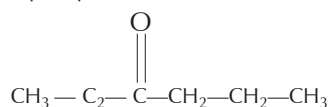
Ejemplos de Cetonas Alifáticas:



metil propil cetona



dimetil cetona



3 hexanona

Común:	Acetona Dimetil cetona	Etilmetilcetona	Dietilcetona	Isobutilmetilcetona
IUPAC:	Propanona	Butanona	3-pentanona	4-metil-2pentanona

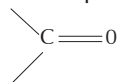
Ejemplos de Cetonas Aromáticas:

Común:	Fenilmetilcetona	Difenilcetona
IUPAC:	Acetofenona	Benzofenona

### 1.3.4 Propiedades de aldehídos y cetonas

Para entender y comprender mejor las características estructurales de las moléculas, en general, el profesor debe hacer uso de los modelos espaciales moleculares. Mediante ellos es fácil ver aspectos como el efecto estérico (o el espacio que ocupan los grupos que constituyen la molécula), la planaridad de ciertos grupos, la simetría molecular, etc.

Con respecto a estas dos estructuras, aldehídos y cetonas, presentan en común la función carbonílica :



El comportamiento químico de estas dos moléculas es muy similar debido a que la función tiene sus características propias. En general, los aldehídos son más reactivos que las cetonas. Esta diferencia se debe al efecto estérico o de espacio de los grupos alquílicos o arilos ligados al carbono de la función carbonílica en las cetonas. Estos grupos protegen más la función y obstaculizan el ataque de otras partículas, haciendo la reacción más lenta.

En los aldehídos se tiene un H y un grupo alquílico o arilo. Por consiguiente, la función está más desprotegida y las partículas que atacan al C carbonilo, lo hacen más cómodamente, haciendo que las reacciones sean más fáciles y rápidas.

## 1.4 Ácidos carboxílicos y ésteres

### 1.4.1 Ácidos Carboxílicos

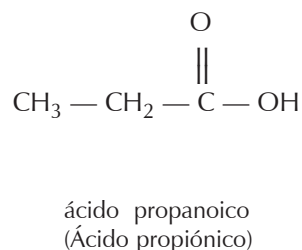
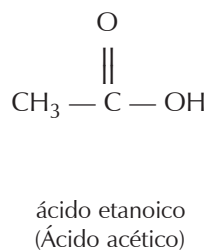
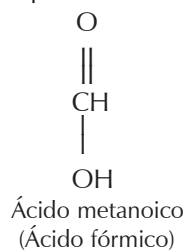
Los compuestos orgánicos que contienen el grupo funcional  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{OH} \end{array}$ , llamado carboxilo, constituyen los ácidos orgánicos o carboxílicos. Éste grupo carboxilo se liga a radicales alquilo o arilo, formando una gran variedad de ácidos.

Ejemplos: Ácido propiónico (donde **R** es un alcano), ácido propenoico (**R** es alqueno), ácido propionico (**R** es alquino), ácido fenilacético, etc.

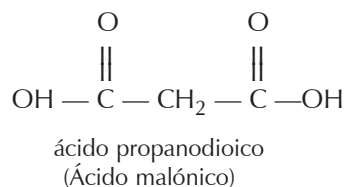
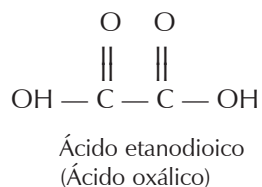
### 1.4.2. Nomenclatura de ácidos carboxílicos

De acuerdo al sistema lógico de la IUPAC, el nombre sistemático los considera derivados de los alcanos, por lo que los ácidos carboxílicos se nombran anteponiendo la palabra ácido al nombre del alcano correspondiente, al que se ha cambiado la terminación -o por -oico. Se siguen las reglas dadas por la IUPAC expuestas anteriormente es decir, por ejemplo, la cadena principal se numera empezando por donde está el grupo funcional.

Ejemplos:



Cuando el ácido tiene dos grupos carboxilos se llama dicarboxílico. Ejemplos:



En la nomenclatura común se acostumbra designar a los ácidos orgánicos sencillos (los seis primeros) por sus nombres comunes que proceden de características propias según su origen, por ejemplo, el ácido butírico, que le da el olor rancio a la mantequilla. Además, los ácidos de cadena ramificada se designan como derivados de la cadena principal, fijando la posición de la ramificación mediante las letras griegas  $\alpha, \beta, \gamma$ , etc. Ejemplo: ácido  $\beta$  - metilbutírico.

Los aromáticos se consideran como derivados del más sencillo de esta serie, el ácido benzoico.

Ejemplos de ácidos carboxílicos alifáticos:

Común:	ác. fórmico	ác. acético	ác. acrílico
IUPAC:	ác. metanoico	ác. etanoico	ác. propanoico

Común:	ác. butínico	ác. láurico	ác. propiónico
IUPAC:	ác. butanoico	ác. dodecanoico	ác. propanoico

Ejemplos de ácidos carboxílicos aromáticos:

ác. benzoico	ác. o-metilbenzoico	ác. 3-nitro-4-metilbenzoico	ác. 3-fenilpropanoico
--------------	---------------------	-----------------------------	-----------------------

Cuando es difícil seguir las reglas de la IUPAC, se consideran los nombres del hidrocarburo seguido de la palabra carboxílico. Ejemplo: ácido fenantren -1- carboxílico.

### 1.4.3. Propiedades de los ácidos

Su característica notable es su acidez, o tendencia a liberar protones  $\text{H}^+$ . El carbono está ligado a dos átomos de oxígeno, determinando que se encuentre un grado de oxidación alto. La presencia de un

grupo carbonilo y un grupo oxidrilo ligados al mismo carbono hace que se interfieran entre sí, e impide que las dos funciones se comporten como tales, es decir, los ácidos no presentan reacciones típicas del grupo carbonilo o del grupo hidroxilo.

Para explicarlo mejor, tomemos como ejemplo la estructura del siguiente ácido  $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ , donde se observa que la función carboxílica está constituida por otras dos funciones, el grupo carbonilo y el grupo hidroxilo ambas ligadas al mismo carbono. La presencia de los dos oxígenos y la doble ligadura, provocan que los electrones de la doble ligadura y la densidad electrónica del oxígeno del OH se dispersen o deslocalicen entre los tres átomos  $\text{O} - \text{C} - \text{O}$ . De ésta forma, el protón  $\text{H}^+$  del OH, tiende a liberarse, formando el ión acetato  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  y provocando su acidez.

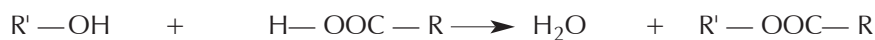
Las dos funciones que conforman la función llamada carboxílica es característica de los ácidos orgánicos y nos muestran que tales moléculas son polares y, como los alcoholes, forman puentes de hidrógeno entre sí y con otras estructuras como el  $\text{H}_2\text{O}$ .



Los ácidos carboxílicos forman un conjunto de compuestos orgánicos de gran importancia en la industria como fuente para obtener gran número de derivados y numerosos productos de uso industrial.

### 1.5.1. Ésteres

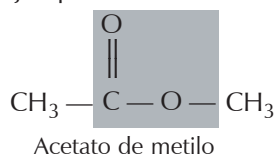
Los alcoholes son sustancias muy reactivas pues con los ácidos, forman los ésteres. De acuerdo a la siguiente reacción general:



### 1.5.2. Nomenclatura de los ésteres

Por su analogía con las sales, los ésteres se nombran cambiando la terminación *-ico* del ácido por el sufijo *-ato* y a continuación se enuncia el radical alcohólico.

Ejemplos:

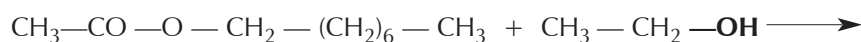


### 1.5.3. Propiedades de los ésteres

**Esterificación.** Es la operación que tiene por objeto la formación de los ésteres. Como esta formación es reversible, de acuerdo con la Ley de la Acción de las Masas, si ponemos en contacto con una determinada cantidad de alcohol otra determinada de ácido, una parte de estas dos cantidades reaccionará, quedando la otra libre y en equilibrio con el éster y el agua formados.

**Saponificación.** Esta es la operación que consiste en hidrolizar los ésteres para que nos den alcoholes y ácidos. Si esta hidrólisis se verifica en presencia de un base, en vez de ácido se obtendrá su sal, y tratándose de los ácidos grasos de peso molecular elevado, estas sales reciben el nombre de “jabones”.

**Alcoholisis.** El alcohol que forma parte de un éster puede ser reemplazado por otro alcohol, siempre que esta operación se lleve a cabo en presencia de un catalizador que puede ser un alcoholato ó un ácido. Esta reacción tiene lugar con facilidad cuando se trata de sustituir un alcohol de peso molecular elevado por uno de menor peso molecular.



Acetato de octilo

etanol



Acetato de etilo

alcohol octílico

## 2.0 Compuestos nitrogenados

### 2.1.1. Aminas

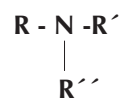
Las aminas son los compuestos nitrogenados equivalentes, en cierto modo, a los alcoholes, y éteres en los compuestos oxigenados. Lo mismo que éstos podrían considerarse como derivados del agua, las aminas pueden suponerse formalmente como derivados del amoníaco (NH<sub>3</sub>), en el que se ha sustituido uno, dos o los tres átomos de hidrógeno por radicales hidrocarbonados. Resultan así tres clases diferentes de aminas, llamadas *primarias*, *secundarias* y *terciarias*, respectivamente, y cuyas fórmulas generales son:



amina primaria



amina secundaria

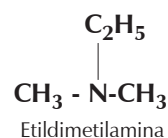
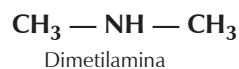


amina terciaria

**R, R' y R''** pueden ser radicales alquílicos o arílicos.

### 2.1.2. Nomenclatura de las aminas

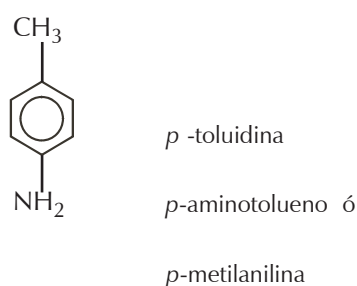
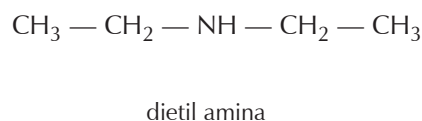
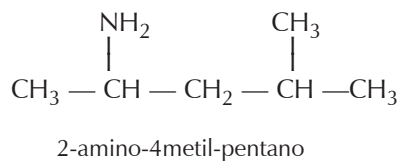
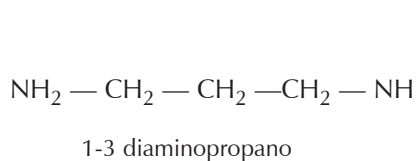
Las aminas sencillas se nombran añadiendo el sufijo *amina* a los nombres de los radicales alquilo o arilo unidos al nitrógeno. Si dos grupos alquílicos idénticos están unidos al átomo de nitrógeno, se les antepone el prefijo *di* o *tri*. Ejemplo:



Las aminas aromáticas generalmente se consideran derivadas de la anilina.

A veces, para mayor claridad, se toma el nombre de la amina correspondiente a la agrupación hidrocarbonada más larga o más importante, anteponiendo los otros sustituyentes precedidos de la letra N.

En compuestos más complejos se nombra el grupo amino como sustituyente de la cadena o anillo en cuestión. Ejemplos:



### 2.1.3. Propiedades físicas y químicas de las aminas

El comportamiento químico mostrado por las aminas reside en las características de su estructura. En general reaccionan fácilmente. La presencia de un par de electrones en el átomo de nitrógeno, con cierta energía cinética y desplazados por los grupos alquílicos sobre su orbital  $\text{sp}^3$ , hace de las aminas compuestos de carácter básico. Son bases de Lewis que aceptan partículas positivas, formando sales. La presencia de hidrógenos algo polarizados permite que éstos sean oxidables por agentes como el ácido nitroso  $\text{HNO}_2$  y formen sales conocidas, como el diazonio.

Por otra parte, su comportamiento como base de Lewis o agentes nucleófilos hace de ellas un buen reactivo para obtener una gran diversidad de compuestos importantes y para el reconocimiento de otras sustancias.

Son de gran uso en la industria. Pueden reaccionar con relativa facilidad con los compuestos carbonílicos. Las aromáticas presentan otra característica excepcional con la presencia del anillo bencénico.

En general, las aminas son moderadamente polares y pueden originar puentes de hidrógeno. Esto hace que los puntos de ebullición sean altos comparados con otros compuestos de P.M. similar, poco polares. Las más simples son solubles en  $\text{H}_2\text{O}$  por los enlaces puente de hidrógeno que forman con el agua. Siendo algo polares, son solubles en solventes algo polares. Una característica típica es su olor a amoníaco o a pescado. Son muy tóxicas.



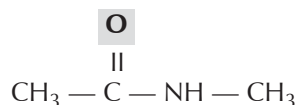
### 2.2.1. Amidas

Se sintetizan tratando los halogenuros de acilo con amoníaco o con sus derivados ( $R-NH_2$  o  $R-NH-R'$ ), es decir; las amidas son derivados funcionales de los ácidos carboxílicos, en los que se ha sustituido el grupo  $-OH$  por el grupo  $-NH_2$ ,  $-NHR$  o  $-NRR'$ , con lo que resultan, respectivamente, las llamadas amidas primarias, secundarias o terciarias, que también se llaman amidas sencillas, N-sustituidas o N-disustituidas.

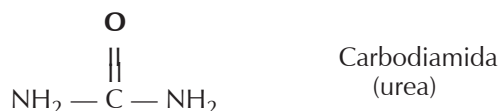
### 2.2.2. Nomenclatura de las amidas

Las amidas primarias se nombran sustituyendo la terminación *oico* o *ico* del nombre sistemático o vulgar del ácido del que derivan, por el sufijo amida. En las amidas sustituidas se antepone al nombre anterior el de los radicales sobre el nitrógeno, precedidos de la letra N. Ejemplos:

(N) metil acetamida



Entre las amidas merece citarse la carbodiamida o urea, que puede considerarse como la diamida del ácido carbónico:



### 2.2.3. Propiedades de los derivados de los ácidos

**Propiedades químicas.** Los derivados de los ácidos presentan reacciones típicas, especialmente reacciones de sustitución nucleofílica, es decir, agentes nucleofílicos como los alcoholes, el agua, bases, etóxidos, amoníaco y sus derivados las aminas pueden atacar el carbono positivo del grupo carbonilo de éstos compuestos. Este ataque supone la salida de los grupos  $Cl^-$  o  $Br^-$ ,  $^-OCOR$  y  $^-OP$ , con excepción del grupo  $^-NH_2$ , debido en parte a la gran electronegatividad del átomo de nitrógeno. La presencia del grupo carbonilo y las características del N establecen un fuerte enlace entre el C y el N, haciendo difícil el desplazamiento de dicho grupo.

El orden de salida de estos grupos es  $Cl^-$  o  $Br^-$ ,  $^-OCOR$  y  $^-OR$ . En consecuencia, la reactividad de estos derivados depende de cada estructura. El orden de reactividad de los derivados de los ácidos es:

Haluros de acilo > anhídridos > ésteres > **amidas**

Otro tipo de reacción que se origina debido a las características de estas estructuras, es la de los hidrógenos del carbono alfa, que son de carácter ácido, y en consecuencia, reaccionan con bases ( $C_2H_5O^-Na$ ,  $CH_3COO^-Na$ ), o con carbaniones (partículas con un par de electrones libres en un C) y puede originar ciertos tipos de reacciones.

Otras reacciones de estos derivados de los ácidos incluyen la hidrogenación del grupo carbonilo, que origina alcoholes. Asimismo, dan la reacción con el reactivo de Grignard para dar los correspondientes alcoholes después de ser hidrolizados.

## Propiedades físicas

Por el hecho de ser compuestos polares, las moléculas se asocian y sus puntos de ebullición son parecidos a los de compuestos de P.M. semejante. Por ejemplo, los halogenuros anhídridos y ésteres se parecen a los aldehídos y cetonas. En razón de su asociación mediante enlaces puentes de hidrógeno, las amidas tienen punto de ebullición más alto. La solubilidad depende en parte de esta polaridad tanto en el  $H_2O$ , como en otros solventes. Todos estos compuestos son interesantes, no sólo por su uso como reactivos sino también como solventes. Pero su uso más común es para obtener otros compuestos de gran uso industrial y de laboratorio; por ejemplo, los anhídridos se usan como agentes para obtener ésteres a partir de alcoholes.

## Estrategia 14: Reactividad Química

---

### Introducción

En esta estrategia, se fortalece el concepto de elemento y compuesto, además de avanzar en la comprensión de ideas asociadas con la definición de estructura molecular y tridimensional de los compuestos del carbono al orientar las actividades hacia la construcción de modelos tridimensionales que le permitan al alumno asociar conceptos como *electronegatividad*, *polaridad* y *enlace* con la *reactividad* de compuestos orgánicos sencillos.

### Objetivos

El alumno:

1. Señalará que las propiedades de los compuestos orgánicos están determinadas por la presencia de:
  - a) átomos de elementos diferentes al carbono en la cadena,
  - b) el tipo de enlace,
  - c) tamaño de la cadena,
  - d) grupos funcionales,
2. Reconocerá la importancia de la posición de los átomos de los elementos en las moléculas de compuestos orgánicos

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Aplique los conceptos de molécula, átomo, electronegatividad, polaridad, tamaño molecular y modelo entre otros, para construir una imagen mental y en tercera dimensión de cómo estos factores inciden en la capacidad para reaccionar de los compuestos orgánicos.
2. Formule hipótesis para explicar las preguntas formuladas durante el desarrollo del tema.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Compare la fórmula de la estructura química de algunos compuestos orgánicos y relacione su constitución con su reactividad química.
2. Elabore modelos tridimensionales de moléculas sencillas en las que se destaque la presencia y la diferencia estructural de los grupos funcionales estudiados.

## Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Compromiso para escuchar e involucrarse en una exposición cuestionando y poniendo en el terreno del proceso conocimientos adquiridos con anterioridad.
2. Reconocimiento de la importancia que tiene la aplicación de conocimientos adquiridos con anterioridad para formular hipótesis que facilitan la comprensión de nuevos conceptos.
3. Respeto por el trabajo del profesor como integrante del grupo además de cooperar en el desarrollo de la tarea.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Qué determina la reactividad química de los compuestos del carbono?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### ELABORACIÓN Y MANEJO DE MODELOS TRIDIMENSIONALES

Previo a la sesión, se solicita a los alumnos la elaboración de modelos tridimensionales de al menos cuatro moléculas diferentes que permitan observar la versatilidad del átomo de carbono para combinarse. Después, se harán giros y movimientos con los modelos que permitan que los alumnos observen cómo cambia la representación de la molécula, dependiendo de la localización espacial del modelo o del observador. Se sugiere los modelos de moléculas de cloruro de metilo, metanol, acetileno y etanal. Para mayor detalle sobre cómo poder abordar los contenidos señalados en estas actividades es necesario consultar el Anexo 9 “Reactividad Química en Compuestos Orgánicos” dirigido al profesor.

### ACTIVIDAD 2

#### OBSERVACIÓN DIRIGIDA

Con la construcción de los modelos anteriores, orientará la observación de los estudiantes para arribar al concepto de densidad de carga y estereoquímica, solamente al nivel que le permita establecer una asociación entre estos conceptos y los *sitios de reactividad* de las moléculas de compuestos orgánicos. (En el anexo 9, Actividad 2 se presenta una *secuencia de ideas para alcanzar la construcción de este concepto en los alumnos*).

### ACTIVIDAD 3

Con todos los elementos de las actividades anteriores, el profesor presenta el grupo funcional alcohol, y moderando la discusión, inducirá hacia un reconocimiento de que los grupos funcionales son los responsables de algunas propiedades de los compuestos orgánicos (descrito en Anexo 9 actividad 3).

## ANEXO 9

### Lectura- estrategia para el profesor

#### REACTIVIDAD QUÍMICA EN COMPUESTOS ORGÁNICOS

Se propone esta lectura-estrategia *dirigida a los profesores* para que le sea útil en la preparación de una clase expositiva, dado que la dificultad de la temática sería un obstáculo para una participación diferente de los alumnos. Ello debido a que la reactividad de los compuestos orgánicos está directamente relacionada con los mecanismos de reacción, concepto complejo de la Química Orgánica y que están fuera del nivel de comprensión de los alumnos.

Además, el programa de estudios indica que el aprendizaje a lograr en los alumnos es a nivel de *“señalar que el tipo de elemento y de enlace, el tamaño y forma de las cadenas y los grupos funcionales presentes son los factores que determinan las propiedades de los compuestos orgánicos”*.

#### ACTIVIDAD 1 Construcción de modelos

Tras un breve repaso de la estructura de algunos grupos funcionales, se solicita a los alumnos que construyan modelos moleculares de cloruro de metilo, etanol, etanal y acetileno. Se solicitan las moléculas de los modelos en un plano y que intenten imaginar y dibujar la figura bidimensional. Se les pide que ejecutan giros en los modelos y los representen por medio de dibujos en el papel.

##### *Procedimiento*

1. Bajo la supervisión del docente, los estudiantes construyen modelos moleculares de cloruro de metilo, metanol, etanal y acetileno.
2. Los alumnos observan detenidamente los modelos y describen las diferentes maneras en que el átomo de carbono se combina con otros átomos.

El profesor llama la atención de los estudiantes sobre la versatilidad del átomo de carbono para establecer uniones que le permite establecer enlaces a dos, tres y cuatro átomos.

Precisar que, según el número de átomos o grupos unidos al átomo de carbono, los ángulos de enlaces son diferentes. Hacer preguntas orientadas hacia un posible reconocimiento de la polaridad de los enlaces del átomo de carbono en esas moléculas.

Se solicita a los alumnos intenten representar en el plano moléculas tridimensionales. El docente da algunas pistas para que adviertan, por ejemplo, que es necesario poder distinguir enlaces que emergen del plano de los que están hacia atrás de éste.

El profesor hará evidente cómo cambia la representación bidimensional según se modifica la localización espacial del modelo molecular o del observador. Esto es, la polaridad de las moléculas se debe, en general, a la repartición disimétrica de los *electrones* de enlace. Se determina en función de la electronegatividad de los átomos, de la polaridad de los enlaces y de la forma de las moléculas. Existen también moléculas polares, con centros de carga a distancia variable, lo que determina que unas moléculas sean fuerte y otras débilmente polares.



Las moléculas no polares pueden tener o no centros de carga. Si presentan éstos centros y la molécula es simétrica (caso del  $\text{CO}_2$  y del  $\text{CCl}_4$ ), los momentos de los enlaces polares se anulan. Si no presentan centros de carga, se debe a la unión de átomos de características idénticas, por ejemplo  $\text{F} - \text{F}$ ,  $\text{Br} - \text{Br}$ .

Darles el siguiente ejercicio: Comparar las polaridades de las moléculas del agua,  $\text{H}_2\text{O}$ , etanol,  $\text{CH}_3 - \text{OH}$  y dimetiléter,  $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$ .

La molécula del agua es angular, de  $104.5^\circ$ . Si este ángulo fuera de  $180^\circ$ , la molécula sería lineal y los momentos de sus enlaces se anularían, y la molécula no sería polar. Es decir, en general, la polaridad de algunas moléculas se afecta, ya sea aumentándose o disminuyéndose, según si el ángulo de enlace se aleja o se acerca a  $180^\circ$ , es decir si la molécula tiende a ser lineal.

Si en la molécula del agua se sustituye un hidrógeno por un grupo  $\text{CH}_3$  de mayor volumen (ocupa mayor espacio que el hidrógeno), el ángulo de  $104.5^\circ$  se hace mayor porque los dos grupos  $\text{CH}_3$  y  $\text{H}$  unidos al oxígeno, se repelen a  $106.6^\circ$ . El nuevo compuesto es menos polar que el  $\text{H}_2\text{O}$ .

Si se sustituyen los dos  $\text{H}$  por dos grupos  $\text{CH}_3$ , resulta un ángulo de enlace de  $112^\circ$  y la nueva molécula es menos polar que el agua.

Para concluir, si el ángulo formado por dos enlaces polares de una molécula polar tiende a  $180^\circ$ , la polaridad de la molécula disminuye y viceversa.

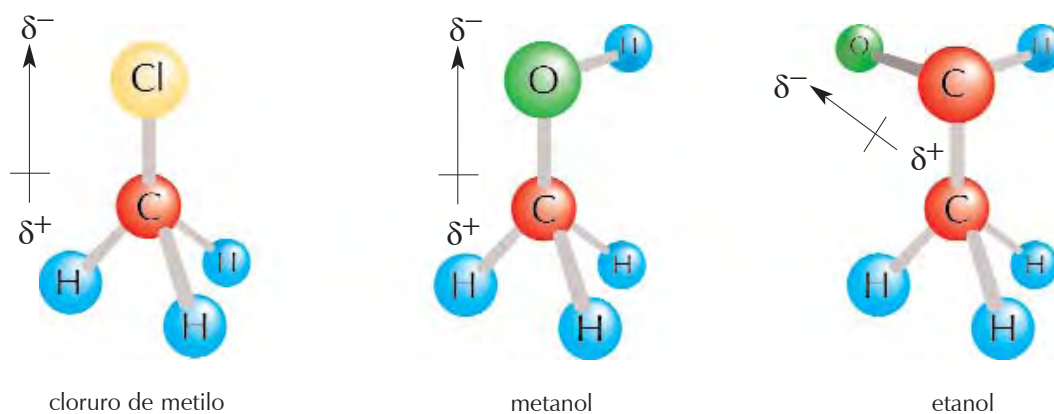
Es importante que los estudiantes observen los modelos moleculares y deduzcan los ángulos y polaridad de los enlaces. El profesor debe dibujar las estructuras y destacar con colores, los átomos de carbono, cloro y oxígeno de los grupos funcionales. En los mismos, indicará los ángulos de enlaces. Se supervisará el trabajo de los estudiantes con los modelos, que deberán mostrar los átomos de carbono, hidrógeno, cloro y oxígeno; se sugiere utilizar los siguientes colores: negro, blanco, verde y rojo respectivamente.

Los modelos podrán ser contruidos por los mismos estudiantes con plastilina, jabón, bolitas de poliestireno o madera y palitos que permita unirlos. Es importante que los estudiantes expresen su creatividad en la construcción de los modelos, ya que ello significa un mejor desarrollo de las destrezas y capacidades de representar imaginariamente los modelos en el espacio.

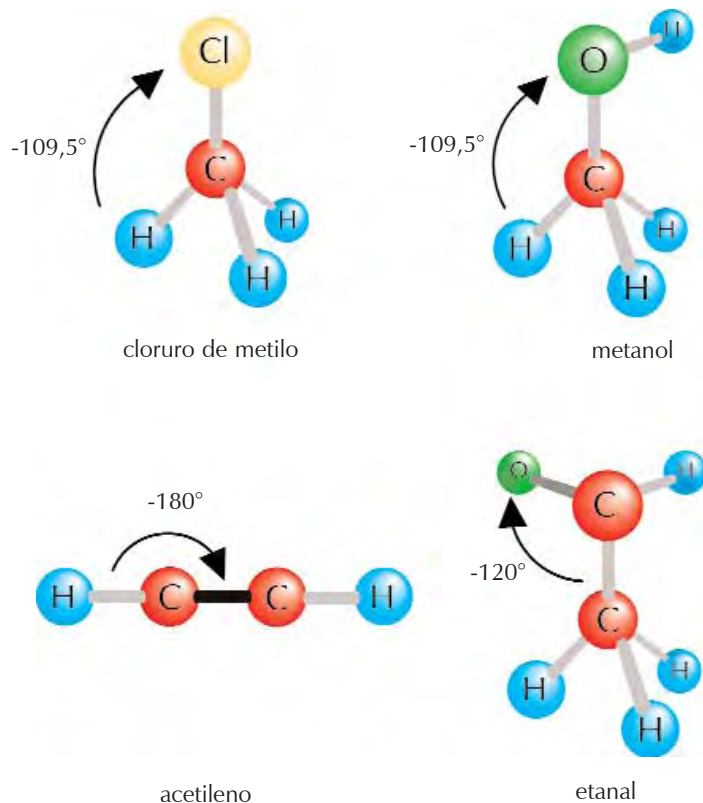
Se sugiere destacar que la polarización corresponde a un desplazamiento de carga electrónica a lo largo de un enlace. El estudiante mostrará en dibujos cómo se representa la polaridad de los enlaces, deducida a partir de diferencias de electronegatividad, comentando la simbología que indica átomos con carácter parcial de carga.

En la figura siguiente se presentan unas figuras que ejemplifican el tipo de dibujos que es de esperar que los estudiantes logren al ir desarrollando la actividad.

### Polaridad de enlaces

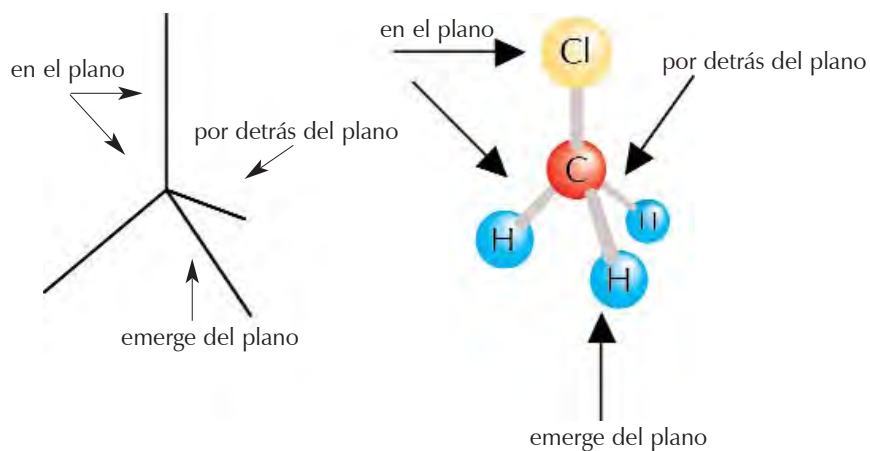


## Ángulos de enlace



El profesor enfatizará que en la representación bidimensional de las estructuras del cloruro de metilo, metanol y etanal, la dirección espacial de un enlace se ilustra o representa como línea continua (*en el plano*), cuña en negrita (*delante del plano*) y cuña en trazos (*detrás del plano*).

De este modo, los estudiantes visualizarán la ubicación de los sustituyentes en torno al átomo de carbono en el espacio tridimensional. Así, por ejemplo, la siguiente figura corresponde a la representación estereoquímica de la molécula de metano.



## ACTIVIDAD 2. Identificación de sitios reactivos

El objetivo es identificar sitios ricos y deficientes en electrones en grupos funcionales y relacionarlos con los términos nucleofílico (buscador de núcleos) y electrofílico (buscador de electrones).

Empleando las estructuras de la actividad anterior y considerando la polarización de la molécula, se puede mencionar el concepto de densidad de carga.

Se solicita a los estudiantes recordar el concepto físico de densidad. Una vez que lo tengan claro y lo expresen como la cantidad de masa contenida en la unidad de volumen, se puede realizar una analogía con respecto a la de densidad de población de una región, expresado, por ejemplo, como habitantes por kilómetro cuadrado. Con estos elementos se puede solicitar que propongan un enunciado para el concepto de “densidad de carga”, hasta llegar a una definición muy elemental y/o que se aproxime a la siguiente:

La *densidad de carga* es la carga eléctrica que, en promedio, se localiza en una unidad de volumen ubicada en las proximidades de un núcleo atómico (electrones por angstroms cúbicos).

Para analizar los sitios de reactividad de las moléculas, se sugiere que los alumnos observen los dibujos de las moléculas de cloruro de metilo y acetaldehído. Asimismo, que observen en un modelo el átomo de carbono del grupo funcional (*lugar en donde reside la reactividad*) en relación a su entorno y formulen hipótesis acerca de su carga parcial, para llegar a inferir que dicho lugar o átomo exhibirá tendencia a reaccionar con especies que posean pares de electrones. Queda a criterio del profesor la necesidad o no de mencionar que el átomo de carbono es electrofílico  $\delta^+$  y que se define la especie atacante como nucleófilo  $\delta^-$ .

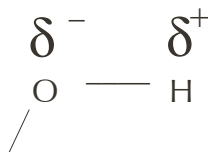
## ACTIVIDAD 3

Esta actividad está orientada a que los alumnos reconozcan que los grupos funcionales son los responsables de algunas propiedades de los compuestos orgánicos que los poseen, tomando como ejemplo la función hidroxilo.

El profesor propone analizar varios tipos de enlace, por ejemplo, O-H, S-H, C-H, C-Cl, C=O, C=S, y recuerda el concepto de electronegatividad como *la medida de la capacidad de un átomo para atraer los electrones en un enlace*. Los alumnos consultan y escriben los valores de la electronegatividad (de Pauling) bajo cada uno de los símbolos de los átomos y hacen predicciones respecto de la polaridad de los respectivos enlaces.

La comprensión de las propiedades de solubilidad de los alcoholes se adquiere con base en la combinación de la polaridad de la función hidroxilo y las interacciones moleculares vía *puentes de hidrógeno*.

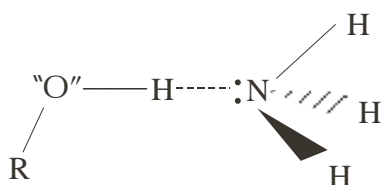
La *polaridad* de un enlace se genera por la diferente electronegatividad de los átomos que lo constituyen y e involucra cargas parciales: negativa para el átomo más electronegativo, y positiva para el otro átomo.



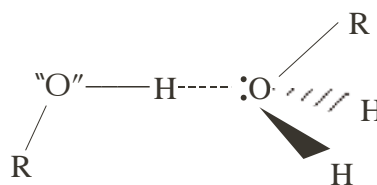
Polaridad del enlace O-H



El *enlace o puente de hidrógeno* ocurre en moléculas en las que el átomo de hidrógeno está unido a un elemento fuertemente electronegativo, principalmente O y N. La fuerte polaridad del enlace provoca la unión del hidrógeno a otro átomo electronegativo.



Puente de hidrógeno entre una molécula de alcohol y una de amoníaco



Puente de hidrógeno entre dos moléculas de alcohol

Las *propiedades físico-químicas de los alcoholes* (solubilidad en agua, miscibilidad con otras sustancias, puntos de ebullición etc.) están fuertemente determinadas por su polaridad y por la capacidad para formar enlaces de hidrógeno.

Es esencial que los estudiantes concluyan que los *grupos funcionales determinan, en gran medida, las propiedades físicas* de las sustancias orgánicas, tales como sus puntos de ebullición y solubilidades. Esta diferenciación se puede ilustrar con ayuda de una tabla, en la cual se reúnen algunas de esas propiedades para sustancias estructuralmente similares de la serie de los alcanos, haluros de alquilo y alcoholes.

Tabla. *Propiedades físicas comparativas de alcoholes, haluros de alquilo y alcanos*

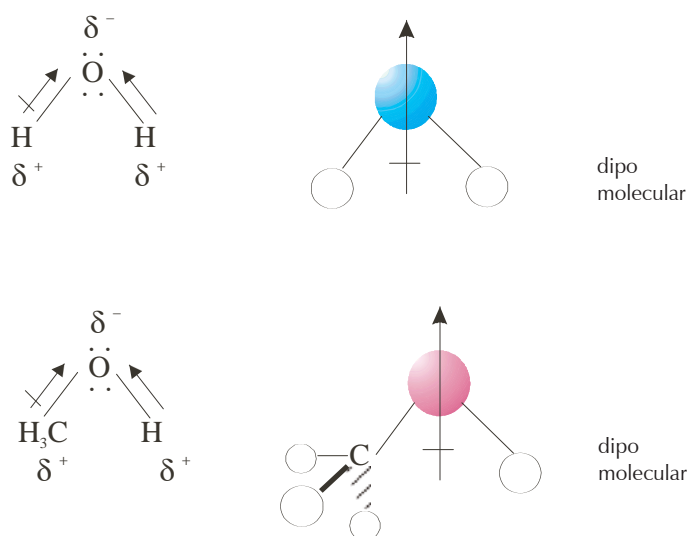
COMPUESTO	NOMBRE	PUNTO DE EBULLICIÓN/ °C	SOLUBILIDAD EN AGUA A 25° C
CH <sub>3</sub> OH	metanol	65	<i>infinita</i>
CH <sub>3</sub> CL	clorometano	-24,2	0,74 g/100 mL
CH <sub>4</sub>	metano	-161,7	3,5 mL/100 mL
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	etanol	78,5	<i>infinita</i>
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CL	cloroetano	12,3	0,45 g/100 mL
CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	etano	-88.6	4,7 mL/100 mL
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	1-propanol	97,4	<i>infinita</i>
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	propano	-42,1	6,5 mL/100 mL
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	1-butanol	117,3	8 g/100 mL
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	1-pentanol	138	2,2 g/100 mL

El profesor llamará la atención de los estudiantes sobre las notables diferencias en las propiedades seleccionadas con el cambio del grupo funcional. Los estudiantes intentarán encontrar ciertos rasgos de comportamiento que indican esas diferencias.

Es importante que el docente destaque y explique, por observación de la Tabla, los siguientes aspectos:

1. Diferencias de solubilidad en agua entre los alcoholes constituidos por moléculas pequeñas (metanol, etanol y propanol) y los alcoholes "más grandes" 1-butanol y 1-pentanol.
2. Variación de la solubilidad de los alcoholes con el aumento de la longitud de la cadena hidrocarbúrica del grupo alquilo (R).
3. Solubilidad de los alcoholes respecto de los correspondientes hidrocarburos.
4. Diferencias de solubilidad entre los alcoholes y los respectivos haluros de alquilo.

Estructura y polaridad molecular del agua y metanol.



Es importante que el docente muestre cómo la acentuada electronegatividad del átomo de oxígeno provoca una *distribución asimétrica de carga* en los alcoholes. Este efecto involucra una mayor atracción hacia el átomo de oxígeno de los electrones del enlace O-H que de este modo se *polariza*. El átomo de hidrógeno, a su vez, exhibe una carga positiva parcial, originándose de esta forma un *dipolo molecular*.

Es necesario que el docente comente que si se observa la solubilidad de los alcoholes de la tabla, se detecta que con el aumento del tamaño del grupo R ocurre una disminución de la solubilidad en agua. Esta característica se atribuye al aumento del tamaño molecular del fragmento hidrocarbonado, el cual, de acuerdo a su naturaleza similar a un hidrocarburo, interfiere en la interacción del grupo hidroxilo con el agua. Puesto que los grupos R no son estructuralmente similares al agua, se denominan *grupos hidrofóbicos*, en tanto que el *grupo hidroxilo*, con estructura parecida a la del agua, se nombra como *grupo hidrofílico*.

## Estrategia 15: Grupos funcionales presentes en los nutrientes orgánicos

---

### Introducción

A continuación se presenta una estrategia conformada por varias actividades que permitirán estudiar la composición química de los alimentos. Se verá cómo los grupos funcionales son la clave de la reactividad química - biológica de estas sustancias en el organismo. Reacciones en las que las células procesan equilibradamente los requerimientos necesarios para su crecimiento, buen funcionamiento y su reemplazo.

### Obejtivos

El alumno:

1. Indicará qué elementos constituyen a las grasas, carbohidratos, proteínas y vitaminas.
2. Identificará a los enlaces sencillos, dobles y triples en fórmulas de biomoléculas.
3. Reconocerá grupos funcionales presentes en fórmulas de grasas, carbohidratos, proteínas y vitaminas.
4. Señalará cuál es la fórmula general de las grasas, carbohidratos y proteínas.
5. Reconocerá en fórmulas de polisacáridos y polipéptidos los enlaces glucosídico y peptídico, respectivamente.
6. Incrementará su habilidad en el manejo de equipo y sustancias de laboratorio al experimentar.
7. Reconocerá la importancia del análisis químico para la identificación de sustancias.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Observe que en la conformación de los alimentos se encuentran presentes compuestos predominantemente formados por carbono.
2. Explique cómo se obtiene la energía necesaria para realizar las funciones vitales a partir de la oxidación de las grasas y los carbohidratos.
3. Ejemplifique la polimerización de los compuestos del carbono, mediante reacciones de condensación para obtener polisacáridos y proteínas.
4. Reconozca mediante las reacciones estudiadas que los grupos funcionales son los centros reactivos de los compuestos del carbono.
5. Identificará a la temperatura, pH y catalizadores como factores que afectan la rapidez de las reacciones químicas.
6. Reconozca en fórmulas de biomoléculas los elementos de importancia biológica (C, H, O, N, P, Ca, Na, K, Cl, Fe, I y Mg ).
7. Reconozca la importancia del análisis químico para la identificación de sustancias.

## Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Incremente su habilidad en la búsqueda de información, seleccione la que es pertinente, la analice y sintetice con el fin de que exprese de manera escrita y verbal con fundamentos conceptuales consistentes sobre la temática investigada.
2. Potencie sus habilidades en el manejo de materiales, equipos y sustancias de laboratorio y de uso cotidiano para realizar actividades prácticas o experimentales.

## Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Atención y respeto a las exposiciones verbales que expresen sus compañeros sobre la temática que se estudie y tareas en general que se propongan.
2. Compromiso y solidaridad durante el trabajo de equipo que se desarrolle en las actividades de laboratorio.
3. Valore la importancia de la química, para conocer la composición de los alimentos

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Qué grupos funcionales están presentes en los nutrimentos orgánicos?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### CUESTIONAMIENTO GRUPAL

Solicitar a los alumnos que lleven una rebanada de pan blanco y una rebanada de pan tostado; se indica que lo consuman antes de empezar la clase.

*El profesor les puede preguntar si notan alguna diferencia en el sabor del pan blanco y el pan tostado.*

Esperar respuestas de los estudiantes y anotar en el pizarrón sus opiniones. Es común que respondan que sí hay diferencias. Algunos dirán que ambos son simples y otros más opinarán que el pan tostado sabe un poco más dulce que el blanco.

Hacer el señalamiento de que el pan tostado efectivamente es ligeramente dulce en comparación al blanco. Se puede preguntar por qué. Nuevamente, esperar respuestas y a partir de ellas, explicar y mostrarles con fórmulas que tanto en el pan blanco como en el tostado hay azúcares. La diferencia estriba en que en el pan blanco los azúcares están unidos por enlaces formando macromoléculas (polisacáridos: almidones, harinas), mientras que en el pan tostado, parte de esos polímeros o macromoléculas se han roto por calentamiento y han quedado azúcares libres que son los que dan el característico sabor dulce.

## ACTIVIDAD 2

### ACTIVIDAD LÚDICO-MOTIVACIONAL (INTEGRACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO)

(Una sesión anterior al desarrollo del tema)

Se sugiere ensayar un modo diferente de formar los equipos de trabajo: El profesor llevará a esa clase o puede solicitar a los alumnos lo siguiente:

1. seis caramelos
2. seis galletas integrales
3. seis trozos de chicharrón de cerdo
4. seis frutas frescas
5. seis huevos cocidos (yemas)
6. seis charales (pescaditos secos)

(Entre las frituras que expenden en los comercios, se encuentran “bolsitas” de chicharrones naturales de cerdo; la fruta puede ser guayaba o la que seleccione el profesor). Para iniciar el proceso de organización del trabajo, el profesor invitará a los alumnos de modo aleatorio, que tomen y consuman *uno* de los alimentos que les ofrece. Luego, les solicita que se agrupen aquellos que tienen los mismos gustos, es decir, se habrán formado seis equipos de trabajo, a quienes planteará la pregunta: Sí tuvieran que clasificar el alimento que tomaron, ¿en qué grupo quedaría? Cuando los alumnos hayan arribado a un consenso, habrá quedado determinado el tema que les tocará, es decir: lípidos, carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales. De modo particular, se considera al colesterol y las fibras dada la importancia de la función que desempeñan en el organismo.

## ACTIVIDAD 3

### EXPOSICIÓN POR EQUIPO

Orientar a los alumnos para que, a través de una investigación documental, estructuren la información que les permita conocer la composición química de las grasas, azúcares, proteínas, vitaminas y minerales. Con base en la información adquirida, realizarán una exposición de el tema que les haya correspondido, en la cual destacarán:

Elementos que los constituyen

- Estructura química
- Grupos funcionales presentes
- Clasificación
- Función que desempeñan en el organismo

Otra opción es que el profesor realice la presentación en acetatos u otro medio de estos temas, con la finalidad de acortar los tiempos, aunque es pertinente que el profesor decida y valore la importancia de desarrollar cierto tipo de habilidades en los alumnos, como la investigación, síntesis, expresión oral, etc.

## ACTIVIDAD 4

### APOYO DEL PROFESOR

El profesor puede complementar las aportaciones hechas por los estudiantes con apoyo de acetatos donde se muestren fórmulas de estructuras químicas de cada uno de los grupos de alimentos (tanto de



los carbohidratos, proteínas y grasas), con la finalidad de hacer énfasis en los aspectos medulares, como:

- Grupo funcional
- Enlace químico
- Funciones

## ACTIVIDAD 5

### EJERCICIOS

Se sugiere que el profesor proponga una serie de ejercicios en los que se muestren las estructuras químicas de diferentes compuestos, preferentemente aquellos que sean conocidos por los alumnos (alcoholes, azúcares, grasas presentes en productos alimenticios, etc.) y solicitar que el alumno identifique los grupos funcionales.

## ACTIVIDAD 6

### ROMPECABEZAS QUÍMICO

Después, proyectar esos mismos ejemplos (de las estructuras químicas) en acetatos sin los grupos funcionales que caracterizan a los compuestos constituyentes de los alimentos, para que se invite a los alumnos a completarlos con la parte faltante. Luego, proporcionarles en pedacitos de acetatos la parte impresa de los grupos funcionales para que los alumnos las coloquen en la parte correspondiente a cada fórmula que haya presentado el profesor.

Hacer una dinámica con el grupo para obtener conclusiones en relación con que cada uno de los compuestos presentados los caracterizan y diferencian los grupos funcionales que están insertados en una determinada composición específica.

## ACTIVIDAD 7

### INVESTIGACIÓN

Solicitar a los alumnos un diseño experimental para determinar azúcares, proteínas y vitaminas en alimentos naturales e industrializados.

El profesor orientará las aportaciones de los alumnos para llegar a un consenso grupal sobre el diseño experimental y desarrollo práctico de cada uno de ellos de acuerdo a las condiciones de los materiales, equipos y sustancias en los laboratorios curriculares.

## ACTIVIDAD 8

### TRABAJO EXPERIMENTAL

- Detección de carbohidratos, almidón, lípidos y proteínas en diferentes alimentos (Anexo A10).
- Cuantificación del contenido de vitamina "C" en alimentos naturales e industrializados (Anexo A11).



Para el análisis de los resultados, el profesor explicará las reacciones químicas que se llevan a cabo en los reactivos, lo cual permite la identificación de cada grupo de alimentos.

## ACTIVIDAD 9

### LECTURA

Dar a leer el artículo “Bioquímica de la hemoglobina y su función en el organismo” (anexo A13), para reconocer la importancia biológica del Fe como elemento metálico.

## ACTIVIDAD 10

### EXPERIMENTO

Determinar la presencia de hierro en diferentes alimentos. Esta actividad, de manera conjunta con la lectura, logra establecer la importancia de los minerales en la dieta (Anexo 14).

## ANEXO 10

## Actividad experimental

CARBOHIDRATOS  
PROPIEDADES QUÍMICAS

*Nota: Aquí se presenta la actividad experimental completa. Se recomienda que el profesor solicite a sus estudiantes que realicen el diseño experimental y los apoye en dicho proyecto. Las actividades experimentales están diseñadas para poder explicar a los alumnos las reacciones que permiten la identificación de los diferentes grupos de alimentos.*

## Introducción

Los carbohidratos o hidratos de carbono, generalmente, comprenden los azúcares. Constituyen un grupo de compuestos orgánicos típicos, formados en los vegetales mediante una aparente sencilla reacción de fotosíntesis entre el anhídrido carbónico, el agua y la acción de la luz, originando uno de los azúcares sencillos y más importantes en la vida del ser vivo, la glucosa. Esta estructura es fuente de otros hidratos de carbono más complejos.

El nombre de “hidrato de carbono” o “carbohidrato” proviene del hecho de que los azúcares contienen en su estructura una cantidad igual de hidrógenos y de  $\text{OH}^-$  tal que forman un determinado número de moléculas de agua. Así, la glucosa contiene 6 moléculas de agua, la arabinosa, otro azúcar sencillo de fórmula  $\text{C}_5 (\text{H}_2\text{O})_5$  posee 5 moléculas de agua. La celulosa y el almidón son azúcares complejos constituidos por gran número de moléculas sencillas de glucosa ligadas entre sí.

Una definición más general de carbohidrato, y que indica la composición grupal de éstos azúcares, es que son compuestos polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas sencillos o complejos (di ó polisacáridos) que al ser hidrolizados en un medio ácido, generalmente dan azúcares sencillos o monosacáridos.

Un monosacárido es un azúcar de estructura sencilla, aldehído o cetona, que no se puede hidrolizar. Un carbohidrato di o polisacárido está constituido por dos ó más monosacáridos diferentes ó idénticos, es decir se pueden hidrolizar.

Un carbohidrato que no se pueda hidrolizar a un compuesto más simple es un monosacárido. Si puede ser hidrolizado en dos moléculas de monosacáridos, se llama disacárido, y si puede ser hidrolizado en varias moléculas de monosacáridos, entonces es un polisacárido.

Si un monosacárido contiene un grupo aldehído se conoce como una aldosa; si tiene un grupo cetona entonces es una cetosa. Dependiendo del número de carbono, serán triosas si son 3, tetrasas, 4, pentosas 5, hexosas, 6. Los monosacáridos naturales son pentosas o hexosas.

Los carbohidratos que reducen los reactivos de Fehling, Benedict o Tollens se conocen como azúcares reductores; los azúcares reductores son los más comunes, la excepción es el azúcar de mesa.

## Oxidación Efecto de álcalis

Las aldosas pueden ser oxidadas de cuatro maneras importantes:

- a) Por los reactivos de Fehling o Tollens
- b) Por agua bromada



- c) Por ácido nítrico
- d) Por ácido periódico

Las aldosas reducen el reactivo de Tollens, como se esperaría que lo hicieran los aldehídos. También reducen el reactivo de Fehling, una solución alcalina de ión cúprico compleja con el ión tartrato ó también la solución de Benedict, en la cual la solución compleja es con el ión citrato.

Estas propiedades reductoras de los carbohidratos se ponen de manifiesto por su capacidad para reducir iones metálicos como cobre o plata en solución alcalina. La solución Benedict es uno de los reactivos más utilizado para la identificación de azúcares reductores. En este reactivo, el  $\text{Cu}^{2+}$  se encuentra en la disolución como complejo citrato de cobre. Cuando el  $\text{Cu}^{2+}$  pasa a  $\text{Cu}^{1+}$ , se reduce y es menos soluble, por lo que precipita como óxido cuproso o de cobre I,  $\text{Cu}_2\text{O}$ , como un sólido de color rojo ladrillo en una solución alcalina. Por ello, resulta ser un agente oxidante ligero o suave, y así, la solución de Benedict, de color azul, pasa a ser un precipitado que va desde el color verde, amarillo, café, naranja, hasta rojo ladrillo, dependiendo de las condiciones de la reacción.

### Objetivo

Detectar azúcares reductores en carbohidratos puros.

### Hipótesis

Los azúcares reductores darán positiva la reacción ante el reactivo de Benedict, dependiendo del grupo funcional que contenga.

### Materiales

Soporte universal, anillo, mechero de Bunsen, baño maría, gradilla, balanza, vasos de precipitados, tubos de ensayo, probetas de 100 ml, rejilla con asbesto, goteros.

### Sustancias

Reactivo de Benedict, agua destilada, azúcares como glucosa, lactosa, sacarosa, maltosa y fructosa. Algunos alimentos como leche, jugo de naranja, yogurt.

*Nota: El reactivo de Benedict es una solución preparada que nos surte el laboratorio central.*

### Procedimiento

En 5 tubos de ensayo colocar a cada uno de ellos 5 ml de la solución al 1% del azúcar correspondiente que se va a ensayar de los mencionados en el material.

Añadir después añadir 5 gotas de reactivo de Benedict a cada tubo.

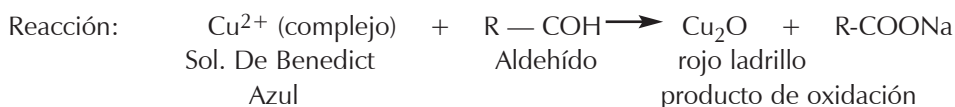
Agite los tubos de ensayo y someta a baño maría hirviendo durante 5 min. Permitir que alcancen la temperatura ambiente. Observar los resultados y anotarlos.

- \* Proceder de la misma manera con jugo de naranja, leche, jugo de limón (para prueba negativa), yogurt u otros alimentos.



Reportar los resultados en una tabla donde se especifique el color que tomó la solución del azúcar, la fórmula de cada azúcar, el grupo funcional que contiene, si es o no reductor (de acuerdo a las observaciones), si es monosacárido o disacárido.

Hacer una tabla con los alimentos utilizados para comparar con los azúcares utilizados.



## Actividad experimental

### PROTEÍNAS

*Nota: Aquí se presenta la actividad experimental completa. Se recomienda que el profesor solicite a sus estudiantes que ellos hagan el planteamiento del diseño experimental e intervenga en apoyo a los alumnos en la orientación de la propuesta de objetivos e hipótesis; que investiguen sobre la introducción, materiales, sustancias y procedimiento.*

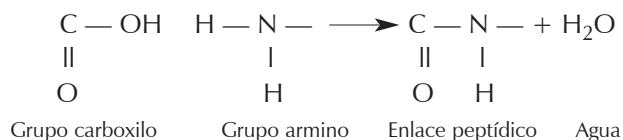
### Introducción

La palabra proteína deriva del griego *proteico* que significa primero. Las proteínas son un tipo de compuestos orgánicos que están presentes en cada célula y son vitales para los organismos. Se encuentran en la piel, pelo, cartílagos, músculos, tendones, hormonas, enzimas, anticuerpos, toxinas, alimentos, medicamentos, etc.

Estas sustancias son parte necesaria de la dieta de todos los organismos para su mantenimiento y crecimiento, pues constantemente se están renovando sus células como unidad básica que permiten la vida.

Las proteínas son polímeros constituidas de moléculas más pequeñas llamadas aminoácidos, que a su vez están conformados por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; algunos contienen azufre en su composición.

Las uniones entre los aminoácidos que estructuran a las proteínas se llevan a cabo entre sí por una secuencia de enlaces amida (grupo carboxilo-grupo amina) que se repiten. Estas uniones reciben el nombre de enlaces peptídicos.



Esta es una representación general del enlace peptídico al unirse los aminoácidos entre el grupo carboxílico y el grupo amino con la liberación de una molécula de agua.

### Objetivo

El alumno adquirirá la capacidad para identificar algunos componentes de las proteínas en alimentos.

## Hipótesis

Con algunas reacciones químicas específicas, será factible la determinación de componentes constituyentes de las proteínas en alimentos.

## Material

- 3 tubos de ensayo
- 1 pinza para tubo de ensayo
- 1 mechero de Bunsen

## Sustancias

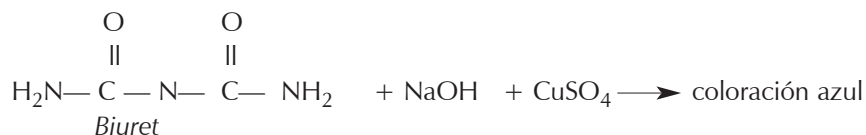
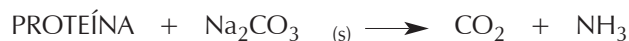
Carbonato de sodio (sólido), ácido clorhídrico concentrado, solución de hidróxido de sodio al 5%, solución de sulfato de cobre II al 2%, queso y albúmina de huevo.

## Procedimiento. Detección de nitrógeno proteico

1. En un tubo de ensayo, colocar pedazos pequeños de queso
2. Agregar un poco de carbonato de sodio y someter a calentamiento suavemente.
3. Percibir aroma de desprendimiento (amoníaco)
4. Acercar la boca del tubo de ensayo a la de un frasco que contenga ácido clorhídrico concentrado.
5. Seguir ligeramente el calentamiento y observar la nube de vapores formados entre el amoníaco y los vapores del ácido clorhídrico.
6. Dejar enfriar y adicionar dos ml de agua destilada.
7. Agregar dos o tres gotas de hidróxido de sodio, después dos o tres gotas de sulfato de cobre II.
8. Agitar y observar coloración azul generado por la reacción.
9. Hacer la misma secuencia para la albúmina de huevo.

## Resultados

En ambos casos (queso y albúmina), se aprecia inicialmente el desprendimiento de amoníaco, que al combinarse con el ácido clorhídrico concentrado, forma cloruro de amonio, como se indica en las siguientes ecuaciones:





El Biuret, unión peptídica (  $-C-N-C-$  ), al reaccionar con el hidróxido de sodio y el sulfato de cobre II da una coloración azul característica. Esta reacción también es específica para la identificación directa de enlaces peptídicos en proteínas.

#### *Procedimiento: Identificación de enlaces peptídicos*

1. En un tubo de ensayo, coloque pequeños pedazos de queso con un poco de agua destilada.
2. Agite vigorosamente.
3. Adicione 2 a 3 gotas de hidróxido de sodio, y después igual cantidad de sulfato de cobre.
4. Observar coloración azul, lo cual indica la presencia de enlace peptídico de las proteínas.
5. La misma técnica secuencial se ejecuta con albúmina.

#### *Resultados esperados*

Esta parte experimental se puede trabajar con diferentes calidades de queso y concentraciones variables de albúmina. En los quesos de baja calidad la presencia de proteínas es baja, mientras que en los quesos de mejor calidad el contenido proteico es mayor, ya que da una coloración más intensa del Biuret al reaccionar con el hidróxido y el sulfato de cobre.

En la bibliografía se reporta que los enlaces peptídicos de las proteínas se identifican con el reactivo de Biuret y puede observarse la coloración que va de azul a violeta cuando se encuentra en las condiciones indicadas. Por ello, se pueden esperar resultados semejantes en la actividad experimental propuesta.

# ANEXO 11

## Actividad experimental

### VITAMINA "C" DETERMINACIÓN EN ALIMENTOS

#### Introducción

Las vitaminas son moléculas orgánicas esenciales que el organismo requiere en pequeñas cantidades para mantener la salud. Están constituidas por átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; algunas contienen fósforo.

Se clasifican en hidrosolubles y liposolubles. En el primer caso, se disuelven en agua; en el segundo caso, se disuelven en grasas o lípidos; dentro de estas se encuentra la vitamina A (retinol), vitamina D (calciferol), vitamina E (tocoferol) y vitamina K (menaquinona). Las hidrosolubles son las vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, niacina, ácido fólico, ácido pantoténico, biotina y vitamina C (ácido ascórbico).

El ácido ascórbico, o vitamina C, es de las vitaminas más inestables, ya que se destruye fácilmente por oxidación en el aire, especialmente a altas temperaturas, como las que se usan para cocinar y enlatar los alimentos.

Es necesaria para la formación de las células que producen tejidos, dientes y huesos; previene catarros, enfermedades cardíacas y cáncer. Es importante para el metabolismo de los carbohidratos y las proteínas y en la formación de noradrenalina, serotonina, hemoglobina y colágeno. También interviene en la absorción de hierro en los intestinos y su almacenamiento en el hígado y en la excreción de hormonas suprarrenales.

#### Objetivo

Determinar cuantitativamente la cantidad de vitamina C en alimentos naturales e industrializados.

Los jugos que ingerimos, ¿contienen vitamina C? ¿Cómo lo sabríamos? ¿Todos contendrán la misma cantidad de vitamina?

#### Hipótesis

---

---

#### Materiales

Soporte universal  
Pinza para bureta  
Bureta  
Matraz Erlenmeyer de 125 mL  
Gotero



Probeta de 25 mL  
Embudo  
Mortero

### Sustancias

Solución alcohólica de yodo al 1%  
Suspensión de almidón al 1%  
Ácido ascórbico 1 mg/mL  
Muestras de jugos y/o extractos naturales e industrializados de manzana, guayaba, limón, naranja, kiwi y jitomate u otros alimentos.

### Procedimiento

#### Solución patrón:

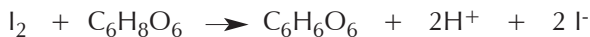
1. Pesar 25 mg de ácido ascórbico puro; disolverlo en 25 mL de agua destilada.
2. Agregar 10 gotas de suspensión de almidón al 1%.
3. Titular con solución de yodo al 1% cambio de color blanco a azul.
4. Anotar gasto de solución de yodo para que posteriormente, por cálculo, se determine la cantidad de vitamina C contenida en las muestras de alimentos por analizar.

#### Análisis de vitamina C en algunos alimentos:

1. Preparar una pequeña muestra de fruta (anotar los gramos), y triturar en el mortero.
2. Aforar a 25 mL con agua destilada.
3. Agregar 10 gotas de suspensión de almidón al 1%.
4. Titular con solución de yodo al 1%; anotar los mL gastados.
5. Efectuar los cálculos para determinar la cantidad en mg de vitamina C contenida en la muestra de fruta u otro alimento. En caso de alguna bebida, tomar 10 mL de la misma y aforar a 25 mL con agua destilada y continuar con el mismo procedimiento.

#### Reacción:

La reacción que se lleva a cabo se fundamenta en las propiedades químicas del yodo y del ácido ascórbico. La disolución de yodo oxida al ácido ascórbico, genera un compuesto incoloro de ácido deshidroascórbico, mas iones de yodo e hidrógeno. La presencia del almidón da la coloración y si este no se encontrara presente como indicador, entonces no se apreciaría en qué momento termina la oxidación del ácido provocada por el yodo, ya que los productos son incoloros.

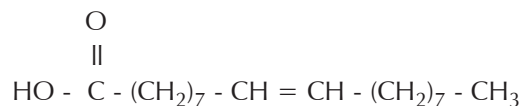


# ANEXO 12

## Ejercicios

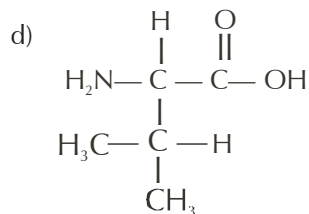
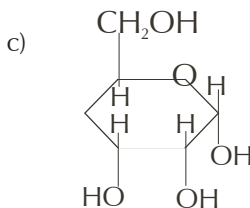
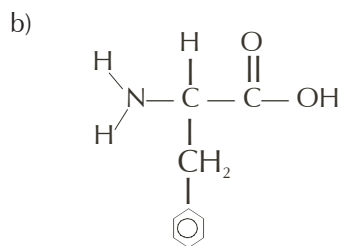
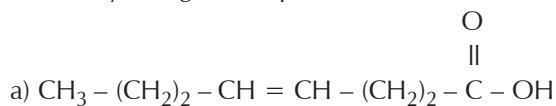
Resuelva la siguiente serie de ejercicios

1. Copie en su cuaderno la fórmula que se muestra a continuación:



- Identifique los grupos funcionales en el compuesto y enciérrelos en un círculo.
- ¿Es una molécula de un carbohidrato o un ácido graso? ¿Por qué?
- ¿Es una molécula saturada o insaturada? ¿Por qué?

2. Examine las siguientes estructuras moleculares e identifique cuál es un aminoácido, cuál un carbohidrato y una grasa o lípido.

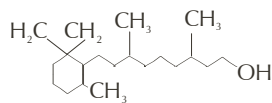


- Nombre los grupos funcionales que están presentes en los aminoácidos. Anote un ejemplo de aminoácido.
- ¿Por qué las grasas insaturadas son líquidas a temperatura ambiente?
- ¿Cuál es la diferencia entre un monosacárido, un disacárido y un polisacárido?

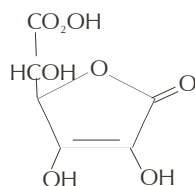
6. ¿Qué tipo de grupo funcional se genera cuando se combina un ácido graso con el glicerol?
7. ¿Cuál es la función de una enzima?
8. ¿Por qué los azúcares son solubles en agua?
9. ¿Por qué la mayoría de los lípidos son insolubles en agua?
10. ¿Cómo afecta el cambio de temperatura y de pH en las proteínas? Explique su respuesta.

### Problemas

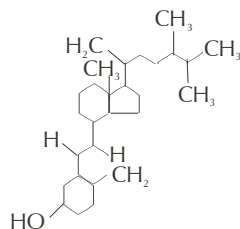
1. Las vitaminas se clasifican según sus propiedades de solubilidad en dos grupos distintos: hidrosolubles y liposolubles. Haga uso de las estructuras de las siguientes vitaminas y prediga a qué grupo pertenecen y por qué.
2. El aspartame es un aditivo alimenticio que se utiliza para endulzar los alimentos. Su fórmula es la



Vitamina A

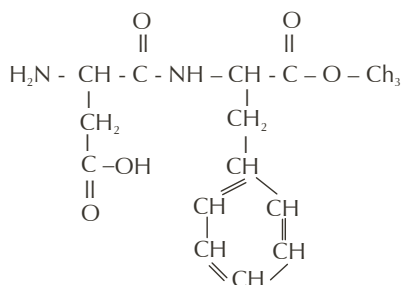


Vitamina C



Vitamina D

siguiente:



Suministra menos calorías que el azúcar de mesa y por eso es consumido por las personas para no subir de peso. Su molécula es un dipéptido. Identifique el enlace peptídico y establezca cuáles son los dos aminoácidos que lo forman. ¿Considera usted que consumir aspartame puede ser nocivo para la salud? Explique su respuesta.

3. ¿Qué tipo de grupo funcional se genera cuando se combina un ácido graso con el glicerol?
4. Como las proteínas forman parte de todas las estructuras del cuerpo humano, ¿sería adecuada una dieta a base únicamente de proteínas? Explique su respuesta.
5. Haga un esquema de la condensación de dos moléculas de alanina. Identifique los grupos funcionales en los reactivos y en el producto.



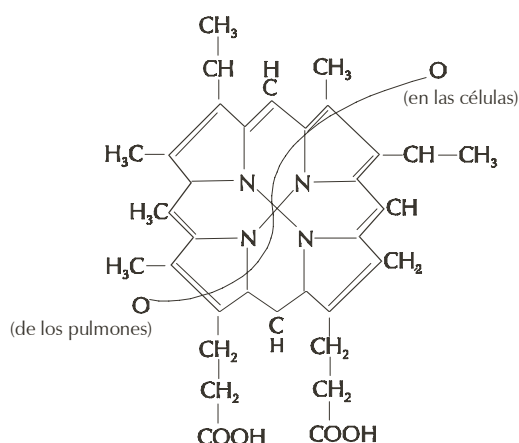
## ANEXO 13

### BIOQUÍMICA DE LA HEMOGLOBINA Y SU FUNCIÓN EN EL ORGANISMO

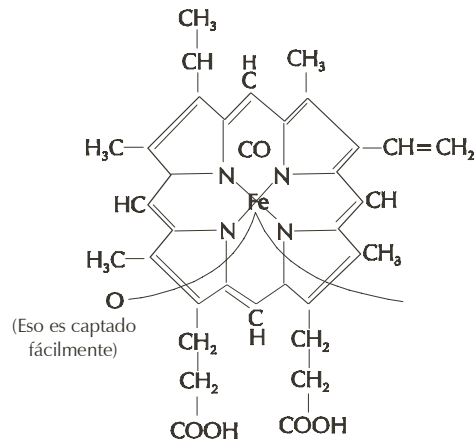
El color característico de la sangre es debido a la presencia de la hemoglobina como parte componente de la misma, y su función es captar el oxígeno de los pulmones y transferirlo a las células. Cuando ocurre este fenómeno, su color pasa de rojo a rojo azulado.

La estructura de la hemoglobina (Hb) está formada por compuestos complejos de nitrógeno a manera de una cadena cerrada (quelato). El hierro atrae a los nitrógenos en la parte central, donde el átomo Fe se une con el O<sub>2</sub> para liberarlo.

¿Qué ocurre con la hemoglobina para hacer este efecto? En los alvéolos pulmonares, el hierro de la hemoglobina interactúa con el oxígeno para transportarlo hacia los tejidos del organismo. Con este cambio molecular, la hemoglobina es expulsada de los pulmones y hace su recorrido a través de los vasos sanguíneos hasta llegar a los tubos capilares que irrigan las células para liberar finalmente al oxígeno, el cual se ocupa para diversas funciones bioquímicas requeridas por el cuerpo.



Es común escuchar noticias desalentadoras en la temporada de frío cuando los medios informativos emiten algún mensaje como “murieron envenenados los integrantes de una familia a causa del monóxido de carbono desprendido del anafre que calentaba el humilde hogar”. Químicamente hablando, ¿a qué se debe este hecho?, lo que ocurre es que el CO es afín a la hemoglobina y tiene un tamaño semejante a la del O<sub>2</sub> y ambas moléculas se combinan con la Hb en el mismo sitio activo, que es el Fe. Resulta que hay una mayor afinidad del CO, 200 veces más que el O<sub>2</sub>. En estas condiciones, donde hay mayor concentración de CO que de O<sub>2</sub>, el CO es captado más fácilmente por el Fe, lo que ocasiona que no ocurra la transportación del O<sub>2</sub> necesario para mantener la vida, con lo que sobreviene la muerte.



A partir de la información anterior, analice y conteste lo que se le solicita:

- Cuando una persona está en peligro de muerte por envenenamiento con monóxido de carbono, se recomienda suministrarle oxígeno puro a una presión seis veces más de la que es la presión normal del oxígeno pulmonar. En esta condición, ¿cómo ayuda al individuo a salvar su vida?
- Si una persona padece de anemia, es decir, el número de glóbulos rojos es menor en cantidad a lo normal, dentro de los síntomas la persona se siente cansada y débil. Establezca una explicación hipotética de la causa de estos síntomas. Note que no es importante saber cuanto son los glóbulos rojos, sólo analice los síntomas.

## ANEXO 14

### Actividad experimental DETERMINACIÓN DE HIERRO EN ALIMENTOS

#### Objetivo

Determinar la presencia de hierro en algunos alimentos.

#### Introducción

---

---

---

---

¿Nuestros alimentos contienen hierro? ¿Cómo podría detectar su presencia en los mismos?

#### Hipótesis

---

---

Material	Sustancias	Alimentos
1 balanza	HCl 3M	brócoli
4 crisoles por equipo	KSCN 0.4 M	lentejas trituradas
2 tubos de ensayo por equipo	agua destilada	acelgas
1 gradilla	cristales de $\text{FeCl}_3$	espinacas
1 embudo		lechuga
papel filtro		cereal sin colorante
probeta de 10 mL		
1 mufla		
1 malla de asbesto		

#### Procedimiento

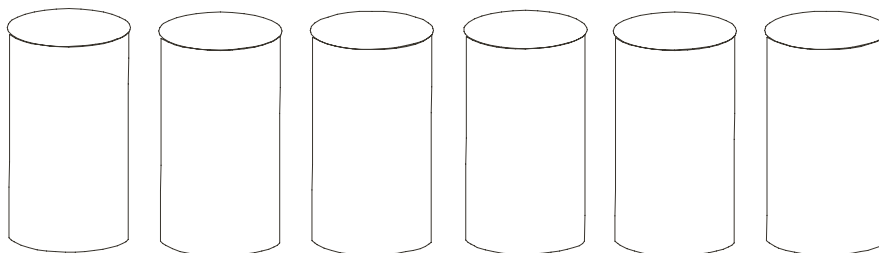
Testigo:

1. Verter 5 mL de agua destilada en un tubo de ensayo

2. Adicionar algunos cristales de  $\text{FeCl}_3$
3. Agregar 3 mL de solución de  $\text{KSCN}$  0.4 M

**Muestra de alimentos:**

1. Pesar 2 gramos de cada uno de los alimentos
2. Conectar la mufla y programar a  $400^\circ\text{C}$
3. Colocar los alimentos en cada uno de los crisoles (es conveniente que cada equipo realice el experimento con uno o dos de los alimentos)
4. Introducir los crisoles en la mufla y dejar calcinar por un tiempo aproximado de 30 minutos.
5. Transcurrido el tiempo establecido, retirar los crisoles de la mufla con ayuda de pinzas y colocar los sobre una malla de asbesto para que se enfríen.
6. Una vez fríos, colocar las cenizas en un tubo de ensayo y agregar 10 mL de  $\text{HCl}$  3M, agitar perfectamente durante 3 minutos
7. Filtrar y enjuagar los residuos con 5 mL de agua destilada
8. Tomar 5 mL del filtrado y agregar 3mL de  $\text{KSCN}$  0.4 M
9. Proceder de la misma manera con el resto de los alimentos
10. Colocar los tubos en orden creciente de intensidad de color, para determinar cualitativamente cual contiene más hierro



*Observaciones*

---

---

---

---

---

*Análisis y Conclusiones*

---

---

---

---

---

## Estrategia 16: Conservación de alimentos

---

### Introducción

Los alimentos son perecederos, es decir, tienden a descomponerse en un periodo corto de tiempo. Dicha descomposición se debe a las reacciones químicas, el envejecimiento celular del alimento y la acción microbiana en él. Estas alteraciones se ven interrelacionadas entre sí.

Para evitar la descomposición, desde la antigüedad los hombres han recurrido a procedimientos técnicos y químicos, es decir, a la conservación de alimentos con el fin de mantenerlos en buen estado por más tiempo.

En la siguiente estrategia se mencionan algunos métodos de conservación de alimentos.

### Obejtivos

El alumno:

1. Mencionará algunas técnicas para la conservación de alimentos.
2. Señalará las razones por las que se agregan aditivos a los alimentos procesados.
3. Incrementará su capacidad de comunicación oral y escrita al exponer sus resultados de investigación.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Comprenda la fundamentación química en que se basan los métodos de conservación de alimentos.
2. Diferencie algunos métodos de conservación de alimentos.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Conozca diferentes métodos de conservación de alimentos.
2. Dependiendo de la composición de los alimentos, aplique una técnica específica para su conservación.

### Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Dar valor a su trabajo y al de sus compañeros durante el desarrollo y exposición de su investigación en relación a este tema de conservación de los alimentos.
2. Respeto a las opiniones expresadas por los compañeros del grupo y a los conocimientos sobre este tema de nutrición.
3. Reconocimiento de la importancia que implica el mantenerse bien nutrido con la alimentación diaria.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Por qué conservamos los alimentos?*

---

#### ACTIVIDAD 1

##### LLUVIA DE IDEAS

El profesor solicita a los alumnos, la respuesta a la pregunta ¿por qué conservamos los alimentos? y ¿qué métodos de conservación se conocen? Recaba la información y anota en el pizarrón. Destacará la importancia de los diferentes tipos de conservación de los mismos y promoverá una breve discusión sobre el impacto socioeconómico de estos procesos.

#### ACTIVIDAD 2

##### INVESTIGACIÓN

Solicitar a los alumnos, al inicio de la unidad, una investigación bibliográfica sobre los métodos de conservación de alimentos. El profesor supervisará la investigación con la finalidad de lograr que apliquen los aprendizajes logrados en los cursos de Química I y II.

Los alumnos deberán elegir uno de los métodos de conservación para que lo realicen en equipo.

##### TECNOLOGÍA DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Cada uno de los equipos conservará al menos un alimento, aplicando la metodología investigada. Para ello, es necesario que registren:

1. El tiempo de duración de manera natural del alimento que eligieron.
2. Los cambios que se generan durante el proceso de descomposición.
3. Registrar la inversión que hicieron en materia prima, y estimar el costo de los insumos (gas, agua, horas/trabajo, etc), para que determinen el valor del producto terminado.

Otros alumnos podrían investigar el costo comercial del mismo tipo de producto, para que hagan una comparación de precios que permita iniciar una discusión sobre el impacto que tiene el proceso industrial comparado con el casero, que ellos realizaron.

Dependiendo de los intereses de los alumnos, se podría valorar la importancia del consumidor, del productor de la materia prima y el industrial y su impacto en la economía.

El docente seguirá paso a paso el proceso tecnológico para hacer énfasis en los aspectos químicos propios del método y alimento que elijan los alumnos.

Un proceso importante que el profesor moderará con mucha delicadeza será la discusión sobre la relación ciencia, tecnología sociedad, ya que se generará un espacio donde además de hacer evidente lo que saben, se pondrán también de manifiesto actitudes y valores asociados con el contexto donde se encuentran insertos.

## EXPOSICIÓN- TRÍPTICOS

Una vez realizadas las actividades anteriores, cada uno de los equipos realizará un tríptico a manera de síntesis, en el cual plantearán los diferentes métodos de conservación y harán énfasis en el que realizaron. Este material lo presentarán el día de su exposición.

Exposición por equipo (no más de 15 minutos) de la tecnología utilizada para conservar su alimento.

## ACTIVIDAD 3

### Evaluación

La evaluación de este apartado se realizará con los trabajos realizados, como la investigación y el tríptico. Parte de la evaluación de este trabajo puede incluir la elaboración de un mapa conceptual donde se contemplen los aspectos químicos, la tecnología del método de conservación aplicado.

Otra utilidad puede ser tomar los conceptos presentes en el mapa. Proporcionarlos a los alumnos sin ningún orden y solicitar que establezcan la relación entre ellos.

## UNIDAD III.

### MEDICAMENTOS: PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LA SALUD

Los medicamentos constituyen un tema a través del cual es posible aplicar algunos de los conceptos vistos, tanto en Química I como en Química II. Las estrategias para esta unidad están diseñadas considerando que el alumno ya cuenta con algunos conceptos básicos, habilidades y herramientas metodológicas que le permiten valorar la importancia que tiene la Química en su vida cotidiana y en el mundo actual.

El propósito fundamental de esta unidad es que los estudiantes identifiquen estructuras moleculares sencillas presentes en los medicamentos que los conduzcan a conocer algunas de sus propiedades, así como a reconocer ciertos procesos de análisis y síntesis químicos, y lo relacionen con el concepto de *reacción química*.

En las estrategias se propone una serie de lecturas extraídas de artículos científicos que contienen aplicaciones de la química en el mundo de los medicamentos y que son de fácil comprensión para los alumnos; estas lecturas se trabajarán con diversas técnicas didácticas. Asimismo, se incluyen dos actividades experimentales para que observen y apliquen procesos químicos y físicos en la obtención de algunas sustancias que se encuentran en algunos medicamentos.

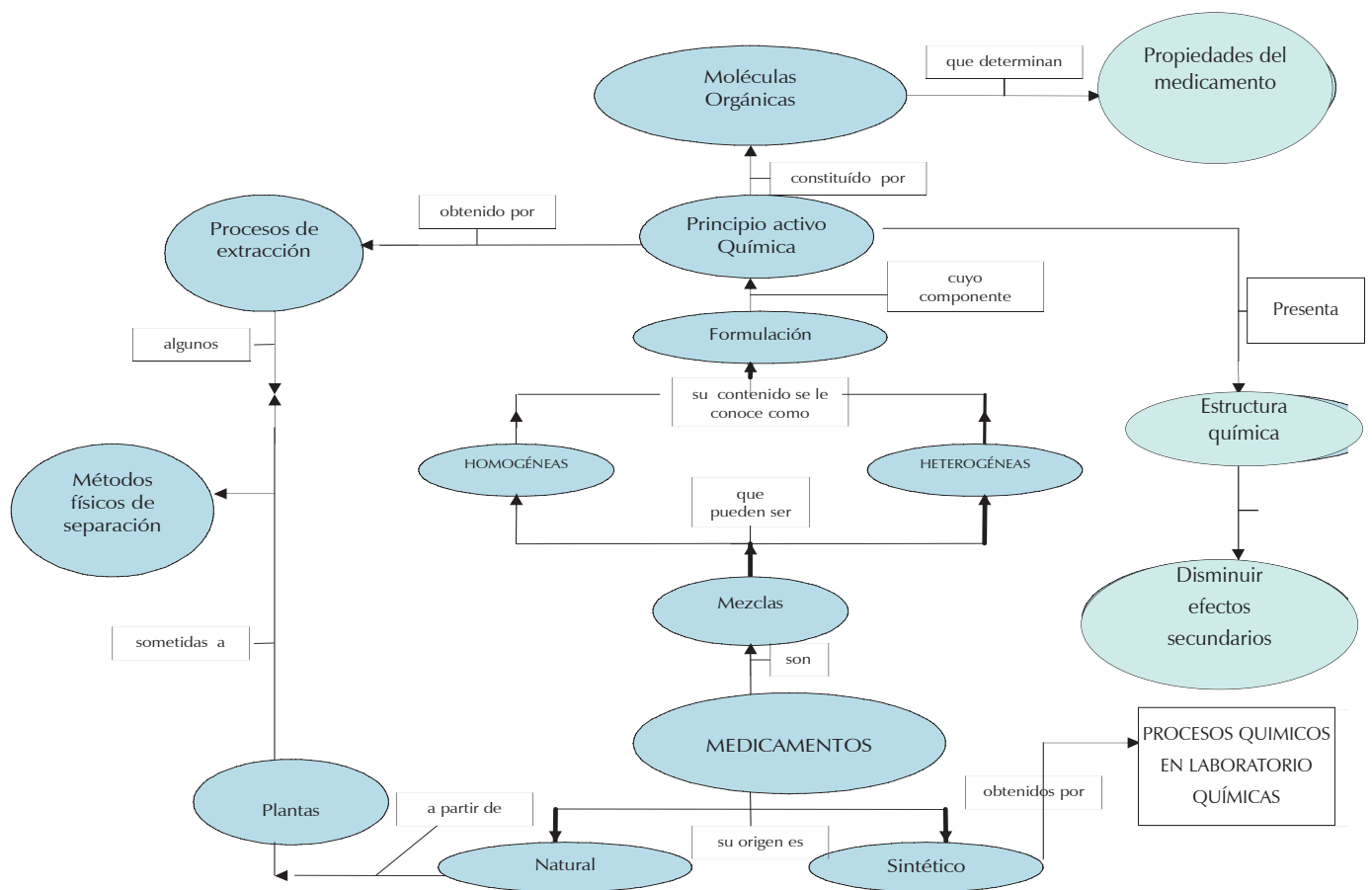
Por ser la última unidad del curso y por el tiempo que se destina a la misma, se recomienda que gran parte de las actividades sean desarrolladas como tareas extraclase y el trabajo en el aula-laboratorio se centre tanto en las actividades experimentales como en el análisis de las lecturas.

Enseguida se muestra un cuadro con la estructura general de la unidad 3, en el cual se observa un panorama de la metodología a seguir en cada una de las estrategias, misma que ha caracterizado al CCH.





## Mapa conceptual



## Estrategia 17: Los medicamentos como mezclas y la importancia de su formulación

---

### Introducción

A lo largo del curso de Química I y II se han estudiado los conceptos básicos a diferente profundidad y en la unidad anterior de alimentos se revisaron los compuestos orgánicos. En esta unidad se pretende que los alumnos identifiquen estos mismos conceptos en el estudio de los medicamentos.

El tema de alimentos (unidad 2) y medicamentos se encuentran muy relacionados entre sí, porque ambos tienen que ver con el tema de la salud, es decir, en muchos casos las enfermedades se adquieren por falta de una adecuada alimentación, de lo cual se deriva la necesidad de hacer uso de los medicamentos. Por lo tanto, a través del desarrollo de la presente estrategia se pretende que los alumnos apliquen los conceptos de mezcla, compuesto y elemento al estudio de los medicamentos, los clasifiquen como mezclas homogéneas y heterogéneas y señalen la importancia de conocer su formulación, así como de hacer un uso adecuado de los mismos.

### Objetivos

El alumno:

1. Clasificará los medicamentos como mezclas homogéneas y heterogéneas.
2. Conocerá la importancia de la formulación en los medicamentos y algunas indicaciones para hacer un buen uso de los mismos.
3. Comprenderá el concepto de principio activo en los medicamentos desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo de la farmacología (química aplicada)

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Aplique los conceptos de mezclas, compuestos y elementos al tema de medicamentos.
2. Relacione los temas estudiados en las unidades anteriores con los temas a estudiar en esta unidad.
3. Comprenda los conceptos de formulación y principio activo.
4. Identifique ventajas y desventajas del uso de productos medicinales y sintéticos.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Incremente sus capacidades para analizar y sintetizar la información que investigue, así como la que se genere en el grupo.
2. Incremente su habilidad para integrar informes de las actividades realizadas en clase.
3. Aplique sus conocimientos metodológicos para resolver problemas.



4. Incremente sus capacidades de comunicación oral y escrita para exponer los resultados frente a grupo y para realizar encuestas o entrevistas.

## Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Una actitud de cooperación, compromiso y respeto para realizarr sus trabajos en equipo.
2. Una actitud de compromiso frente a los materiales, investigaciones y tareas que se le soliciten.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Qué relación encuentras entre los temas de alimentos y medicamentos?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### INTRODUCCIÓN

Se sugiere que el profesor promueva la participación de los alumnos al hacer una presentación de la unidad, orientando la plática a despertar su interés por el tema. Se propone tener como base la pregunta generadora para establecer la relación entre el tema anterior del programa de estudios y el que se inicia. En el transcurso de la presentación de la unidad se puede plantear otra pregunta:

*¿Qué relación existe entre los conceptos de alimentación, salud, enfermedad y medicamentos?*

Otras preguntas que se sugiere plantear durante esta actividad son:

*¿Cuáles son las enfermedades más comunes?*

*¿Qué enfermedades han padecido en los últimos seis meses?*

*¿Asistieron al médico o se automedicaron?*

*¿Compraron medicamentos de patente o remedios de origen natural?*

*¿Concluyeron el tratamiento?*

### ACTIVIDAD 2

#### INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y RESOLUCIÓN DE CUESTIONARIO

Ligado a la presentación del tema y después de generar la necesidad de mayor información, se indica a los alumnos realizar una investigación bibliográfica sobre los siguientes conceptos.

- a) El origen de los medicamentos
- b) Principio activo
- c) Contraindicación
- d) Automedicación

- e) Ventajas y desventajas de su uso
- f) Dosis
- g) Efecto secundario
- h) Formulación.

En función del tiempo disponible, el profesor puede decidir o no enriquecer esta investigación referente a las consecuencias y experiencias vividas con algunos medicamentos.

Se solicita como una segunda tarea la resolución de un cuestionario (anexo 1).

Con una activa participación de los alumnos, se discuten los conceptos y experiencias investigados. Esta actividad, asociada con la anterior, es un fuerte soporte para entrar de lleno en el estudio de los medicamentos, por supuesto con el enfoque propuesto en el programa de estudios. En las dos primeras actividades se propone no invertir más de tres horas-clase.

### ACTIVIDAD 3

#### TAREA: TRAER MEDICAMENTOS A CLASE

Se les solicitará traer a clase algunos de los medicamentos que en algún momento de su vida hayan consumido ellos o alguno de sus familiares, y se hará énfasis en solicitarles que sean aquellos que aún conserven su empaque y etiqueta, con el objeto de conocer su formulación. Se propone que por equipos traigan, por ejemplo, analgésicos (aspirina, acetaminofen, ibuprofen), antiácidos (melox, leche de magnesia, sal de uvas)

#### TRABAJO DE EQUIPO

Se indica a los alumnos que en equipo clasifiquen los medicamentos indicando aquellos que corresponden a mezclas homogéneas, mezclas heterogéneas, compuestos o elementos y expliquen los criterios que utilizaron para realizar dicha clasificación. Para esta actividad, cada uno de los alumnos aportará los medicamentos que llevó a clase. Los equipos de trabajo decidirán la metodología a seguir para alcanzar el objetivo planteado en esta actividad.

#### EXPOSICIÓN DE LOS ALUMNOS: CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE EQUIPO ANTERIOR

Presentarán sus resultados al grupo y en plenaria se concluirá (entre otras muchas observaciones que los estudiantes lleven a cabo) que los medicamentos pueden ser mezclas homogéneas o heterogéneas.

#### TAREA: RESUMEN DE CLASE

Como tarea, elaborarán un resumen con 10 ideas que se hayan mencionado en clase.

### ACTIVIDAD 4

#### TRABAJO EN EQUIPO: IDENTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS

Seleccionarán cinco de los medicamentos de la actividad 3 y harán una lista con la formulación respectiva. Observarán las cantidades que se especifican en uno y otro medicamento e identificarán el principio activo de cada uno. Anotarán sus observaciones.

La finalidad de esta actividad es que los alumnos comprendan que si bien los componentes de una mezcla no necesariamente se encuentran en una proporción definida, en el caso de los medicamentos,



aunque son una mezcla, es muy importante precisar las proporciones en que se encuentran los constituyentes en su formulación. Se aplicarán los conceptos de principio activo y formulación abordados en la actividad número dos.

#### RESOLUCIÓN DE CUESTIONARIO

Al terminar contestarán las siguientes preguntas:

¿Cuál es el principio activo de cada medicamento?

¿El principio activo de cada medicamento es una mezcla, compuesto o elemento?

¿Cuáles son tus conclusiones?

#### ACTIVIDAD 5

##### PREGUNTA GENERADORA

Con base en la pregunta generadora “¿Cómo hacer buen uso de los medicamentos?” y con la técnica de lluvia de ideas, los alumnos señalarán los diferentes criterios a tomar en cuenta para utilizar los medicamentos como no automedicarse, la importancia de las recetas médicas, las dosis adecuadas en niños, jóvenes y adultos, observar contraindicaciones y fecha de caducidad, entre otros.

##### TRABAJO EXTRACLASE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Para reforzar este tema y como trabajo extracurricular, investigarán entre familiares y amigos “Las consecuencias que ha tenido hacer mal uso de algún medicamento”. Pueden elaborar una serie de cinco preguntas por equipo que les sirvan de orientación para realizar el trabajo.

#### ACTIVIDAD 6

##### TAREA: ELABORACIÓN DE CUADRO CON INFORMACIÓN

Esta actividad tiene como propósito que los alumnos observen las diferencias entre los productos medicinales de origen natural y de origen sintético, además de identificar algunas de las ventajas y desventajas de utilizar unos y otros.

Se les pedirá que como tarea construyan un cuadro con 10 productos que contenga la siguiente información: (especificar que seleccionen tanto de origen natural y de origen sintético y que pueden auxiliarse de algún médico, amigo o familiar para adquirir mayor información).

PRODUCTO	ORIGEN NATURAL O SINTÉTICO	Usos	VENTAJAS DE USO	DESVENTAJAS DE USO
----------	-------------------------------	------	--------------------	-----------------------

##### TRABAJO DE EQUIPO: COMENTARIOS DE LA TAREA Y RESUMEN

Integrados por equipos compararán sus cuadros y resumirán sus comentarios.

## ELABORACIÓN DE DIAGRAMA DE FLUJO

Sugerimos al profesor valorar la conveniencia de esta actividad. El anexo 7, “Los taxoides, nuevas armas contra el cáncer”, es una lectura que permite visualizar claramente la metodología que se aplica en el desarrollo de medicamentos a partir de productos naturales. Se solicita a los alumnos hacer la lectura y determinar cuáles son las actividades que constituyen el proceso que en el documento se describe y representarlo como un diagrama de flujo. El profesor hará énfasis en el aspecto metodológico y la utilización de la química en el desarrollo del taxol.

## Evaluación

Para evaluar si se cumplieron los objetivos planteados en esta estrategia se sugiere realizar una actividad que integre los conceptos y conocimientos vistos hasta el momento, como la que a continuación se describe:

Distribuir un medicamento a cada equipo (el profesor seleccionará los más adecuados) y contestarán algunas preguntas:

1. Escribe la formulación del medicamento.
2. Identifica si el medicamento es una mezcla, compuesto o elemento y explica las razones en un mínimo de tres renglones.
3. Si consideras que es una mezcla, indica los componentes de la misma.
4. Si piensas que es un compuesto, indica cuál es el nombre de éste.
5. Si concluyes que es un elemento, señala cuál o cuáles son estos.
6. Identifica el principio activo de dicho medicamento.
7. Explica en un mínimo de cinco renglones la importancia de conocer la formulación de este medicamento.
8. Escribe dos preguntas acerca de lo que *no* te haya quedado claro a partir de lo visto en clase en este apartado.

Este cuestionario puede ser contestado en equipo durante la clase o como tarea y se entregará al profesor para ser evaluado. Se sugiere tomar en cuenta todos los trabajos realizados en cada una de las actividades que constituyen esta estrategia.

# ANEXO 1

## Cuestionario

### ENFERMEDAD - MEDICAMENTO

El siguiente cuestionario tiene la finalidad de conocer algunas enfermedades comunes padecidas en los últimos seis meses y los medicamentos o los remedios utilizados para su cura.

1. Indique alguna de las enfermedades que padeció en los últimos 6 meses.

---



---

2. ¿Asistieron al médico?

a) Si

b) No

3. ¿Cuáles fueron los medicamentos que le prescribieron?

---



---

4. ¿Concluyó el tratamiento?

a) Si

b) No

5. ¿Se automedicó?

a) Si

b) No

6. ¿Cuáles fueron los medicamentos que compró?

---



---

7. ¿Usó algún remedio natural?

a) Si

b) No

8. ¿Cuál fue el remedio?

---



---

## Estrategia 18: Obtención de medicamentos

### Introducción

---

La industria farmacéutica juega un papel muy importante a nivel mundial. Por un lado, produce una gran cantidad de medicamentos que se elaboran, y por otro, es enorme el capital que se invierte a nivel de investigación en descubrir nuevas sustancias que actúen como principios activos para curar diversas enfermedades y algunas que han generado grandes problemas a la humanidad.

Por consiguiente, es necesario conocer cómo la medicina ha progresado día con día en el descubrimiento de sustancias activas naturales y sintéticas que puedan otorgar la salud a toda persona que lo necesite.

Es propósito de la siguiente estrategia el que los alumnos conozcan, a nivel de laboratorio, la extracción y obtención del principio activo de algunos compuestos empleados de manera cotidiana, y de esta forma apliquen los conceptos de reacción química de síntesis, condiciones en las que se llevan a cabo, métodos de separación de mezclas e identifiquen algunos grupos funcionales.

### Objetivos

El alumno:

1. Aplicará los métodos de separación de mezclas para la extracción del principio activo (cafeína) de las hojas de té negro.
2. Aplicará el concepto de reacción química para la obtención del principio activo de la aspirina.
3. Comprenderá las condiciones en las que se lleva a cabo la reacción química en la síntesis de ácido acetilsalicílico, constituyente de la aspirina.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Aplique sus conocimientos de separación de mezclas para la obtención del principio activo del té negro.
2. Incremente su capacidad de observación, análisis y síntesis de la información obtenida al experimentar y realizar una lectura científica.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Incremente sus habilidades en la comprensión de artículos de índole científico.
2. Exprese de forma oral y escrita sus ideas.
3. Maneje en forma adecuada el material y equipo de laboratorio al realizar los experimentos.





## Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. Respeto por las ideas y opiniones de los integrantes del equipo y del grupo.
2. Cooperación y compromiso en las actividades propuestas en esta estrategia.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Cómo se obtiene y/o sintetiza un principio activo?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### LECTURA DE DOS ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Esta actividad tiene la finalidad de iniciar al alumno en la historia de uno de los medicamentos más usados en todos los países (la Aspirina), desde la extracción del sauce, la modificación del salicilato y la investigación de sus diversas propiedades hasta la producción de otros principios activos con aplicaciones similares. Se presentan dos artículos:

- La aspirina, legado de la medicina tradicional. (anexo 3) y
- La aspirina cumple 100 años. Un invento redondo. (anexo 2)

Después de cada uno de ellos se anexa una guía de lectura.

#### RESOLUCIÓN DE GUÍAS DE LECTURA

La manera en que se sugiere trabajar los artículos es la que sigue:

1. A la mitad del grupo se le proporciona una de las lecturas y a la otra mitad del grupo la otra (en forma individual).
2. Como tarea, leerán y subrayarán el artículo para contestar la guía de lectura respectiva.
3. En clase se conformen equipos de 5 o 6 personas, integrados por alumnos que leyeron uno y otro artículo y lo comenten.

#### EXPOSICIÓN POR EQUIPOS DE LAS LECTURAS

1. Presentar en un acetato o rotafolio los aspectos más importantes que cada equipo considere adecuados.
2. Presentarlos al grupo y concluir.

## ACTIVIDAD 2

Se sugiere que a partir de las lecturas el profesor haga énfasis en los métodos de separación de mezclas del principio activo del sauce y en las reacciones químicas empleadas para su modificación, además de ser una magnífica oportunidad de explicar cómo los cambios en la estructura química inciden en los cambios en las propiedades de las sustancias. Se anexan láminas que pueden ser utilizadas como acetatos en la explicación del profesor, o bien para que los alumnos destaquen las diferencias estructurales con círculos, colores etc, y los asocien con los cambios en las propiedades, representados, en este caso, por los diferentes usos terapéuticos del medicamento. En la serie de acetatos, se repite la estructura anterior para facilitar la continuidad en el proceso de comparación.

## ACTIVIDAD 3

### EXPOSICIÓN

En esta actividad se pretende realizar dos experimentos, los cuales se sugiere sean distribuidos por equipos y son:

- a) Obtención de la cafeína del té negro, por sublimación (anexo 5.)
- b) Obtención del ácido acetil salicílico (anexo 6).

### RESOLUCIÓN DE GUÍAS DE ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

La forma de trabajo es:

- Los alumnos expresan por escrito cada uno de los aspectos metodológicos que se indican en la guía experimental.
- Al realizar el procedimiento, escriben sus observaciones con la finalidad de contestar las preguntas que se especifican en cada uno de los pasos del desarrollo.
- Con la técnica discusión dirigida por el profesor, los estudiantes llegarán a establecer sus propias observaciones, análisis de resultados y conclusiones.

Es importante que los alumnos tengan claro cuáles fueron los principios activos en cada caso, así como las reacciones químicas que se llevan a cabo y que no pierdan de vista que en el proceso de sublimación no hay reacción, sino que se trata de un fenómeno físico.

El profesor explicará con cierto nivel de detalle las reacciones químicas que se llevaron a cabo.

## Evaluación

Se propone que las actividades consideradas para evaluar sean:

- Las lecturas y sus respectivas guías.
- Las guías experimentales resueltas.

El profesor decidirá si el trabajo se evalúa en forma individual o por equipo.

Con el objeto de evaluar los aprendizajes procedimentales, se sugiere el uso de las rúbricas para evaluar diseño experimental, además de la V de Gowin, que ya ha sido propuesta en estrategias anteriores.

## ANEXO 2

### Un invento redondo

FARMACOLOGÍA: LA ASPIRINA CUMPLE 100 AÑOS

*Nunca un medicamento había dado tanto de qué hablar. Ahora que cumple 100 años, comprobamos que sirve para muchas cosas de la que indica su prospecto. No sólo combate el dolor, sino que puede salvarnos la vida si la utilizamos de forma preventiva. Sólo tiene que aprender a beneficiarse de ella.*

Gema Sánchez Navas.

La vida del hombre actual es más fácil, cómoda y segura que la del más poderoso en otro tiempo. "Qué le importa no ser más rico que otros si el mundo lo es y le proporciona magníficos caminos, ferrocarriles, telégrafos, hoteles, seguridad corporal y aspirina", escribía Ortega y Gasset en "La rebelión de las masas" (1930). Pero cuando éste filósofo calificó el siglo XX como *la era de la aspirina*, no sospechaba que el umbral del siglo XXI sería precisamente su época dorada. Cada segundo que pasa, se consumen 2,500 comprimidos en el mundo. En total se han vendido 350 billones de unidades desde que el ácido acetilsalicílico se comercializó en 1899.

Dos años antes, Felix Hoffmann, un joven químico de 29 años, había recibido el encargo de la compañía Bayer de sintetizar un compuesto que pudiera competir con el ácido salicílico (utilizado en esa época como analgésico, antipirético y antiinflamatorio), y evitar sus desagradables efectos. Además de su interés profesional, Hoffmann estaba motivado por la artritis reumatoide de su padre, cuyo organismo no toleraba el uso del medicamento. Cuando comprobó que los dolores de su padre cedían con el nuevo derivado, describió el procedimiento de síntesis en un breve formulario el 10 de Octubre de 1897.

Sin embargo, el hallazgo no impresionó a los responsables de su valoración, que le atribuían efectos cardiotóxicos (motivados en realidad por las altas dosis que se administraban). Bayer prefirió volcarse en la comercialización de una sustancia llamada heroína, y uno de los medicamentos más útiles del siglo quedó olvidado durante más de un año.

Cuando el producto fue finalmente aprobado tras los informes favorables de varios médicos, se optó por llamarle aspirina, pues la denominación química ácido acetilsalicílico resultaba difícil de pronunciar, se parecía demasiado al ácido salicílico, al que trataba de remplazar; y no hubiera de ser protegida con una patente frente a los competidores.

Al principio, se presentaba en forma de polvo, pero un año después de su introducción en el mercado, la firma decidió que el polvo casi insoluble en el agua, podía ser comprimido en almidón, una alternativa de más fácil distribución y consumo.

## 17 COMPRIMIDOS AL AÑO

A España no llegó hasta 1922. Hoy cada español toma una media de 17 aspirinas al año, lo que suma un total anual de más de 650 millones de comprimidos. El nuestro es uno de los 70 países en los que este producto está patentado. En Estados Unidos, sin embargo, Bayer fue el único fabricante de aspirina hasta 1917. Durante la I Guerra Mundial, el gobierno norteamericano incautó las acciones de la filial neoyorquina, basándose en las disposiciones legales sobre propiedades de extranjeros enemigos. Un año después, salieron a subasta pública y fueron adjudicadas a la empresa Sterling Products (hoy una división de la Estman Kodak company) por poco más de 750,000 millones de pesetas al año con el nombre de Bayer. Además, a medida que la aspirina fue popularizándose, otras empresas estadounidenses comenzaron a comercializar productos designados con el mismo nombre.

Pero hasta los años 70, nadie se percató de que este medicamento era útil para muchas más cosas de las que decía en su prospecto. Los más escépticos desconfiaban de que un producto tan económico pudiera tener tantas aplicaciones, pero las investigaciones se multiplicaron demostrando sus virtudes.

Ya en 1969, los astronautas Armstrong, Aldrin y Collins se llevaron a la Luna a bordo del Apolo 11 un botiquín que contenía píldoras para el mareo y para la diarrea, un estimulante, un analgésico contra el dolor muscular y aspirina.

Esta lectura es una transcripción del artículo *La aspirina cumple 100 años. Un invento redondo*, la autora es Gema Sánchez Nava y fue publicado en la revista Newton, España, Marzo 1999, núm. 11, pp 36-40.

## Guía de lectura

Después de leer detenidamente el artículo, contesta el siguiente cuestionario, con la finalidad de que logres una mejor comprensión y aprendizaje del tema de medicamentos.

1. ¿Quién sintetizó el compuesto de ácido acetil salicílico y a qué sustancia quería sustituir?
- 2.Cuál era la presentación de la aspirina en sus primeras etapas y qué propiedades físicas tenía?
3. Menciona dos formas de atacar el dolor antes de que se utilizara la aspirina.
4. Menciona qué efectos terapéuticos se atribuyen a la aspirina (todos los que se indican en la lectura).
5. ¿Cuál es la razón para suministrar el ácido acetil salicílico comprimido en almidón?
6. Investiga cuál es la fórmula del ácido acetil salicílico.
7. Construye un cuadro en el que presentes los datos más importantes con relación al uso de la aspirina.
8. Investiga cuál es la dosis más común de la aspirina, cuánto dura su efecto analgésico y qué costo tiene.
9. Elige al azar una muestra de 10 individuos y pregúntales si han tomado alguna aspirina en los últimos seis meses. ¿Cuántas veces?
10. Analiza con tus compañeros de equipo los resultados de los dos últimos incisos y concluyan en un párrafo acerca de las ventajas y desventajas del uso que le damos a la aspirina como medicamento.

## ANEXO 3

### La aspirina, legado de la medicina tradicional

Marisol Sanjurjo

La historia de la aspirina es uno de los mejores ejemplos para ilustrar en clase de Química la importancia de la medicina tradicional y su influencia en la industria farmacéutica moderna.

Aunque actualmente se trata de un medicamento sintético, en un principio fue semisintético, ya que se obtuvo a partir de la “salicina”, intermediario de origen vegetal, extraído de la corteza de varias especies de sauces. Estos árboles pertenecen al género *Salix* (nombre dado por los romanos y mencionado por Virgilio); forman parte de la flora terrestre desde tiempo muy remoto, como lo demuestran algunos fósiles de la Era Terciaria. Las dos especies más comunes de *Salix* son *S. alba* y *S. purpurea*.

Hipócrates, el celebre médico del siglo V a .C., recomienda a sus pacientes la corteza de sauce como remedio para aliviar el dolor. Desde épocas remotas, dicha corteza y las hojas del sauce, sea en forma de jugo o de cocimiento, se han utilizado para calmar el dolor de neuralgias y reumatismo.

En 1763, el reverendo M. Edmund Stone envió una carta al presidente de la “Real sociedad de Londres para el Mejoramiento del Saber Natural”. En ella, le notificaba que la gente de la región curaba la fiebre y aliviaba el dolor con la corteza del *S. alba*, árbol muy común en lugares pantanosos, por lo que creyó que curaba el paludismo. Posteriormente, se comprobó que no tiene acción sobre el *Plasmodium*, pero que sí alivia los ataques febriles. Esta carta inició toda una serie de investigaciones en Inglaterra y Europa. Fue así como se inició la historia de la aspirina, la cual fue lanzada al mercado 136 años después. Este analgésico no produce adicción.

En 1838, *Raffaello Piria* (de Pisa, Italia), aisló otro compuesto que denominó ácido salicílico. Anteriormente, el químico sueco Kart Jacob Lowig (1835) extrajo de una planta (*Spirae ulnaria*), un aceite soluble en éter del cual cristalizó un ácido que denominó “*Spisaure*”, que resultó ser igual al ácido salicílico, según demostró Dumas posteriormente.

En 1843, A. Cahours, Farmacólogo de Gales, demostró que el aceite de *wintegreen*, utilizado para aliviar dolores, contenía el éster metílico del ácido salicílico. Este aceite se extrae de una planta (*Gualteria procubens*) de la familia de las Ericáceas.

En 1853, Kolbe y Lautermann sintetizaron el ácido salicílico. Uno de sus estudiantes, Frederick von Heyden, estableció en Dresden una gran fábrica para la producción de salicilatos.

Félix Hoffmann, químico de la casa Bayer, tenía un padre artrítico que no toleraba los salicilatos, debido a que provocaban fuerte irritación gastrointestinal. Esta circunstancia lo instó a buscar otros compuestos menos ácidos, llegando así a sintetizar el ácido acetil salicílico (1898), que fue llamado aspirina por la casa Bayer, por la “A”(de acetilo) y “aspirin” del alemán *spirsauere* (1899).

Desde entonces se consumen mundialmente miles de toneladas de este medicamento. En Estados Unidos se considera que el consumo por persona alcanza un promedio de 150 tabletas al año.

Aparentemente, la corteza del sauce es poco utilizada en la medicina popular de México, siendo pocos los libros que registran su uso terapéutico. Probablemente esto se deba a la popularidad y al bajo costo de la aspirina, que restringe el uso del sauce a poblaciones indígenas, alejadas de la civilización.

Con este medicamento se ha comprobado un fenómeno poco frecuente. En lugar de decrecer su popularidad con los años (al aparecer en el mercado nuevos medicamentos mejores y a precios más



accesibles), su uso ha aumentado debido a las nuevas aplicaciones y propiedades que se le han encontrado. En principio, se usó como antipirético, analgésico y antiinflamatorio, por lo que es muy utilizado en el tratamiento de la fiebre reumática, reumatismo, gota y artritis reumatoide. Con el tiempo, estos usos se han ampliado.

Lawrence Craven fue el primero, en 1950, en utilizar la aspirina para evitar la formación de coágulos en enfermedades como trombosis cerebral e infartos al miocardio, debido a que ayuda a prevenir la acumulación de plaquetas.

Por muchos años permaneció en el misterio el modo de acción de la aspirina. John R. Vane, del Colegio Real de Cirujanos de Londres, ganador del premio Nobel en 1982, propuso en 1971 una hipótesis para explicar su actividad inflamatoria. Considera que ésta bloquea la síntesis de algunas prostaglandinas (hormonas celulares involucradas en el dolor e inflamación de coágulos. Comprueba lo establecido por Craven.

Esta propiedad también la hace útil en el tratamiento de otras enfermedades, como la hipertensión gestacional y la migraña. En ésta se ha observado que durante los accesos aumenta la actividad plaquetaria.

También se ha observado que la aspirina disminuye en un 40% la mortalidad debida al cáncer de estómago y que favorece la oxigenación de la sangre en el cerebro.

La Asociación Estadounidense de Cardiología recomienda la ingestión de aspirina a baja dosis a personas de edad media, con antecedentes familiares de enfermedades coronarias o con factores de riesgo como tabaquismo, sobrepeso, hipertensión, falta de ejercicio y exceso de colesterol en la sangre.

A pesar de sus virtudes, hay que recordar que nunca debe recurrirse a la automedicación. La aspirina, como todos los medicamentos, presenta efectos indeseables, que pueden ser peligrosos en ciertos individuos, como los hemofílicos, u otros con ciertas enfermedades gastrointestinales.

Siempre que se sintetiza un medicamento promisorio, su fórmula es utilizada como modelo para obtener otros compuestos semejantes en los que se modifican y mejoran sus propiedades curativas y se disminuyen los efectos secundarios. Como ejemplos de lo anterior tenemos:

- El salicilato de colona (Artropan), que por ser muy soluble al agua, se absorbe muy rápidamente, por lo que se recomienda cuando son necesarias dosis altas de aspirina.
- Salicilato de salicilo (Diplosal). Con acción semejante al salicilato de sodio. Se hidroliza en el estómago, por lo que es menos irritante.
- Salicilato de fenilo (Salol). Se utiliza con capa entérica, porque no se hidroliza en el estómago por ser resistente al jugo gástrico. Como su hidrólisis ocurre lentamente en el intestino, se usa como antiséptico intestinal, pero tiene el inconveniente de ser tóxico, porque libera fenol en el intestino.
- Salicilamida, que se usa como sustituyente de otros salicilatos, en caso de presentarse hipersensibilidad a ellos.

El salsalato es usado también como antipirético y antiinflamatorio.

Existe otro grupo de compuestos que, aunque con fórmulas semejantes a la aspirina, tienen diferentes usos, como son:

- Ácido salicílico, con uso tópico como queratolítico. Por sus propiedades antisépticas y fungicidas, tiene algunas aplicaciones en dermatología.
- Aldehído salicílico, utilizado en perfumería.
- El salicilato de metilo se usa externamente como rubefaciente y analgésico; también se usa en perfumería.
- El alcohol salicílico, que es un anestésico local.

- El salicil, que es un antiséptico de uso tópico
- La salicil morfolida es un colerético.
- El "PAS" (ácido para amino salicílico) es un tuberculostático.
- El salsalato es antiséptico y antiinflamatorio.

Teniendo en cuenta las tres propiedades de la aspirina (analgésico, antipirético y antiinflamatorio), se han tratado de sintetizar compuestos que, aunque tienen estructuras diferentes a ella, puedan superarla en esas tres acciones terapéuticas, como son los casos de la indometacina y el ibuprofen.

John Nicholson, dando a la aspirina un valor unitario en cada una de las tres acciones, inició un programa de síntesis de compuestos que la superaran. Muchos resultaron tóxicos, por lo que fueron desechados. No obstante, el ibuprofen, a pesar de producir reacciones secundarias indeseables, tiene de 16 a 32 veces la actividad de la aspirina como antiinflamatorio, es 30 veces más activo como anestésico y 20 como antipirético. La indometacina tiene mayor número de efectos secundarios indeseables y es más tóxica.

Todos estos compuestos seguramente no hubieran sido conocidos si el reverendo Stone no hubiera escrito aquella memorable carta en 1763. En todo caso, la historia hubiera sido otra.

## Polvo blanco

La presentación de la aspirina se hizo en un principio en forma de polvo, y eran las farmacias las que se encargaban de distribuirla en dosis. Los carteles que la recomendaban en aquellos tiempos para la fiebre, el dolor de cabeza, el reumatismo y las inflamaciones, se diseñaron pronto en casi todos los idiomas.

## El dolor antes de la aspirina

Los métodos más agresivos para combatir el dolor antes de inventarse la aspirina eran utilizados por los aborígenes del altiplano peruano, expertos en la técnica de trepanación para tratar el dolor de cabeza. Otras culturas usaron las plantas como remedio. Esta medicina comenzó a adquirir carácter científico en la Grecia de Hipócrates, donde se utilizaban infusiones de corteza de sauce (origen de la aspirina). Durante la Edad Media y hasta el siglo XVIII, este remedio cayó en el olvido, cediendo terreno al opio de un árbol llamado chinchona. Pero ésta tenía que ser importada del Perú, y los opiáceos no eran bien vistos. En 1763, un religioso inglés presentó un informe favorable al uso de la corteza del sauce para reducir la fiebre. Se basaba en la creencia de que la providencia, para proteger al hombre, colocaba los remedios de las enfermedades cerca de las que las causaban. Y como los que padecían fiebres vivían cerca de los pantanos donde crecía el sauce, buscó en esta planta la solución. Y 75 años después científicos alemanes la sintetizaron en la sacilina, que más tarde fue sustituida por la aspirina, tras la síntesis del ácido acetilsalicílico.

Esta lectura es una transcripción del artículo *La aspirina, legado de la medicina tradicional* escrito por Marisol Sanjurjo y publicado en la revista Educación Química, de la Facultad de Química, UNAM, México, Enero 1996, Vol 7, núm. 1 pp 254 - 256.



## Guía de lectura

### ACTIVIDAD 1

“LA ASPIRINA, LEGADO DE LA MEDICINA TRADICIONAL”

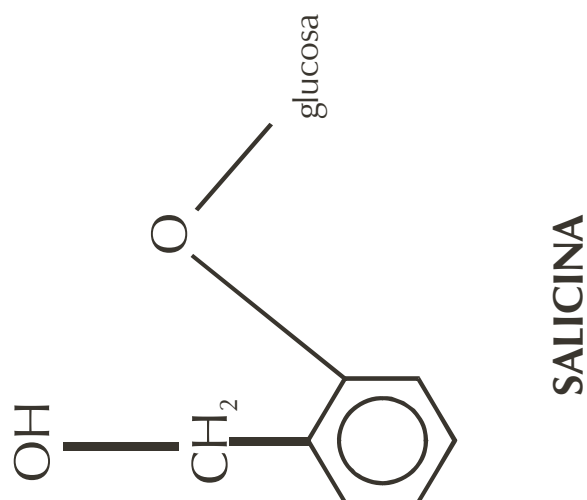
*Marisol Sanjurjo*

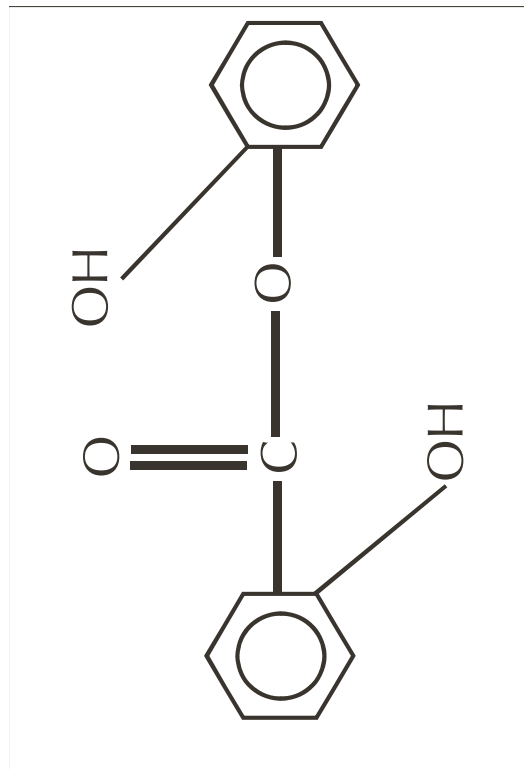
Con base en la lectura del artículo, resuelve el siguiente cuestionario.

1. ¿Cuál es el principio activo inicial del cual se obtiene el ácido acetil salicílico?
2. ¿Cuáles son las especies vegetales en las que se encontró este principio activo inicial?
3. En la lectura se menciona el concepto de método de extracción. Investiga qué es un método de extracción, qué clase de sustancias separa y si es un método físico o químico.
4. Menciona las tres principales acciones terapéuticas que se le dieron al inicio a la aspirina y cuál es el significado de cada uno de estos términos.
5. ¿Qué compuesto induce a la formación de coágulos en el organismo?
6. Menciona algunas otras enfermedades en las que se recomienda el uso de la aspirina.
7. Dibuja la fórmula del ácido acetil salicílico, constituyente de la aspirina, y la de otros tres compuestos mencionados en el artículo con fórmulas semejantes a la aspirina pero que tienen otros usos. Encierra e identifica los grupos funcionales de cada uno e indica su nombre.
8. Menciona dos medicamentos que tienen estructura diferente y que tienen una actividad superior a la aspirina.
9. ¿Cuál es tu opinión acerca de las ventajas y desventajas del uso de los dos medicamentos anteriores?
10. A partir de la lectura del artículo, concluye por qué la aspirina se considera un medicamento sintético.
11. Elabora un cuadro en el que resumas la historia de la aspirina.

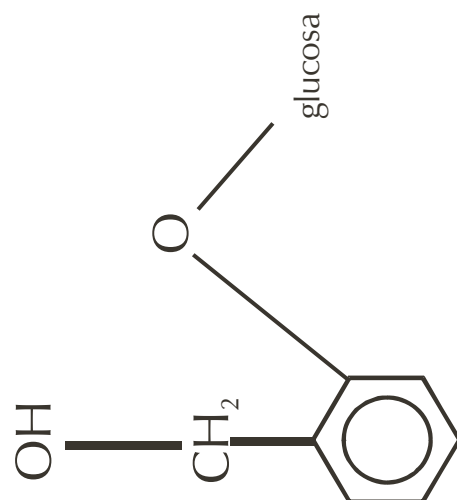
Nota 1: Para optimizar el uso didáctico de los acetatos, se sugiere hacer énfasis en la parte de la estructura molecular que cambia y destacar cómo esta modificación, que en algunos casos es mínima, influye de un modo drástico en el uso terapéutico del principio activo, esto se facilita al tener en una sola dispositiva la imagen de la molécula anterior.

Nota 2: La serie de acetatos que se presenta a continuación (anexo 4) fue elaborada a partir del artículo "La aspirina, legado de la medicina tradicional", al que se ha hecho referencia con anterioridad.

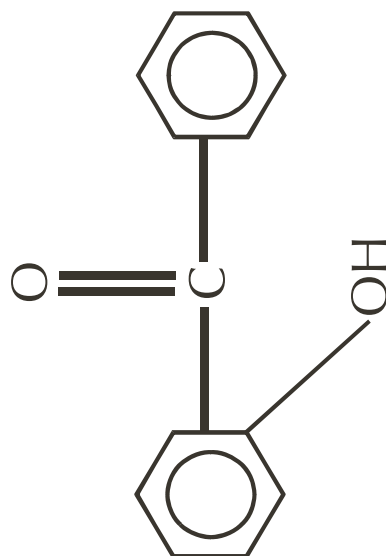




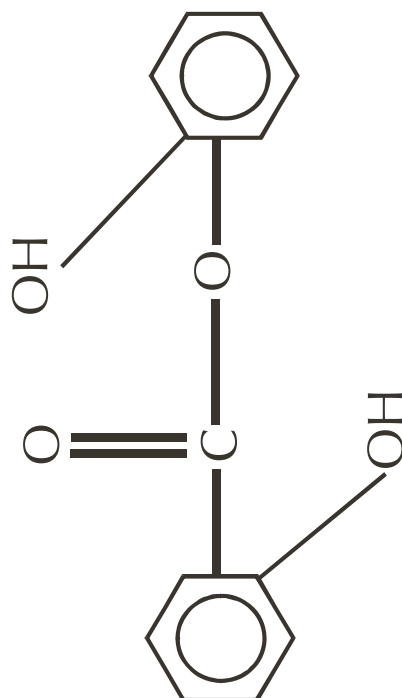
**SALICILATO DE SALICILO**  
(diplosoal)



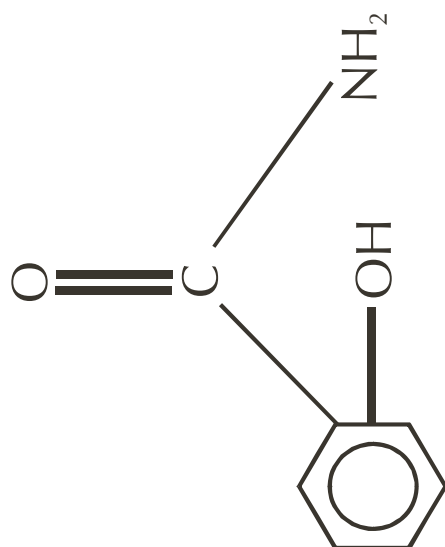
**SALICINA**



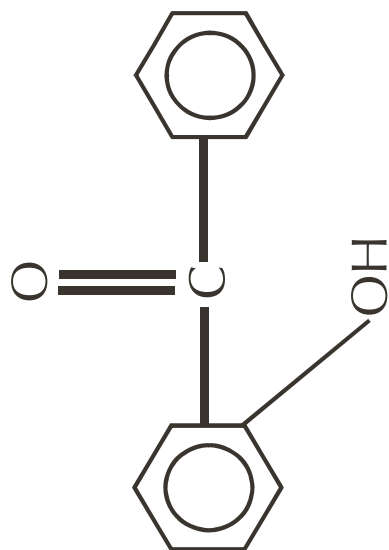
**SALOL**



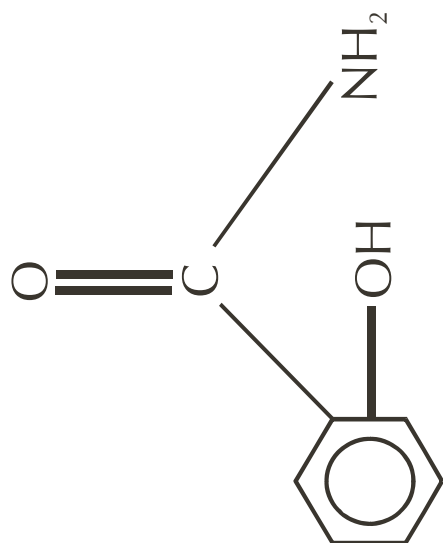
**SALICILATO DE SALICILO**  
(diplosal)



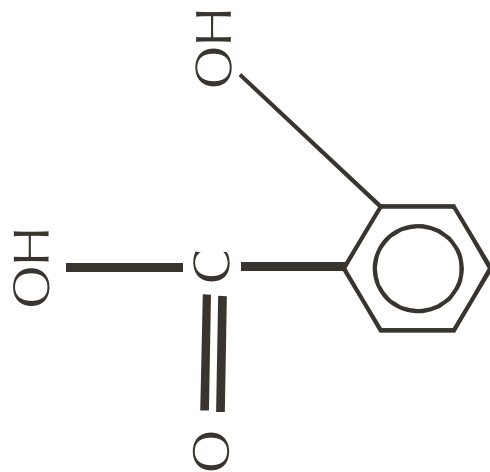
**SALICILAMIDA**



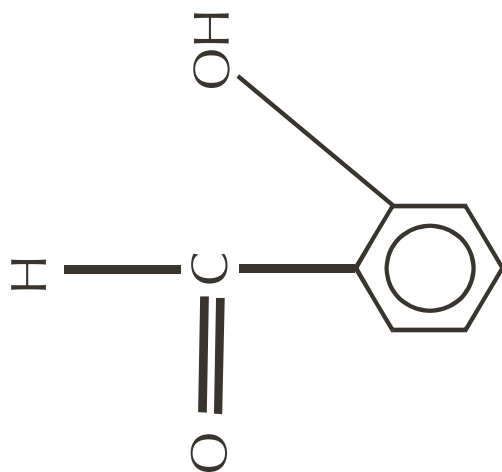
**SALOL**



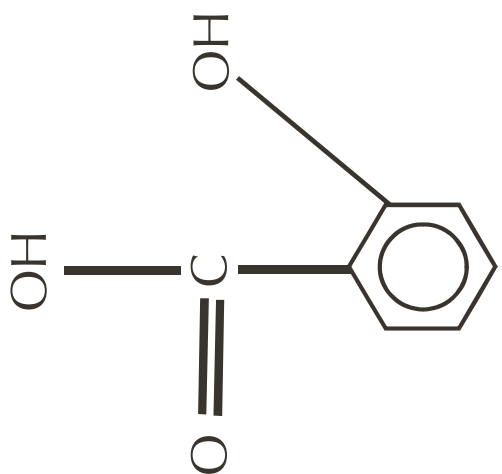
**SALICILAMIDA**



**ÁCIDO SALICILICO**

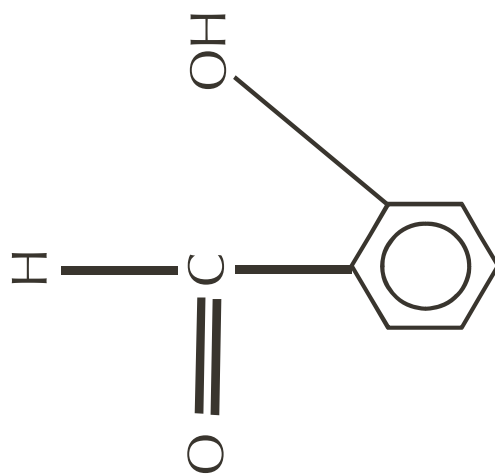


**ALDEHIDO SALICILICO**

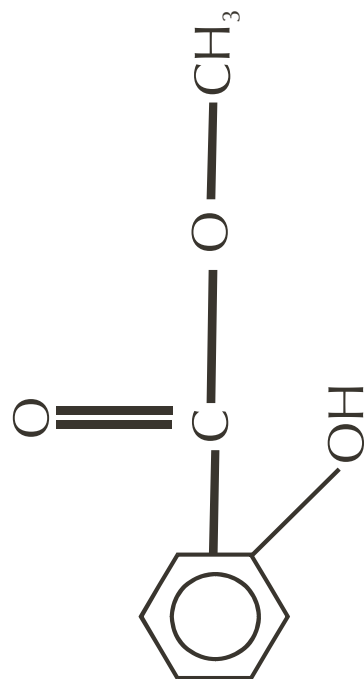


**ÁCIDO SALICILICO**

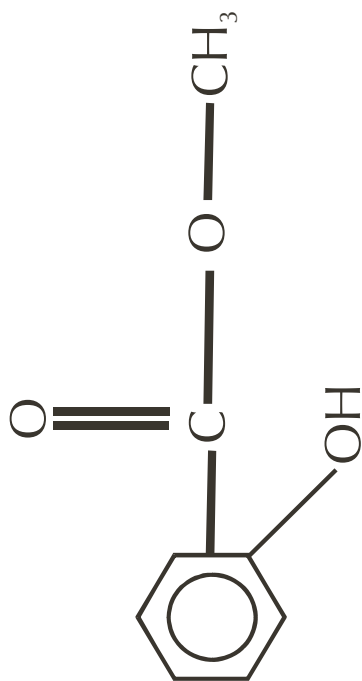




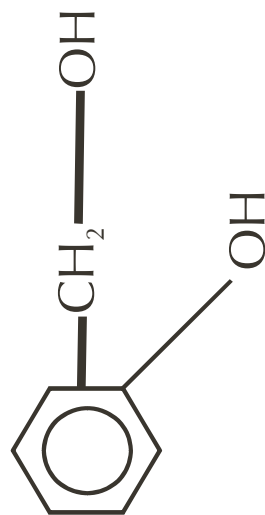
**ALDEHIDO SALICILICO**



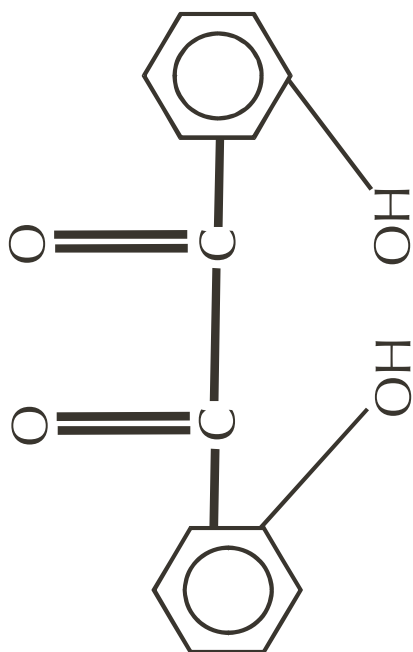
**SALICILATO DE METILO**



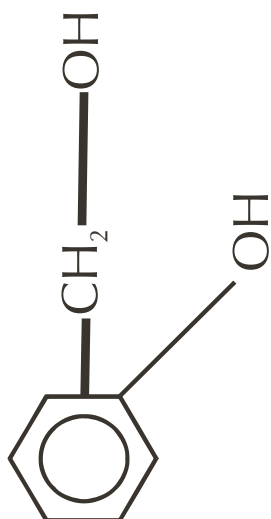
**SALICILATO DE METILO**



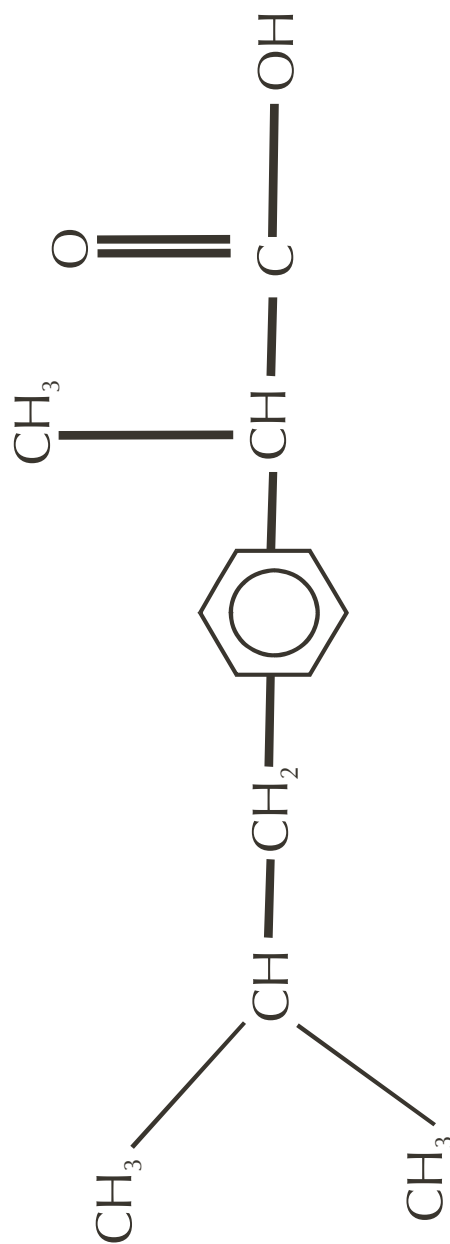
**ALCOHOL SALICÍLICO  
(SALIGENINA)**



**SALICIL**



**ALCOHOL SALICÍLICO  
(SALIGENINA)**



**IBUPROFENO**

## ANEXO 5

### Guía experimental OBTENCIÓN DE LA CAFÉINA POR SUBLIMACIÓN

#### *Introducción Teórica*

---

---

---

---

#### *Objetivo*

---

---

#### *Hipótesis*

---

---

---

---

#### *Material*

---

---

---

---

#### *Sustancias*

---

---

---

---

### Procedimiento

1. En una cápsula de porcelana se pesan 2 g de hojas de té negro, y se tapa con un vidrio de reloj que contenga agua, de ser posible, con hielo en la parte superior.  
*¿Cuál es la finalidad del agua en la cápsula?*
2. Calienta hasta obtener pequeños cristales de cafeína en el vidrio de reloj. *Observa los cristales con una lupa y descríbelos.*
3. En la cápsula limpia y seca, se agrega unos cuantos cristales de cafeína. Agregar 2 mL de ácido nítrico concentrado y con el laboratorio bien ventilado se evapora la mezcla, calentándola a baño maría, hasta obtener un residuo.  
*¿Cuál es la reacción química que se efectúa?*
4. Al residuo se le agrega unas gotas de hidróxido de amonio, obteniéndose una coloración rojo púrpura.

### Observaciones

---

---

---

---

### Reacción química que se efectúa

---

### Análisis de resultados

---

---

---

---

### Conclusiones

---

---

---

---

## ANEXO 6

### Guía experimental OBTENCIÓN DE ÁCIDO ACETIL SALICÍLICO (ASPIRINA)

#### *Introducción Teórica*

---

---

---

---

#### *Objetivo*

---

---

#### *Hipótesis*

---

---

---

---

#### *Material*

---

---

---

---

#### *Sustancias*

---

---

---

---

### Procedimiento

1. En un tubo de ensayo perfectamente seco y limpio, pesa 1 g de ácido salicílico.  
*Observa las características físicas del compuesto.*
2. Agrega 1 mL de anhídrido acético, agita ligeramente, agrega un exceso de 1 mL de la misma sustancia y agita vigorosamente.  
*¿Para qué se agita el tubo?*
3. Con precaución, agrega dos gotas de ácido sulfúrico concentrado y agita nuevamente el tubo de ensayo.  
*¿Para que se adiciona el ácido sulfúrico?*
4. Calienta el tubo en baño maría durante 8 minutos y mantén la temperatura constante a 50 °C.  
Cuida que no entre agua al tubo.  
*¿Por qué es necesario mantener la temperatura constante?*  
*¿Qué pasaría si entrara agua al tubo de ensayo?*
5. Retira el tubo y agrega 1 mL de agua helada y agita vigorosamente. Enseguida, coloca el tubo en un baño de hielo y observa la formación de cristales.  
*¿Cuál es la función del agua fría?*
6. Separa los cristales de ácido acetil salicílico por filtración y obsérvalos con una lupa.  
*¿Cuál es la forma de los cristales?*

### Observaciones

---

---

---

---

### Reacción química que se efectúa

---

### Análisis de resultados

---

---

---

### Conclusiones

---

---

---



## Lectura para alumnos

### LOS TAXOIDES, NUEVAS ARMAS CONTRA EL CÁNCER

*Los químicos, tras haber desarrollado el taxol, utilizado como medicamento contra el cáncer, trabajan ahora sobre otros compuestos semejantes que tengan propiedades anticancerígenas.*

K.C.Nicolaou, Rodney K. Guy y Pierre Potier

Hace ahora cinco años que una sustancia conocida con el nombre de taxol saltó a los titulares de las noticias. La razón era bien sencilla: parecía un tratamiento eficaz del cáncer de ovario. Solo había un problema, que el fármaco era bastante difícil de conseguir. Los investigadores tenían que extraerlo de la corteza del tejo del pacífico (*Taxus brevifolia*) mediante un proceso que inevitablemente causaba la muerte del árbol. Para complicar más las cosas, el tejo tiene un crecimiento muy lento (un árbol en pleno desarrollo alcanza una altura de unos 7 metros) y la cantidad de corteza que produce es muy pequeña. Un árbol de cien años proporciona sólo un gramo de compuesto, alrededor de la mitad de lo que se necesita para un único tratamiento. A esto hay que añadir que el tejo que produce el taxol se da en bosques de árboles centenarios en las regiones del noroeste del pacífico y su tala conllevaría daños irreparables del ecosistema. A medida que el número de tejos disminuía, aumentaban las protestas de los defensores del medio ambiente insistiendo en que había que proteger los árboles que quedaban, mientras que los pacientes de cáncer y sus familiares suplicaban que se produjeran mayores cantidades del fármaco.

Las noticias actuales sobre el taxol son bastantes distintas. En 1994 la agencia norteamericana responsable de la aprobación de fármacos y alimentos (U.S. Food and Drug Administration, FDA) autorizó la utilización para el tratamiento de varios tipos de cáncer de un taxol semisintético producido en el laboratorio en cantidades ilimitadas. A comienzos de este año un equipo de médicos de la Universidad de Emory dio a conocer los resultados de un amplio estudio sobre el fármaco. En vez de lamentar su escasez, destacaban su inesperada potencia. Según los datos obtenidos, las mujeres que padecían cáncer y habían recibido taxol en combinación con otra medicación anticancerosa tuvieron una supervivencia de más de 14 meses en comparación con otras mujeres que habían recibidos distintos tipos de tratamiento. El taxol se considera hoy día como uno de los tratamientos más prometedores de los cánceres de mama y de ovario, existiendo estudios que demuestran su eficacia contra el de pulmón y el melanoma. ¿Cómo es posible que el taxol famoso inicialmente por su escasez, se haya vuelto tan abundante?

La historia del taxol constituye una lección interesante sobre cómo se consigue descubrir y desarrollar nuevos medicamentos. Los químicos identificaron el producto hace casi 30 años, durante los cuales los biólogos han comprobado que es una sustancia activa y los médicos han explorado sus propiedades curativas. Muchos investigadores, incluidos nosotros tres, hemos aceptado el reto de desarrollar toda una familia de compuestos emparentados con el taxol —conocidos como taxoides— que resulten más fáciles de sintetizar y al mismo tiempo presenten mejores opciones terapéuticas que la molécula original.

## El redescubrimiento del taxol

El reciente interés farmacéutico por el taxol data de los años sesenta, aunque las propiedades medicinales del tejo se conocían desde hace siglos. En uno de los siete libros que componen las guerras de las galias Julio Cesar escribió, el año 51 a.C., que el jefe Catuvolco se suicidó con una infusión de corteza de tejo. Los indios de las tribus qinault, multmomah y nez percé, de las regiones noroccidentales de los Estados Unidos, utilizaban la corteza de tejo del Pacífico como desinfectante, abortivo y para tratar cánceres de la piel. Pero el interés despertado por el tejo en nuestro siglo era mucho menor, salvo en estos últimos años. Las compañías madereras del noroeste del pacífico quemaban los tejos resultantes de la tala del bosque para obtener pinos e higueras, árboles mucho más altos con los que estaban mezclados.

Fue el botánico Arthur Barclay, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, quien volvió a poner al tejo en condiciones de que se le considerase como uno de los árboles más apreciados de los bosques de las costas noroccidentales del Pacífico. Por aquel entonces el Instituto Nacional del Cáncer (NCI) Había pedido a los científicos que investigaran fuentes naturales de productos biológicos —plantas, bacterias y organismos marinos— con la esperanza de encontrar sustancias que pudieran tener uso farmacéutico. Barclay recogió la corteza del tejo del Pacífico en el bosque nacional de Gifford Pinchot, en el estado de Washington.

Sus muestras acabaron en el instituto de investigación Triangle de Carolina del Norte. Dos químicos de esta institución, Mansukh C. Wani y Monroe E. Wall, descubrieron que un extracto de la corteza del tejo mataba las células de leucemia conservadas artificialmente en el laboratorio. Consiguieron aislar el ingrediente activo de esta mezcla en 1976: un producto químico, desconocido hasta entonces, al que dieron nombre de taxol por sus semejanzas con la familia de sustancias conocidas como taxanos y porque se encontraba en las plantas del género *Taxus*. (Aunque el nombre de “taxol” se usa habitualmente con un significado genérico. La compañía farmacéutica Bristol-Myers Squibb ha registrado como marca comercial la palabra “Taxol” y quiere que la comunidad científica emplee el nombre de “paclitaxel” para referirse al compuesto).

Pero el taxol casi retornó a la profundidad de los bosques, pues el NCI no lo consideró un producto prometedor. Hubo otros fármacos que se mostraron tan eficaces o más que él para el tratamiento del cáncer en las primeras pruebas. El taxol era además escaso y difícil de conseguir. Pero Wall, convencido plenamente de su potencial terapéutico continuó insistiendo sobre el NCI. En 1977 se decidió reconsiderarlo. Tras estudios adicionales, tampoco consiguió el taxol situarse entre los fármacos con futuro para el tratamiento del cáncer.

## Microtúbulos rígidos

Poco después de esta segunda serie de pruebas, una pareja de biólogos de la Facultad de Medicina Albert Einstein, en Bronx, N.Y. descubrieron una nueva faceta del taxol. Susan B. Horwitz y uno de sus estudiantes de doctorado, Peter B. Shiff, demostraron en 1978 que el taxol mataba las células cancerosas de una manera distinta a como podía hacerlo cualquier otro de los fármacos conocidos entonces. Durante los Diez años siguientes se dedicaron a investigar los detalles de actuación del taxol en el organismo humano. Fue este equipo el que descubrió que el taxol se une a unas estructuras de la célula llamadas microtúbulos, que actúan como parte de su esqueleto interno o citoesqueleto.

Normalmente los microtúbulos son elementos flexibles que desempeñan un papel fundamental en el proceso de la división celular: son los constituyentes principales del aparato celular denominado huso mitótico, que ayuda a separar los cromosomas durante la mitosis de la célula. Cuando el taxol se une a los microtúbulos los vuelve rígidos y estáticos, lo que hace imposible la división celular y mata a las células precisamente en el momento en que empiezan a dividirse. Las células cancerosas se dividen con mayor frecuencia que las sanas, por lo que el fármaco ataca primariamente a los tumores, en los que



tiene lugar una división celular exacerbada. Pero también pueden verse afectadas otras células que se dividan con rapidez, como son los leucocitos de la sangre o las células del pelo. El uso del taxol para el tratamiento del cáncer no está, pues, exento de efectos secundarios, pudiendo ejercer una acción supresora sobre el sistema inmunitario, atacar los nervios sensoriales y producir náuseas o pérdida capilar.

Esta inusual manera de atacar a las células cancerosas provocó la curiosidad de la comunidad científica. El cáncer tiende a hacerse resistente al tratamiento con el transcurso del tiempo: la nueva forma que tenía el taxol de matar las células podría ofrecer esperanzas a los pacientes cuya enfermedad no respondiera a la terapia habitual. Hacia 1984 los médicos de varios hospitales, incluidos el instituto de cáncer Dana-Farber de Boston, el Centro de oncología Johns Hopkins de Baltimore y el Sloan-kettering Cancer Center de Nueva York, habían iniciado la primera fase de pruebas clínicas humanas para valorar la inocuidad del taxol. Uno de los estudios, de Eric K. Rowinsky y los colaboradores de Johns Hopkins, ofreció unos resultados sin precedentes: el taxol redujo el tamaño de las tumoraciones de más del 30 por ciento de los pacientes cuyos tumores habían resistido previamente la quimioterapia habitual. Uno de los pacientes llegó incluso a curarse.

Otros estudios comenzaron a dar resultados similares y muy pronto el taxol se encontró en la vía acelerada por la que discurren los fármacos más prometedores.

No todo era maravilloso. El taxol presentaba serias complicaciones potenciales. Mucha gente experimentó graves reacciones alérgicas al tratamiento, lo que causó el fallecimiento de una persona. La causa de estas complicaciones sigue sin estar clara, pero los médicos han ajustado la dosis del fármaco y la vía de administración para minimizar el riesgo de reacciones adversas. Sin embargo al igual que ocurre con los tratamientos quimioterápicos, los efectos secundarios del taxol sigue siendo motivo de preocupación para médicos y pacientes.

La difusión de las historias prometedoras del taxol planteo dos problemas al NCI. El primero era que, aunque el taxol parecía ser muy eficaz, distaba de ser el fármaco perfecto. Es este un problema típico de cualquier medicamento nuevo. El segundo y más preocupante era que el suministro de taxol se estaba agotando. A consecuencia de ello solo pudieron llevarse a cabo un número limitado de pruebas clínicas amplias entre 1984 y 1989. El NCI y Bristol-Myers Squibb suscribieron en 1989 un contrato por el que la compañía suministraría el producto al NCI y a cambio tendría acceso a los resultados de las pruebas clínicas, Bristol-Myers Squibb comenzó poco después a recolectar tejos del pacífico en gran escala, aunque predijo que ese suministro duraría solo cinco años. Frente a esta amenaza, muchos y muy diversos investigadores se afanaron en la búsqueda de nuevas vías para producir taxol, entre ellos especialistas en horticultura, bosques, biología celular y química.

## A la conquista de un Everest molecular

Los químicos fueron los más interesados. Moléculas tan grandes y complejas como la del taxol, que contiene 112 átomos, poseen un especial atractivo para ellos, tanto desde el punto de vista estético como desde el científico. Su complicada estructura se presentaba ya de por sí como un reto especial para quienes estamos especializados en las síntesis de productos naturales, como es nuestro caso.

Éramos concientes de que la tarea de construir un taxol artificial iba a ser larga y requeriría años de trabajo. Nuestro proyecto era llegar a comprender las idiosincrasias del producto: ¿qué partes de la estructura eran particularmente estables o frágiles y cómo interactuaba la molécula con otras? Esta información nos ayudaría a plantearnos cuestiones más amplias sobre la función molecular precisa del taxol en el organismo de un paciente con cáncer. Nuestro propósito último es que se llegue a comprender la arquitectura del taxol y las razones de por qué se une a los microtúbulos con tal firmeza, lo que facilitaría sin duda la síntesis de nuevos fármacos que incorporen las virtudes del taxol, aunque con menos efectos secundarios.

Había más de treinta equipos de investigadores afanados en la síntesis del taxol o de otros productos más sencillos relacionados con él entre 1983 y 1993.

Pero el taxol resultó poseer una molécula extraordinariamente difícil de sintetizar; en ocasiones se llegó a pensar que sería inconquistable. Hubo muchos grupos que exploraron inicialmente la técnica conocida como semisíntesis como paso previo a la síntesis total. Consiste en comenzarla en algún punto avanzado del proceso completo: en vez de unir muchos fragmentos pequeños para producir la estructura final, comienzan con una sustancia que sea bastante parecida a la que constituye el objetivo deseado, al tiempo que barata y abundante. Bastan pequeñas modificaciones de esta molécula para que pueda sintetizarse el producto buscado en algunos pasos.

La primera semisíntesis del taxol se realizó a principios de los años ochenta por uno de los autores (Potier) en el Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Francia, junto con Andrew E. Greene y sus colaboradores de la Universidad Joseph Fourier de Grenoble. Se observó que el taxol podía separarse en dos partes: el centro complejo de la molécula, conocido como núcleo de taxano, y una estructura más sencilla enlazada con él. Mientras buscaban en el tejo europeo (*T. baccata*) sustancias emparentadas y semejantes al taxol, Potier y los integrantes de su grupo se dieron cuenta de que el núcleo de taxano podía aislarse de las agujas de esta planta, tras de lo cual diseñaron una vía bastante directa para unirle la cadena lateral. Como obtenían el núcleo de taxano de las agujas, que el árbol volvía a regenerar después de arrancadas el procedimiento ofrecía un camino muy esperanzador para superar la escasez del taxol.

Pronto se vio que había que contar con esta posibilidad, pues en 1993 Bristol-Myers Squibb anunció que abandonaba la recolección del tejo del Pacífico. La compañía había adoptado un proceso para la producción comercial del taxol que habían desarrollado por separado Iwao Ojima, de la Universidad del Estado de Nueva York en Stony Brook, y Robert A. Holton, de la Universidad del Estado de Florida. Ambos investigadores emplearon también una semisíntesis, aunque su cadena lateral y el método que usaban para unirla al núcleo diferían de la versión francesa.

## El comienzo desde cero

Mientras que Potier, Greene y otros investigadores centraban sus esfuerzos en la producción de taxol por semisíntesis, muchos otros, entre los que se encontraban los dos autores restantes, Nicolaou y Guy del Instituto de Investigaciones Scripps, continuaban intentando conseguir una síntesis total. Si se pudiese construir el taxol con piezas simples, se podría modificar su estructura en cualquier posición y conseguir así una variedad de derivados, o taxoides, que podrían resultar más económicos y más potentes que el mismo taxol. La síntesis total del taxol fue dada a conocer casi simultáneamente por dos grupos de investigadores a comienzos de 1994. El nuestro fue el primero en publicar sus resultados en la revista *Nature*, el grupo de Holton los dio a conocer luego en el *Journal of the American Chemical Society*.

La síntesis del taxol debe tener en cuenta la simetría o quiralidad tan propia de los productos naturales. Las estructuras que tienen esta propiedad guardan una relación especular entre sí, como les sucede a nuestras manos; cada una de ellas se denomina un enantiómero. Es corriente que solo uno de los enantiómeros produzca efectos determinados sobre el organismo humano, lo que ayuda a comprender que se piense que sólo una de las formas del taxol servirá como anticancerígeno. El enantiómero adecuado podrá localizarse muy pronto si se comienza con productos químicos de la configuración apropiada y se mantiene esta orientación en cada paso de la síntesis. Este enfoque restringe la elección del material de partida y limita la versatilidad de la síntesis. Para evitar estas restricciones y conservar la opción de construir ambos enantiómeros, nuestro grupo empleó la técnica conocida como resolución, que permite distinguirlos. Esto nos permitía trabajar con una mezcla de enantiómeros y seleccionar la configuración relevante cerca ya del final de la síntesis.



Para afinar todavía más la eficiencia de nuestro método ensamblábamos el taxol usando lo que se llama síntesis convergente, que comienza con varias piezas pequeñas que se unen para obtener el producto deseado. La síntesis lineal, por el contrario, efectúa modificaciones sucesivas de un único producto inicial. Es bastante fácil alterar la estructura final de una síntesis convergente, si se introducen piezas diferentes en cualquier fase del proceso, mientras que la elección de estas piezas es mucho más restringida en una síntesis lineal. Esto nos permitía hacer pequeños cambios sistemáticos en el núcleo central del taxol o en su cadena lateral.

La realización de estos cambios en la estructura de un producto químico para evaluar la influencia que puedan tener en sus propiedades farmacológicas es cosa de rutina. Supongamos, por ejemplo, que tenemos un fármaco hipotético al que la sustitución de un grupo hidroxilo por un átomo de hidrógeno lo convierte en otro mucho menos activo. Se podría colegir que el grupo hidroxilo está directamente implicado en la interacción del compuesto con el organismo. Con toda esta información pueden construirse nuevas moléculas en las que se alteren o eliminen los segmentos ineficaces, los contraproducentes y los que causen efectos secundarios adversos, mejorando así el fármaco.

Un ejemplo de ello es la síntesis realizada por Potier y sus colaboradores del primer taxoide importante, al que dieron el nombre de Taxótero. La estructura del Taxótero difiere de la del taxol en dos lugares, pero afortunadamente también actúa contra el crecimiento de los tumores. Médicos del Japón y de Europa prescriben habitualmente el Taxótero como tratamiento de los cánceres de mama y de ovario; a finales de 1995 la FDA aprobó su uso en los casos de cáncer de mama con metástasis o resistentes a fármacos. El Taxótero y el taxol parecen presentar diferencias sutiles en sus posibilidades de tratamiento de ciertos tipos de cáncer. El uso amplio de ambos fármacos en las pruebas clínicas ayudará a definir las ventajas que pueda tener uno sobre otro.

Nicolaou, Guy y sus colaboradores han sintetizado dos clases importantes de derivados del taxol que podrían algún día dar lugar a productos farmacéuticos funcionales. Se ha simplificado la estructura del taxol y han sintetizado un taxoide que es algo más fácil de producir que él, y que en las pruebas preliminares se ha demostrado eficaz frente a ciertos tipos de células cancerosas. Han desarrollado además una clase de taxoides que difiere ligeramente en la región que parece ser la que se une a los microtúbulos. Los científicos siguen intentando mejorar la potencia del taxol haciendo modificaciones en este sitio, tratando de aumentar su afinidad de enlace con los microtúbulos, lo que aumentaría su capacidad de inhibir la división celular.

## La mejora del taxol

También hemos intentado resolver uno de los mayores inconvenientes farmacológicos del taxol: su insolubilidad en agua, que dificulta extraordinariamente su administración a los pacientes. Los médicos recurren habitualmente a su administración por vía intravenosa durante varias horas: el medio líquido que se utiliza en este proceso, el Cremophor El, ha dado lugar a complicaciones en algunos pacientes. Un compuesto hidrosoluble hubiera sido mucho más fácil de manejar. Un nuevo taxoide desarrollado en Seripps es soluble en el agua y posiblemente pueda administrarse con menos efectos secundarios.

Otros taxoides hidrosolubles sintetizados en el laboratorio nos permiten examinar con un mayor detalle cómo se une el taxol a los microtúbulos. Al ser el taxol tan insoluble en agua, se ha analizado su estructura cristalina. Por desgracia la forma sólida de una molécula no siempre refleja de manera exacta cuál sea la disposición de la molécula en un entorno acuoso como el interior de la célula. Si observamos cómo se unen a los microtúbulos los taxoides disueltos, podremos vislumbrar qué segmentos de su molécula son los que tienen más posibilidades de interactuar con las células. Está claro que si queremos manipular la estructura del taxol para mejorar su efectividad, necesitamos saber donde y cómo se producen esos enlaces, lo que permitiría aumentar su capacidad para unirse a los microtúbulos y para destruir células, evitando a toda costa que su potencia disminuya.



Es evidente que la historia del taxol no está completa. Pocas veces se oyen gritos de “eureka” en el descubrimiento de nuevos fármacos: se trata más bien de un proceso que lleva años de investigación de detalles para determinar cómo actúa y cómo puede mejorarse su eficacia. En el caso del taxol se han logrado éxitos importantes no sólo a la hora de conseguir grandes cantidades de una sustancia originalmente escasa, sino también la de encontrarle nuevas aplicaciones en la terapia del cáncer. El reto con el que ahora nos enfrentamos es el de ir modificando su estructura hasta convertirlo en una medicina mucho más eficaz y económica.

Esta lectura es una transcripción del artículo “Los taxoides, nuevas armas contra el cáncer” de K:C: Nicolau, Rodney K Guy y Pierre Potier, publicado en Investigación y Ciencia de Septiembre de 1996.



## Estrategia 19: La química en tu vida

---

### Introducción

Los campos de aplicación de la química van más allá de lo que los estudiantes se pueden imaginar. Aprender química no significa hacerlos memorizar fórmulas o reacciones que por sí mismas no les dicen nada. Es más significativo que adquieran un panorama de los procesos químicos que ocurren en la naturaleza y en aquellos que el hombre ha ideado para satisfacer sus necesidades y mejorar su forma de vida.

La propuesta es que los alumnos adquieran una visión general de cómo la química ha modificado nuestro mundo y forma de vida y cómo ha desarrollado procesos para transformar materiales en productos útiles. Al mismo tiempo, es importante que se den cuenta que ellos también participan del uso y el abuso inadecuado de los productos químicos y que esto ha ocasionado problemas de salud, del medio ambiente y agotamiento de los recursos naturales.

La temática para esta parte final de la unidad 3 puede ser variada. Sin embargo, la idea es retomar algunos conocimientos del tema de medicamentos y alimentos, para después analizar algunos otros temas de interés de los alumnos o sugerencias que realice el profesor.

### Obejtivos

El alumno:

1. Explicará la importancia del conocimiento químico en el desarrollo de los medicamentos.
2. Analizará algunas aplicaciones de la Química en la vida del hombre y el impacto que ha tenido a nivel social.
3. Integrará los conocimientos de química que posee en el estudio de algunas s aplicaciones de la química.

### Habilidades cognitivas

Se promoverá que el alumno:

1. Explique cómo la química ha contribuido en el combate a las enfermedades. Analice y sintetice la importancia que han tenido las aplicaciones de la química en la vida cotidiana.
2. Explique el impacto que ha tenido el buen y mal uso de las aplicaciones de la química y el papel que el estudiante ha tenido en esta problemática.

### Habilidades procedimentales

Se promoverá que el alumno:

1. Incremente sus habilidades en la comprensión de artículos de índole científico. Expresa en forma oral y escrita las investigaciones realizadas acerca de las aplicaciones de la química utilizando diferentes técnicas como resumen, reseña, mapas conceptuales, diagramas, dibujos y guías de lectura, entre otros.





## Habilidades actitudinales

Se promoverá en el alumno:

1. La importancia que tiene ejercer un mayor respeto y responsabilidad hacia el uso o abuso que se hace de la ciencia química.
2. La importancia que tiene el desarrollo de diversos valores en él mismo (honestidad, compromiso, respeto, belleza, justicia) para una mejor comprensión de lo que significa realizar un uso adecuado de la ciencia.

## Desarrollo

### PREGUNTA GENERADORA

*¿Cómo ha contribuido la química a combatir las enfermedades?*

---

### ACTIVIDAD 1

#### TRABAJO EN EQUIPO DE LECTURA E INVESTIGACIÓN

Integrar cinco o seis equipos de trabajo. A cada uno se le distribuirá una lectura que puede ser igual o diferente. En este caso, se sugieren dos lecturas extraídas de revistas científicas y otras fuentes. Sin embargo, el profesor puede proponer las que considere convenientes (en el paquete didáctico para Química II elaborado por las autoras de esta guía se presentan otras lecturas que pueden ser útiles). Otra alternativa es que los alumnos traigan a clase algún artículo referido a los medicamentos empleados en el tratamiento de alguna enfermedad.

Los objetivos del programa que se propone cubrir esta actividad son 17, 18, 19, 20 y complementar el 7 y el 10.

Las lecturas que se sugieren son “El Mundo de los medicamentos” (anexo 8) que incluye una guía de lectura y “La farmacia más grande del mundo” (anexo 9). Para esta lectura se puede aplicar alguna de las técnicas de trabajo de las lecturas que se sugieren en la actividad No. 2

### ACTIVIDAD 2

La evaluación de los objetivos para esta estrategia se centrará en el trabajo que se realice con las lecturas, lo cual dependerá de la forma en que el profesor elija abordarlas. Se hacen sugerencias útiles para valorar algunas de las habilidades cognitivas que se pretende que desarrollen en los alumnos al realizar una lectura:

*El contenido:* si rescata algunas ideas importantes, si es claro o no al plantear sus ideas, si hace copias textuales de las lecturas o emplea sus propias palabras, si realiza o no algunas reflexiones u opiniones. En el caso de las guías de lectura, si contesta directamente las preguntas o le da muchas vueltas, si responde lo que se le pregunta o tiende a evadirla y se va por otro lado.



*Metodología de trabajo:* se refiere a la forma en cómo organiza el contenido de la lectura, por ejemplo, si inventa su propio orden o se ciñe al orden de la lectura, si identifica la problemática principal que se plantea y las formas de solución.

*Material y técnicas utilizadas:* si emplea la técnica de exposición es importante considerar si su material fue adecuado en cuanto a claridad, forma de presentar el contenido (mapas conceptuales, diagramas, dibujos y otros), si utiliza en forma adecuada el material, si sus técnicas son las más apropiadas.

*Se sugiere al profesor que en un cuadro organice los aspectos a evaluar y los presente al grupo para que tanto los alumnos, por equipo, como él puedan dar su evaluación.*

## ANEXO 8

### El mundo de los medicamentos

Yadira Palacios Rodríguez

Obtener un medicamento requiere de la participación de especialistas de distintas disciplinas como la Química, la Biología, la Medicina, las Matemáticas y la Toxicología; todos ellos encaminados al logro de un solo objetivo, obtener un producto seguro, y efectivo.

Los seres humanos contamos con mecanismos que nos protegen de los agentes patógenos (es decir, de aquellos que dañan el organismo). Estos comprenden desde la piel, el vello, las lágrimas, la saliva, las pestañas y el sistema complejo de células hasta las moléculas que componen nuestro sistema inmune. No obstante a veces el agente agresor persiste, y nos enfermamos; requerimos entonces de la ayuda de un medicamento. Siempre me ha asombrado la “inteligencia” de las medicinas, ¿cómo es posible que sepan exactamente qué nos duele y que camino deben seguir para llegar a ese sitio?

#### Para entender

Antes de entrar al mundo de los medicamentos, es necesario hablar de algunos conceptos relacionados con las medicinas que a menudo usamos, aunque no siempre de la manera más correcta. Así por ejemplo, un fármaco es una sustancia natural o sintética que se identifica por sus propiedades físicas, químicas o acciones biológicas y reúne las condiciones para ser empleada como medicamento o ingrediente de un medicamento.

*Un medicamento* es una sustancia o mezcla de sustancias de origen natural o sintético con efecto terapéutico: preventivo, de rehabilitación o diagnóstico. Se presenta en una forma farmacéutica y se identifica por su actividad farmacológica y sus características físicas, químicas y biológicas.

La *forma farmacéutica* es la mezcla de uno o más fármacos con o sin aditivos, que presentan características para su adecuada dosificación, conservación y administración. Es el producto, es decir, lo que encontramos en las farmacias: tabletas, cápsulas, grageas, suspensiones, emulsiones, aerosoles, inyectables, pomadas, supositorios, óvulos, etc. El fármaco en las formas farmacéuticas también se denomina *principio activo*.

#### Los protagonistas

Si has escuchado que “lo que importa es el limón en la paleta, como el principio activo en el medicamento”. Debes saber que el principio activo es aquella sustancia responsable del efecto curativo pues, dadas sus características físicas y químicas, es capaz de dañar al agente agresor, por ejemplo un microorganismo. Sin embargo al igual que en la paleta, los medicamentos requieren de otros ingredientes para su buen funcionamiento.

Imagínate una paleta de limón sin azúcar, incolora o peor aún, que se deshaga porque no tuvo un buen proceso de congelación. Lo mismo sucede con los medicamentos, se deben incorporar otros componentes denominados excipientes, sin los cuales el principio activo no tendría la misma eficacia. Existen varios tipos de excipientes; entre los principales están los llamados aglutinantes, que permiten que las

partículas estén juntas y en el momento de la fabricación éstas fluyan al mismo tiempo y den por resultado un producto homogéneo; lubricantes, que se agregan para que en la fabricación se reduzca la fricción entre partículas y se facilite la fluidez; diluyentes, que dan volumen, lo que permite dosificar en forma adecuada el principio activo; desintegrantes, que se agregan para que una pastilla, por ejemplo, no se deshaga antes de llegar al tracto digestivo; colorantes, que mejoran el aspecto y permiten al usuario identificar fácilmente el medicamento y, por último los saborizantes, responsables de conferirles un sabor agradable. Por consiguiente, de la misma forma que en la paleta, en los medicamentos no solo importa el principio activo, sino el conjunto de ingredientes y el propio proceso de fabricación.

## El empaque

Los envases y cajas deben asegurar la conservación del medicamento. Todas las cajas y frascos que contienen medicamentos están provistos de una sección que dice *Fórmula*, donde se presentan uno o varios nombres “raros” que corresponden al o a los principios activos, y a una frase que aparece en todos los casos: excipiente c.b.p. (las siglas significan cuanto baste para). De tal manera que, por ejemplo, las tabletas de aspirina de Bayer de 500mg se presenta así:

Formula: Cada tableta contiene:

Acido acetilsalicílico....500mg

Excipiente c.b.p. ...una tableta

En este caso, el ácido acetilsalicílico es el principio activo, la tableta debe contener 500mg de éste. En un análisis previo de formulación se determina cuáles son los excipientes adecuados para ese principio activo y esa forma farmacéutica (la tableta pesa alrededor de 600mg; por lo tanto 100mg corresponden a los excipientes que se indican con las siglas c.b.p una tableta). Recuerda que los excipientes no son un relleno, tienen funciones importantes para ayudar al principio activo.

Otros elementos importantes que se deben indicar son el lote y la fecha de caducidad. El primero se refiere a la cantidad de un fármaco o medicamento que se produce en un ciclo de fabricación y cuya característica esencial es su homogeneidad. Cuando se han detectado problemas en un medicamento, una vez que ha sido distribuido y sacado a la venta, es fácil rastrearlo siguiendo su número de lote y así retirarlo del mercado. La fecha de caducidad determina el periodo de vida útil del medicamento, es decir, la duración de sus propiedades terapéuticas. Por eso, si se ingiere un medicamento que ha caducado, pueden suceder tres cosas: que disminuya su actividad farmacológica y, por consiguiente, el efecto terapéutico; que se formen sustancias tóxicas que al ingerirlas causen daño o que el principio activo simplemente pierda toda su actividad y, por lo tanto, administrarlo no sirva de mucho.

## La ruta del medicamento

Un medicamento puede entrar por diversas vías al organismo. Estas “puertas” se denominan vías de administración y pueden ser oral, parenteral (o inyectable que corresponde a las vías intramuscular, intravenosa e intradérmica, tópica (en la piel), rectal, vaginal, ótica (por el oído) u oftálmica (por los ojos). Una vez que el medicamento entra al cuerpo inicia su proceso de desintegración para que se pueda liberar el principio activo. Posteriormente, sigue la etapa de disolución, en la que el principio activo, debe disolverse para estar disponible y, de esta manera, pasar al torrente sanguíneo llegando así, a todas partes del organismo —y no solo a las que duelen—. Una vez en la sangre, viene la fase de absorción, es decir, el principio activo ingresa a los tejidos y órganos para poder actuar. Usualmente el paso de la disolución es el más lento, sin embargo, es uno de los más importantes ya que sólo el fármaco disuelto puede ser absorbido.



Según sus propiedades fisicoquímicas, el medicamento atacará específicamente al microorganismo o molécula que nos está causando daño; algunos lo hacen atacando la membrana o la pared celular, otros dañan a los componentes intracelulares como organelos o núcleo.

El sistema inmune es el que finalmente se encarga de eliminar al patógeno. Una vez que el medicamento ha dejado a este último débil o dañado, entran en acción los macrófagos, células, que se encuentran en todo nuestro cuerpo, que en colaboración con los linfocitos T y B de nuestro sistema inmune logran la eliminación del microorganismo.

Cabe señalar que no siempre es la molécula original del fármaco la que actúa; en ocasiones ésta es modificada en su estructura química como consecuencia del camino que sigue y esta nueva molécula, denominada metabolito, es la que posee la actividad farmacológica. Otras veces los metabolitos llegan a ser responsables de los efectos colaterales o secundarios en el paciente.

Los restos del fármaco que no fueron utilizados o los metabolitos que se generaron deben salir y esto ocurre en la etapa de eliminación que puede ser sobre todo por vía renal, es decir en la orina, o bien por la saliva, el sudor o la leche materna.

### Paciencia, paciencia

En el mecanismo de acción del medicamento hay una serie de factores que pueden interferir, bloqueando así su efectividad; por ello se deben respetar las indicaciones señaladas tanto por el médico como por el fabricante. En primer lugar hay que cumplir con el horario indicado, no se debe adelantar ni atrasar puesto que no todos los medicamentos tardan el mismo tiempo en actuar. Al adelantar el horario, puede ocurrir que el organismo no alcance a absorber todo el medicamento y, en el peor de los casos, se puede presentar una sobredosis. Si se retrasa el horario se pierde continuidad en el proceso del tratamiento o se puede generar resistencia en los microorganismos, es decir, que ese medicamento ya no los afecte y se requieran dosis más altas o principios activos más fuertes. Las dosis también deben ser respetadas, no cura más si tomas más o hace menos daños si tomas menos.

La dosificación es un punto clave para asegurar una respuesta favorable del organismo durante el tratamiento y sobre todo para garantizar la salud del paciente. La cantidad de principio activo en cada forma farmacéutica se determina con una serie de estudios durante el proceso de formulación; incluso el número de tabletas, los mililitros de jarabe o el volumen de una gota en una solución oftálmica se establecen en función del tratamiento al que están destinados. La asignación de la dosis se realiza considerando la edad, el sexo, el peso, la dieta y en algunos casos, el clima en el que vive el paciente. En otras ocasiones cuando se trata de fármacos muy potentes, es necesario individualizar la dosis, considerando factores genéticos y raciales. El área responsable de estos análisis es la *biofarmacia*, disciplina que estudia la interacción entre el fármaco, la forma farmacéutica y el organismo.

### No todo es bueno

Desafortunadamente, con los medicamentos no solo se obtienen resultados benéficos, también existen efectos colaterales o secundarios que dañan al paciente. Éstos incluyen desde la alergia al fármaco o a alguno de sus componentes, hasta daño al hígado, al riñón y alteraciones en el sistema nervioso. Hay medicamentos que no deben administrarse en mujeres embarazadas porque dañan al feto, o en niños y ancianos porque son muy fuertes; otros están contraindicados en padecimientos previos, o problemas de presión arterial, de allí la importancia de la historia clínica. Además pueden existir interacciones entre fármacos, por lo tanto también se deben mencionar qué medicamentos hemos o estamos tomando para evitar algún problema de incompatibilidad entre los principios activos.

Por otra parte, los alimentos que ingerimos también intervienen, sobre todo en el proceso de absorción del medicamento. Por ello algunos medicamentos se deben tomar antes de la comida, si no se retrasa su absorción y con ello su efecto; otros se deben ingerir con alimentos debido a que son muy agresivos para el estómago; en estos casos la absorción no se ve afectada por el alimento.

Éstos son algunos de los aspectos generales de los medicamentos, ojalá que cuando vuelvas a ingerir alguno de ellos te detengas a leer los datos que se presentan; identifiques qué laboratorio lo produce; revise la fecha de caducidad, la formulación, la vía de administración, las indicaciones, las advertencias, la forma y temperatura de conservación: en qué casos está contraindicado y lo más importante, que sigas al pie de la letra las indicaciones de tu médico.

## MEDICAMENTOS GENÉRICOS INTERCAMBIABLES

El programa de Medicamentos Genéricos Intercambiables (GI) depende de la Secretaría de Salud (SSA) y sectores de la industria farmacéutica. Inicio en noviembre de 1998; actualmente participan 65 laboratorios farmacéuticos y se tienen registrados 155 principios activos que constituyen 766 opciones de venta. La SSA elabora el *Catálogo de Medicamentos Genéricos Intercambiables* que integra la lista de principios activos a la venta y puede consultarse en las farmacias que los ofrecen.

Los medicamentos genéricos son formas farmacéuticas que, por haber expirado la patente que le daba exclusividad a un laboratorio para su comercialización, pueden ser fabricadas por otros laboratorios; contienen la misma sustancia activa que el medicamento original y se ha comprobado que tienen la misma acción terapéutica. Se venden en las farmacias con el nombre del principio activo que invariablemente corresponde a la denominación genérica del producto y se identifican con el logotipo GI. Son más baratos porque los gastos de investigación y promoción comercial disminuyen, aunque todos los GI deben ser sometidos por los fabricantes a las pruebas que la SSA y el Consejo de Salubridad General han determinado. Éstas deben demostrar su intercambiabilidad, es decir, asegurar que sus efectos y propiedades como disolución, bioequivalencia, biodisponibilidad, nivel de absorción y permanencia en el organismo sean iguales al medicamento original.

Dos medicamentos son considerados bioequivalentes si contienen los mismos principios activos, son idénticos en concentración, dosis, vía de administración, biodisponibilidad y efectos biológicos, hasta el punto de poder ser intercambiados sin modificación significativa de sus efectos terapéuticos adversos. La biodisponibilidad es la cantidad y velocidad con que el principio activo pasa a la circulación sanguínea.

Es importante señalar que sólo se debe comprar un medicamento GI cuando la receta del médico indica el nombre genérico —que debe estar en el listado del *Catálogo de Medicamentos Genéricos Intercambiables*— y no una marca comercial. Si la receta indica una marca comercial, se debe respetar su prescripción. Es posible confundir a los GI con otros medicamentos que han tenido mucha propaganda: son los que se promueven como semejantes o similares. Los GI han pasado muchas pruebas que son efectuadas en laboratorios de universidades; el medicamento similar, en cambio, no sigue necesariamente este proceso; por ello, es importante que posea el logotipo GI.

Es claro el beneficio que representa para el consumidor un programa de esta naturaleza, sin embargo, el problema en México es que los resultados de intercambiabilidad de medicamentos no se han publicado. Cabe señalar, además, que en nuestro país los responsables de atender farmacias muchas veces son personas que cuentan con escasa preparación farmacéutica.



*Medicamentos lejos del alcohol.* En nuestro organismo, el alcohol ejerce una amplia gama de efectos, entre ellos, incremento de las contracciones musculares, aumento del flujo sanguíneo y, en consecuencia, de la temperatura corporal; mayores secreciones del jugo gástrico y salivares. El alcohol es un depresor del sistema nervioso central y este efecto puede incrementarse si se administra junto con sedantes, anticonvulsivos, antidepresivos o analgésicos. En otros casos, puede interferir con la acción terapéutica de fármacos que actúan directamente sobre el metabolismo, ya que ambos compiten por los mismos sistemas enzimáticos. Entre otros efectos colaterales inusuales se han reportado casos de complicaciones con metronidazol, cefalosporinas y agentes orales hipoglucémicos.

*Los antibióticos.* Son sustancias químicas producidas por varias especies de microorganismos (bacterias, Hongos) que inhiben el crecimiento de otros y pueden eventualmente llegar a destruirlos. Es importante señalar que en el caso específico de los antibióticos, es fundamental concluir el tratamiento indicado por el médico ya que su interrupción puede ocasionar el reforzamiento de la enfermedad. Incluso se puede experimentar una mejoría, mientras el microorganismo se encuentra en un periodo de latencia, siendo capaz de regenerarse (puede desarrollar mecanismos que evadan al antibiótico y generar resistencia), si se interrumpe o atrasa su ingestión; entonces la enfermedad será más agresiva y requerirá de antibióticos más potentes.

*El riesgo de la automedicación.* La enfermedad es el resultado de la interacción de distintos procesos no es un hecho aislado. El médico debe hacer un diagnóstico en función de los signos y síntomas que presenta el paciente y a veces debe echar mano de resultados que arrojan las pruebas de laboratorio, con base en ello elegirá el medicamento que resulte más adecuado.

Es por ello que no se recomienda la automedicación ya que se corre el riesgo de generar complicaciones como consecuencia de los efectos colaterales que se presentan. Muchas veces el tratamiento completo es tardado pero la persona enferma debe asumirlo con responsabilidad y paciencia de ahí el vocablo paciente.

Nota: Esta lectura es una transcripción del artículo “El mundo de los medicamentos” escrito por Yadira Palacios Rodríguez y fue publicado en ¿Cómo ves?, revista de divulgación científica de la UNAM, en marzo del 2000.

## Guía para trabajar lectura

Realiza la lectura que se indica y da respuesta al siguiente cuestionario

1. ¿Cómo se define un medicamento a partir del artículo?
2. ¿Qué entendiste de lo que es un fármaco?
3. ¿A qué se refieren en el artículo cuando definen la forma farmacéutica?
4. ¿Qué nos explica acerca de lo que es un principio activo de un medicamento?
5. Explica con tus palabras lo que es un excipiente, tomando como referencia lo visto en clase.
6. ¿Cuáles son los problemas que se producen cuando un medicamento ha caducado?
7. ¿Cuáles son las vías de administración de los medicamentos?
8. Sigue la descripción del artículo y con ese referente elabora un diagrama, esquema y/o dibujo que explique cómo actúa un medicamento dentro del cuerpo humano.
9. Con tus propias palabras, explica cómo actúa el medicamento en el microorganismo que causa la enfermedad.
10. ¿Cuáles son los efectos colaterales o secundarios que pueden dañar al paciente al hacer uso de los medicamentos?
11. Escribe cinco ideas acerca de lo que el artículo nos dice de los medicamentos genéricos intercambiables.
12. Escribe tres ideas que te hayan quedado muy claras del artículo y que las puedes tomar en cuenta para tu vida.
13. Escribe tus conclusiones acerca de cómo podrías cooperar en el buen uso de los medicamentos, es decir, cuál sería tu compromiso.





## ANEXO 9

### Lectura para alumnos

#### LA FARMACIA MÁS GRANDE DEL MUNDO

*Mirar al pasado para encontrar los fármacos del futuro. Los científicos y la industria farmacéutica están estudiando las plantas medicinales utilizadas desde hace siglos por los indígenas. Al mismo tiempo, es necesario tutelar los derechos de los nativos y proteger esas preciosas especies de una comercialización salvaje.*

Antonio Bianchi

Subbash K. Saigal, un celoso funcionario gubernamental de Calcuta se quedó perplejo cuando sus superiores decidieron realizar un estudio de las plantas medicinales utilizadas por los onge, una pequeña tribu aborigen de las islas Andamán que durante los últimos milenios apenas ha cambiado su estilo de vida. Más perplejo todavía debió quedarse cuando Debaprasad Chattopadhyay, el joven botánico enviado a las islas por el Gobierno, volvió a Calcuta contando extrañas historias sobre una planta utilizada por los indígenas para curar la malaria. Estaba decidido a no revelar a nadie la forma de identificarla, a no ser en presencia de un contrato oficial que reconociese al pueblo de los onge un beneficio económico por las posibles ganancias, que el estudio químico y farmacológico, y la consiguiente distribución de dicha planta pudiese producir. Es obvio que el negocio le interesaría a cualquier multinacional, pues la malaria mata a dos millones de personas al año en África, Asia y Latinoamérica.

Convencido de que todo lo que financia el Gobierno debe pertenecer al Estado (y, por lo tanto, también las posibles patentes derivadas del estudio realizado entre los onge), Saigal inició una guerra privada contra el joven defensor de los indígenas, prohibiéndole visitar la reserva de las islas Andamán. Nunca imaginó que al cabo de unos meses, su nombre se convertiría en sinónimo de *biopiratería*, y el de Chattopadhyay, en emblema de una nueva generación de investigadores, decididos a todo por defender los derechos de los últimos pueblos nativos de las selvas tropicales.

Esta historia está destinada a repetirse. De un lado, unos cuantos heroicos científicos que, tras haber vivido con los últimos pueblos nativos todavía aislados en lo más profundo de las selvas tropicales, dedican su vida a defender los derechos de estas gentes; por el otro, centenares de técnicos, perfectamente equipados, que se mueven con desenvoltura en los ambientes selváticos más dispares, coleccionando cualquier planta o forma viva que pueda esconder un interés económico.

En la última década, el enorme desarrollo de los sistemas de análisis de la industria farmacéutica y los nuevos métodos de elaboración por ordenador han vuelto a poner sobre el tapete la importancia de las sustancias de origen natural como fuente de nuevos fármacos o remedios para muchas enfermedades. Con una diferencia respecto a décadas pasadas. Mientras antes se buscaba aislar nuevas sustancias de las plantas medicinales, hoy se buscan estructuras *prototipo*, sobre las que después trabajan los químicos para crear derivados total o parcialmente sintéticos. Naturalmente, todos cubiertos por sus respectivas patentes. “Los científicos pueden crear cualquier molécula que se propongan, pero la naturaleza es infinitamente más ingeniosa y capaz de ofrecer estructuras químicas mucho más complejas que las que el hombre pueda imaginar”, declaró un investigador de la multinacional Glaxo en un reciente congreso.



La naturaleza sigue siendo, pues, una fuente insustituible y preciosa para la moderna investigación farmacológica. Un reciente documento del *National Cancer Institute* norteamericano subraya que el 60% de los agentes antitumorales y de los antivíricos que hoy se comercializan o se encuentran en los últimos estadios de su estudio clínico son de origen natural. De un árbol de la selva de Malasia, el *Calophyllum lanigerum*, se ha extraído un compuesto activo contra el virus responsable del sida. En junio de 1997, se firmó un acuerdo entre una empresa norteamericana de biotecnología, la *MediChem Research*, y el Gobierno malayo para la extracción de este principio activo y el cultivo a escala industrial de este árbol.

La importancia de una fuente sostenible de materias primas es fundamental en este tipo de investigaciones. Baste pensar que para conseguir una simple dosis de un compuesto obtenido del *Taxus hervi-folia* (activo contra el carcinoma de los ovarios, el cáncer de pecho y el tumor pulmonar en las pequeñas células, resistentes a la quimioterapia), había que cortar tres árboles, y para conseguir un kilo, había que destruir cerca de 3,000 árboles. En estas condiciones, era impensable afrontar cualquier programa terapéutico ni realizar una seria investigación clínica sobre la eficacia de este compuesto. Este problema se ha solucionado por un proceso de semisíntesis, gracias al cual se obtiene dicha sustancia de la 10-deacilobacatina, presente en las hojas aciculares del *Taxus baccala* europeo.

Sin embargo, no siempre es factible una solución de este tipo y muchos productos prometedores han sido abandonados por la desaparición de las plantas medicinales de las que se derivan. Un ejemplo lo ofrece el *Gingko biloba*, una planta originaria de Asia. De sus hoja se obtiene un extracto útil para curar las insuficiencias cerebrales de los ancianos y para los trastornos de la memoria y de la circulación. En Alemania, los productos con este preparado facturan hoy 2,000 millones al año y son el primer remedio en caso de trastornos neurovasculares de carácter leve y medio en el anciano. Este árbol es el último representante de una familia prehistórica ya extinguida, y probablemente también estuvo destinado a desaparecer de la faz de la Tierra entre el 2,000 y el 3,000 antes de Cristo. Fue Lao Tse, el fundador del taoísmo chino, quien ordenó a sus monjes que cultivasen esta planta en los jardines de los templos, evitando así la extinción de la especie y preservando este don de la naturaleza hasta nuestros días. Se trata del primer caso de gestión sostenible de una planta medicinal y es el ejemplo más clamoroso de cómo la desaparición de la especies vivas nos priva de preciados beneficios todavía no descubiertos por los científicos.

Pese a todo, las tradiciones médicas de la antigua China han sabido transmitir hasta nuestros días un conjunto de informaciones médicas, farmacológicas y ecológicas sobre un número impresionante de plantas. En Estados Unidos se están realizando estudios clínicos sobre la huperzina, una sustancia derivada de la *Huperzia serrala*, musgo chino empleado tradicionalmente contra los trastornos de la memoria. Esta sustancia parece detener el avance del Alzheimer de una forma más eficaz y con menores efectos colaterales que los fármacos sintéticos habituales. De la *Shizandra chinensis*, una planta utilizada desde la antigüedad para tratar las intoxicaciones hepáticas, se ha aislado la gomosina "A", una sustancia con una fuerte acción protectora del hígado, de la cual la empresa japonesa *Tsu mura* obtuvo un fármaco útil para las formas crónicas de la hepatitis vírica.

Tales descubrimientos revelan la importancia de las informaciones acumuladas hasta hoy por las medicinas tradicionales, Norman Farsnsworth de la Universidad de Chicago, mantiene que el 75% de las sustancias naturales utilizadas por la medicina moderna tiene su correspondiente utilización en la medicina tradicional de algunos pueblos. Una reciente investigación clínica inglesa ha demostrado la utilidad de la administración por vía nasal de un extracto de un pimiento rojo (*Capsicum annum*) contra la cefalalgia. A tal descubrimiento se llegó consultando informes de principios de siglo sobre su uso por parte de algunas tribus indias de la Guayana.

Para valorar los conocimientos de las poblaciones indígenas y permitir extraer de ellas los oportunos beneficios, en Estados Unidos han nacido empresas que trabajan exclusivamente con plantas derivadas de la farmacopea local. Observando cómo se curan las heridas los indios del Amazonas, una de estas



empresas, la *Shaman Pharmaceuticals*, ha patentado un extracto de *Croton lechlerii*, (Sangre de dragón), que posee una marcada propiedad cicatrizadora y antivírica (el dragón, para los indígenas, representa el espíritu de la selva). El preparado es útil para las úlceras gástricas y las infecciones de herpes. También funciona como profiláctico de la diarrea vírica de los viajeros. La *Shaman Pharmaceuticals*, además de reconocer los derechos económicos de los nativos sobre los posibles beneficios, trabaja con diversos grupos indígenas en programas de desarrollo que salvaguarden el ambiente natural del que extraen sus remedios. Esta nueva estrategia la están poniendo en marcha incluso multinacionales como la *Merck and Co.* que, junto al Instituto de Biodiversidad de Costa Rica, ha lanzado un proyecto de investigación: a cambio de especies vivas para analizar, crearán infraestructuras de investigación y áreas protegidas.

Quizás asistamos a un cambio radical en la aproximación de la industria farmacéutica hacia los compuestos naturales procedentes de los países tropicales. De esta nueva colaboración entre los pueblos indígenas y los científicos podremos extraer todos enormes ventajas en un breve plazo de tiempo. Y el joven botánico hindú Chattopadhyay, considerado por muchos como un soñador, podría convertirse en el símbolo de una nueva forma de hacer ciencia.

## La clínica del Chamán

*Elijio Panti*, curandero guatemalteco de la etnia maya que se trasladó a la aldea de San Antonio de Belice y que murió allí en 1996, a los 103 años, ha sido la mejor publicidad para su clínica de medicina tradicional maya. A pesar de ser analfabeto, conocía tanto las plantas de la selva pluvial y sus propiedades terapéuticas que colaboró en investigaciones de Instituciones científicas de todo el mundo, como el National Cancer Institute de Estados Unidos.

## Viejos remedios para nuevas enfermedades

El interés científico por los principios activos vegetales es un redescubrimiento. La medicina ha buscado siempre en la naturaleza preciados aliados, y hoy estas sustancias se revelan más útiles que nunca.

Un día, en la selva que hoy pertenece a Perú, una tempestad derribó un árbol, que cayó a una poza estancada. Con el paso del tiempo, el agua destruyó su corteza y absorbió sus constituyentes: taninos, glucosas, azúcares y alcaloides. Dicen que un indígena que pasaba por allí y que estaba siendo devorado por las fiebres de la malaria bebió en aquella poza. Y, al instante, el milagro: las fiebres desaparecieron y se encontró un remedio para una enfermedad que cuenta con víctimas tan ilustres como Alejandro Magno.

No sabemos si sucedió así ni cómo aquel indígena de la selva amazónica consiguió establecer una conexión entre su curación y aquel tronco sumergido en la poza de agua. Lo que sí es seguro es que, gracias a la corteza de aquel árbol, en 1638, los jesuitas curaron de las fiebres de la malaria a la mujer del virrey del Perú, la condesa de Chinchón (de la que se derivó el nombre científico de dicho árbol: *Cinchona officinalis*), comenzando así el comercio de la quinina. Aún hoy de las plantaciones de este árbol se extraen, en Indonesia, Guatemala y Congo, los alcaloides que sirven de base para la síntesis de fármacos contra la malaria y las arritmias cardíacas.

En la Amazonia brasileña, los indios tupi guaraní obtenían de las hojas de un pequeño arbusto un té útil para provocar salivación y sudoración. A finales del siglo pasado, se hizo evidente que el principio activo contenido en estas hojas, denominado pilocarpina por el nombre de la planta (*Pilocarpus jaborandi*), era un gran estimulante del sistema nervioso parasimpático. Hoy, es uno de los fármacos más utilizados en la curación del glaucoma.



De algunos venenos utilizados por los indígenas de la selva colombiana y peruana se aisló, en los años 50, la tubocuranina, una sustancia que, paralizando y relajando la musculatura, permitió el nacimiento de la moderna cirugía.

De la *vincapervinca* roja (*Cantaranthus roseus*) de Madagascar se obtuvieron dos alcaloides, la vinblastina y la vincristina, usados en la terapia de la leucemia infantil. De una planta china, la *Artemisia annua*, se ha aislado una sustancia, la artemisina, que actúa contra las malariares resistentes a la cloroquina (un fármaco utilizado contra este mal).

De la India procede una sustancia útil para la hipertensión, la reserpina, aislada de la *Rauwolfia serpentina*, planta utilizada en aquellas latitudes contra los trastornos nerviosos, y de la *Mucuna proserens* se extrae la l-dopa, precursora de la dopamina, que ha revolucionado el tratamiento del Parkinson.

### Tesoros en vías de extinción

La deforestación y la recolección salvaje podrían hacer desaparecer para siempre plantas únicas por sus principios activos.

El éxito de la medicina natural pone en peligro sus fundamentos. Y es que los principales activos utilizados se derivan en gran parte de especies naturales, amenazadas de extinción por su salvaje recolección. Europa importó, entre 1992 y 1996, una media de 120,000 kilos anuales de materias primas en forma de plantas aromáticas y medicinales. El 60% de estas importaciones procede de Asia, África y Latinoamérica. Pero los peligros para las plantas medicinales son iguales en todo el mundo; técnicas de recolección dañinas, pérdida y alteración del hábitat y empobrecimiento genético.

La situación se agrava porque su comercio está incontrolado. La recolección es efectuada por campesinos y pastores, a menudo mujeres y niños, sin acordar con las autoridades o empresas la cantidad que debe recogerse. En Madagascar, por ejemplo, puede desaparecer la *Prunus africana*, cuyo principio activo es usado para curar las enfermedades de la próstata. En Europa, al menos 150 especies están en peligro. Una de ellas es el ranúnculo amarillo, útil en los trastornos cardíacos, que ya se extinguió en Holanda y que puede correr la misma suerte en Alemania, Checoslovaquia, Suecia y Suiza.

Otras especies en peligro son el aloe (útil para las alergias y los trastornos del sistema inmunitario), la genciana (digestiva), la uva ursina (utilizada contra las infecciones de las vías urinarias), el líquen islandico (calmante de la tos) y el árnica de la montaña (cicatrizadora, anti-reumática y útil en caso de picaduras de insectos). Lo mismo le pasa a diversas variedades de orquídeas selváticas que están en peligro por la enorme utilización de sus bulbos en cosméticos y en la cocina, por ejemplo, para preparar el té turco.

Nota: Este artículo es una transcripción de: "La farmacia más grande del mundo", escrito por Antonio Bianchi, publicado en revista Naturaleza, asociada a International of Periodical Press (FIPP), número 15, julio 1999.

## Bibliografía

- Álvarez R. Ubaldina. et. al. (1998). *Manual de actividades experimentales para el alumno*. México: UNAM- CCH.
- Braverman, J. B. (1998). *Introducción a la bioquímica de los alimentos*. España: Omega.
- Brown, T., Le May, Jr., E. & Bursten, B. (1993). *Química. La ciencia central*. México: Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Brow Theodore, L. (1998) *Química. La Ciencia Central*. México: Ed. Prentice Hall.
- Castro Acuña, C. M. & Martínez Vázquez, A. M. (1998). *Química*. México: Ed. Santillana.
- De La Cruz Rodriguez y Lazarín Meyer, E. (2002). *Química orgánica vivencial*. México: Ed. McGraw Hill.
- Devore, G. & Muñoz, M. (1998). *Química orgánica*. México: Ed. Publicaciones Cultural.
- Dickson, R. T. (1980). *Química un enfoque ecológico*. México: Edit. Limusa,
- FAO/SEP- Trillas (1990). *Suelos y fertilización*. Manuales para educación agropecuaria. Área: Suelos y agua. México.
- Fitzpatrick, E.A. (1996). *Introducción a la ciencia de los suelos*. México: Editorial Trillas.
- Galindo, T. A. et. al. (1995). *Física y Química*. España: McGraw-Hill.
- Gómez Coronel M., Lira Vázquez, G. y otros. (1998). *Química II. Suelos, alimentos y medicamentos*. México: UNAM CCH
- Gilman, Alfred Goodman. (2001). *Las bases farmacológicas de la terapéutica*. México: Ed. Mc Graw Hill.
- Hill, J. W; Kolb, D. K. (1999). *Química para el nuevo milenio*. México: Ed. Prentice Hall.
- Hogg J., et. al. (1996). *Química un enfoque moderno*. México: Reverte
- Holum. (1992). *Fundamentos de Química General, Orgánica y Bioquímica para Ciencias de la Salud*. México: Ed. Limusa.

Madras, S., Straton, J., Gravel, J. & Hall, G. (1980). *Química. Curso preuniversitario*. México: Mc Graw Hill.

Navarro F., et al. (2004). *Enseñanza experimental en microescala en el bachillerato*. Química II. México: Ed. UNAM.

Nuffield Foundation. (1970). "Química", *Curso moderno, fases I y II: Curso modelo*. España: Ed. Reverte S.A.

Ocampo, G. et. al. (2001). *Fundamentos de Química 1*. México: Publicaciones Cultural.

Ocampo, G., Fabila Gutiérrez, F., Monsalvo Vázquez, J. & Ramírez Regalado, V. (1999). *Fundamentos de Química 4*. México: Ed. Publicaciones Cultural.

Parry, R., (1974) *Química. Manual de laboratorio*. México: Ed. Reverte S.A.

Phillips, J. et. al. (2000) *Química, conceptos y aplicaciones*. México: McGraw-Hill.

Pinelo, B. L. & Rojano, R. (1997). *Guía del profesor de Química II*. México: UNAM CCH

Porta Casanellas, J. et al. (1999). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. México: Edit. Mundi-Prensa.

Rakoff, H. et. al. (1990). *Química orgánica fundamental*. México: Limusa.

Rojano, R., et. al. (1998). *Alimentos, conceptos básicos de química y biología*. México: UNAM CCH.

Tamhane, R. V. & D.P. Motiramani. (1978). "Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales". México: Editorial Diana.

Trease, G. E. (1976). *Farmacognosia*. México: Ed. Continental

Yuste Pérez, M. P. (2001). *Biblioteca de la agricultura*. España: Edit. Idea Books

QuimCom: *Química en la comunidad*. (1998). México: Addison Wesley.

## REVISTAS

Bianchi, A. (1999). La farmacia más grande del mundo. *Revista Naturaleza*, asociada a la *Federation Internacional of Periodical Press (FIPP)*, 15.

Burgos, E. (2004). *¿Cómo ves?*, Año 6, No. 64.

Palacios Rodríguez, Y. (2000). El mundo de los medicamentos. *¿Cómo ves?* Año 2 número 16, 16 - 19.

Sánchez G. (1999). La aspirina cumple 100 años. Un invento redondo. *Newton*, 11, 36 - 40.

Sanjurjo M. (1996). La aspirina, legado de la medicina tradicional. *Educación Química*, Vol 7, núm. 1, 254 - 256.

## DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

[www.amc.unam.mx/Coordinaciones\\_seccion/quimica.html](http://www.amc.unam.mx/Coordinaciones_seccion/quimica.html)

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

### Publicaciones periódicas:

Bonfil Olivera, M. (2003). 50 años de la doble hélice. La molécula más bella del mundo. *¿Cómo ves?* 53, 10-16.

Trápaga Martínez, R. (2004). Energéticos fósiles. *Ciencia*. 1, 41-54.

Montellano, M. (2004). Los dinosaurios no estaban solos. *Ciencia*. 24-30.

Gío-Argáez, R. & Melgarejo Damián, M. P. (2004). Y cambiando seguirán... *Ciencia*. 31-40

Raya Pérez, J. C. (2001). La historia de la vida en la Tierra. *Ciencia y Desarrollo*. 159. 72-79

### Libros:

Alcántara Barbosa, M. C. (1994). *Química de hoy*. México: McGraw Hill.

Audesirk, T. et al. (2003). *Biología. La vida en la Tierra*. México: Prentice Hall.

Bernstein, R. & Bernstein, S. (1998). *Biología*. México: McGraw-Hill.



Burton, D. J. & Routh, J. L. (1994). *Química orgánica y bioquímica*. México: McGraw Hill.

Curtis, H., et al. (2000). *Biología*. España: Editorial Médica Panamericana Lazcano-Araujo, A. (1985). *El origen de la vida. Evolución química y evolución biológica*. México: Trillas.

Lembrino Pérez, I. L. (2006). *Química II*. México: Thomson.

Mader, S. S. (2003). *Biología*. México: McGraw-Hill.

Redmore, F. (1981). *Fundamentos de química*. México: Prentice Hall.

Rojas, O. L. (2005). *Geografía*. México: Thomson.

Seese, W. S. & Daub, G. W. (1989). *Química*. México: Prentice Hall

Starr, C & Taggart, R. (2004). *Biología 1. La unidad y la diversidad de la vida*. 10ª edición. México: Thomson.

Starr, C & Taggart, R. (2004). *Biología 2. La unidad y la diversidad de la vida*. 10ª edición. México: Thomson.

Zárraga Sarmiento, J. C. et al. (2003). *Química*. México: McGraw-Hill

Zumdahl, S. (1994). *Fundamentos de química*. México: McGraw-Hill

Zunino, M. (2003). *Biogeografía. La dimensión espacial de la evolución*. México: Fondo de Cultura Económica.

#### Documentos electrónicos:

González, M., J. M. (--) *Curso de Biomoléculas*. Recuperado el 8 de febrero de 2006, de <http://www.ehu.es/biomoleculas/welcome.htm>

Terry, T. (1997). *Curso de Biología. Biomoléculas*. Recuperado el 8 de febrero de 2006, de <http://www.maph49.galeon.com/entrada.html>

Tolson, G. (--) *Teoría de la tectónica de placas*. Recuperado el 8 de febrero de 2006, de <http://geologia.egeo/cu.unam.mx/academia/temas/tectonica.htm>

*Guía para el profesor de Química II en el CCH*  
se terminó de imprimir en enero de 2007  
en Lito Roda SA de CV, Escondida núm. 2,  
col. Volcanes, Tlalpan DF, CP 14640.

El tiraje de esta impresión consta de 200 ejemplares,  
interiores impresos en papel bond y  
forros en cartulina couché.



★ 0 - 2 0 3 2 0 0 ★

