



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA  
DE LA QUÍMICA EN EL COLEGIO DE BACHILLERES**

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**Q U Í M I C O**

P R E S E N T A

**FELIPE DE JESÚS MÉNDEZ BRITO**



MÉXICO, D.F.

2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Jurado asignado:**

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

1er. SUPLENTE

2°. SUPLENTE

**Prof. Miguel García Guerrero**

**Prof. Aníbal Bascuñan Blaset**

**Prof. Gustavo Garduño Sánchez**

**Prof. Pilar Montagut Bosque**

**Prof. Jesús González Pérez**

SITIO EN DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:  
**COLEGIO DE BACHILLERES, MÉXICO, D.F.**

ASESOR DEL TEMA: **Dr. Aníbal Bascuñan Blaset**

SUSTENTANTE: **Felipe de Jesús Méndez Brito**

## DEDICATORIA

A mis padres:

Que creyeron en mí y por el amor y el cariño que me brindaron.

A mis hermanos:

Que me han acompañado durante el viaje de mi educación y por su apoyo recibido.

A mi esposa María Luisa.

Por su amor y comprensión.

A mis hijas Melissa y Erandi:

Por todo el cariño que me han dado y las alegrías que me han hecho pasar.

## AGRADECIMIENTOS

Al doctor Aníbal Bascuñan Blaset por su apoyo y comprensión en la elaboración de este trabajo, y por su infinita paciencia, sabiduría y humanismo.

A la doctora Eloisa Rodríguez Iglesias por su valiosa labor profesional.

A mis compañeros del Colegio de Bachilleres con los cuales he compartido mis experiencias e inquietudes por la docencia.

Al profesor Andrés Espriella Godínez por sus valiosas observaciones a este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por todo lo que me ha brindado en sus aulas y recintos de sabiduría.

## INDICE

Capítulo 1	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<hr/>	
Capítulo 2	
<b>EL OBJETIVO</b>	<b>6</b>
<hr/>	
Capítulo 3	
<b>EL MARCO TEÓRICO</b>	<b>8</b>
<hr/>	
3.1 La concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje escolar	
3.2 El aprendizaje	
3.2.1 La psicología evolutiva de Jean Piaget	
3.2.2 El aprendizaje significativo de Ausubel	
3.2.3 La teoría socio-histórica de Vigotsky	
3.2.4 Los conocimientos previos	
3.2.5 Las estrategias de aprendizaje	
3.3 La enseñanza	
3.3.1 La práctica docente	
3.3.2 La intervención pedagógica	
3.3.3 Las estrategias de enseñanza	
3.3.4 Los materiales didácticos	
3.3.5 La evaluación del aprendizaje	
3.4 El contenido	
3.4.1 Los contenidos declarativos, procedimentales y actitudinales	
3.4.2 El tema ácido-base	
Capítulo 4	
<b>LA UNIDAD DIDÁCTICA</b>	<b>37</b>
<hr/>	
4.1 La planeación de la unidad didáctica	
4.2 Los materiales para el profesor	
4.3 Los materiales para el alumno	
Capítulo 5	
<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b>	<b>101</b>
<hr/>	
Capítulo 6	
<b>ANEXO</b>	<b>108</b>
<hr/>	
Capítulo 7	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>119</b>
<hr/>	

## **1. INTRODUCCIÓN**

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de la Química en el Colegio de Bachilleres. La propuesta describe: el marco teórico, es decir, la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje escolar, la unidad didáctica para el tema ácido-base del programa de Química III del Colegio de Bachilleres, y los resultados y conclusiones obtenidos después de la aplicación de la unidad didáctica.

*El marco teórico. La concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje escolar.* Este enfoque permite explicar y comprender la naturaleza, funciones y características de la educación escolar. El constructivismo afirma que el conocimiento y el aprendizaje son el resultado de la actividad mental constructivista que los sujetos despliegan cuando leen, interpretan y transforman la realidad. Para desarrollar la propuesta didáctica, que aquí se presenta, resulta relevante conocer la concepción constructivista del aprendizaje, la enseñanza y los contenidos.

El enfoque constructivista define *el aprendizaje* como un proceso dinámico en el cual interactúa un sujeto y un contenido y da como resultado un nuevo repertorio de respuestas o estrategias que permite al sujeto comprender y resolver eficazmente situaciones futuras. Las características del sujeto que interactúa en este proceso son: la capacidad intelectual, el nivel de motivación, los modos de percibir y estructurar la información, la personalidad y el condicionamiento sociocultural.

*La enseñanza* desde la perspectiva constructivista se sustenta en el concepto de ayuda pedagógica que consiste esencialmente en crear las condiciones adecuadas para que se produzca la dinámica interna de los esquemas de conocimiento que el alumno posee y orientarla en la dirección que indican las intenciones educativas. Desde esta perspectiva, el profesor resulta ser un agente mediador entre el contenido y los alumnos que facilita la modificación de los esquemas del estudiante, mientras que, el proceso metodológico de la enseñanza se expresa en el conjunto de operaciones que realiza el profesor cuando organiza los factores y actividades que intervienen en el proceso de enseñanza y

aprendizaje de un determinado contenido curricular. Es a través de la *práctica docente* como se concreta la enseñanza. Esta práctica está determinada por factores de distinta naturaleza: los sociales, que dan cuenta del sentido y la función que tiene la educación para una sociedad determinada; los epistemológicos, que definen la función del saber, de los conocimientos, de las disciplinas y de las materias; los psicológicos, que explican el desarrollo y el aprendizaje de los alumnos, y los didácticos, que organizan el cómo enseñar. Lo anterior, caracteriza a la práctica docente como un conjunto de actividades secuenciadas de enseñanza y aprendizaje encadenadas y articuladas en una unidad didáctica. Esta práctica tiene en cuenta: la organización social de la clase, los espacios asignados por la institución, el tiempo para realizar las actividades, los materiales didácticos, los programas de estudio, y el sentido y la función de la evaluación en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

*El contenido* desde esta perspectiva son los saberes y las formas culturales que los alumnos deben aprender, es decir, es la información sobre la cual operan y están representados por la realidad o sus distintos sustitutos. Los contenidos incluyen la información y las formas de operar cognitivamente con ella, así como las habilidades derivadas de las distintas disciplinas establecidas curricularmente.

*La unidad didáctica* es el conjunto estructurado de metas, conceptos, actividades, técnicas, metodologías y recursos que están presentes durante el desarrollo de la práctica docente. Cada uno de estos elementos juega un papel que le da a la unidad didáctica la flexibilidad que exige el contexto de la clase. En ese sentido: los objetivos de aprendizaje cumplen la función de explicitar y precisar los aprendizajes y definir el nivel de amplitud y profundidad con que habrá de abordarse los contenidos; la metodología de organizar los elementos y actividades del proceso de enseñanza y aprendizaje y de utilizar los recursos materiales que la institución proporciona; la evaluación de determinar si el alumno ha alcanzado los aprendizajes propuestos por la institución, y el tiempo de definir la duración de las actividades de enseñanza y aprendizaje de acuerdo con la carga horaria asignada para cada uno de los temas. El plan de clase juega el papel articulador de todos los elementos que intervienen en el desarrollo de la clase y es el instrumento de trabajo del profesor.



La propuesta metodológica de la enseñanza de la Química, considera la intención general de la materia de Química del Colegio de Bachilleres que pretende “proporcionar al estudiante una cultura Química básica, a partir del conocimiento de las propiedades, estructura y comportamiento de la materia, para que sea capaz de interpretar la naturaleza, aplicar los conocimientos adquiridos a situaciones concretas de su entorno ecológico y social, así como acceder a conocimientos más complejos o especializados” y hace énfasis en considerar el aprendizaje de la Química como un elemento más de la cultura básica que todo estudiante debe tener al concluir el ciclo del bachillerato.

Así mismo, esta propuesta retoma el enfoque disciplinario de la materia, es decir, considera la Química como una sola, no reconoce la división de la Química en orgánica e inorgánica, parte de lo directamente observable o macroscópico, a lo no observable, o microscópico, describe los fenómenos químicos y los explica con base en los principios básicos, relaciona los conceptos con su contexto histórico y con la vida cotidiana del estudiante, realiza actividades experimentales, tanto en el laboratorio como en casa para no sólo sustentar los conceptos, sino desarrollar y construir nuevos conceptos.

Por último, la selección del tema con el cual se ejemplifica la propuesta didáctica, se llevó a cabo considerando, entre otros aspectos, que el desarrollo de éste permite mostrar de manera explícita algunos aspectos del enfoque de los programas de Química, en particular la transición del pensamiento concreto al abstracto y la relación entre el lenguaje cotidiano y el científico. Asimismo, que con este tema es posible ejemplificar las principales características de la Química, es decir, su método: el análisis y la síntesis Química, su cuantificación y su lenguaje.

*Los resultados y conclusiones* obtenidos de la aplicación de la unidad didáctica comprueban que los aspectos didácticos, disciplinarios y psicopedagógicos están estrechamente relacionados y se manifiestan en el aprendizaje y el aprovechamiento de los alumnos. También, es posible afirmar que estos aspectos orientan la planeación de la unidad didáctica y repercuten directamente en la práctica docente.

## **2. EL OBJETIVO**

El objetivo del presente trabajo es presentar una propuesta didáctica para la enseñanza de la Química en el Colegio de Bachilleres que considere los objetivos generales de la Institución y de la enseñanza de la Química, el enfoque de los programas de asignatura, el enfoque constructivista de la enseñanza y el aprendizaje escolar a través de una unidad didáctica para un tema del programa de Química III.

En sentido amplio los lineamientos que orientan la propuesta son:

a) Los objetivos generales del Colegio de Bachilleres, expresados en el artículo 2o. de su Estatuto general (Colegio de Bachilleres, 1998):

- I. Desarrollar la capacidad intelectual del alumno mediante la obtención y aplicación de conocimientos.
- II. Conceder la misma importancia a la enseñanza que al aprendizaje.
- III. Crear en el alumno una conciencia crítica que le permita adoptar una actitud responsable ante la sociedad.
- IV. Proporcionar al alumno capacitación y adiestramiento en una técnica o especialidad.

b) Objetivos generales de la química en el Colegio de Bachilleres

- I. Proporcionar al estudiante una cultura química básica, a partir del conocimiento de las propiedades, estructura y comportamiento de la materia, para que sea capaz de interpretar la naturaleza, aplicar los conocimientos adquiridos a situaciones concretas de su entorno ecológico y social, así como acceder a conocimientos más complejos o especializados

c) El enfoque disciplinario de los programas de asignatura (Colegio de Bachilleres, 1992).

- I. "...se plantea un contenido secuencialmente estructurado, aborda temas que el estudiante es capaz de asimilar de acuerdo con el nivel de desarrollo por el que atraviesa y que retoma, en la medida de lo posible, el desarrollo histórico de la

Química, partiendo de las primeras explicaciones que se dieron a los fenómenos y mostrando cómo éstas fueron evolucionando”

II. “...conducir las explicaciones desde lo directamente observable hasta el terreno de comportamientos que no pueden observarse de manera directa”

III. “...no se considera la división tradicional entre la Química orgánica e inorgánica,...esa visión no se adopta por considerar que uno y otro tipo de compuesto, uno y otro supuestos modelos de enlace, uno y otro conjunto de propiedades obedecen al mismo fenómeno electrónico”

d) El enfoque constructivista de la enseñanza y el aprendizaje.

I. “...el recurso a los principios constructivistas con el fin de comprender y explicar mejor los procesos educativos, y sobre todo con la finalidad de fundamentar y justificar propuestas curriculares, pedagógicas y didácticas de carácter general o relativas a contenidos escolares específicos” (Coll, 1997)

### **3. EL MARCO TEÓRICO**

#### INTRODUCCIÓN

La propuesta que aquí se desarrolla tiene como marco teórico la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje. Esta concepción toma como punto de partida las diferentes corrientes de pensamiento que han contribuido a explicar el fenómeno educativo. Estas corrientes han logrado construir puentes de comunicación con los cuales ha sido posible encontrar puntos de coincidencia entre enfoques distintos como la psicología cognitiva, el procesamiento humano de la información, la teoría genética de J. Piaget, el aprendizaje significativo de Ausubel y su teoría de la asimilación, la teoría socio-histórica de Vigotsky. En este trabajo se hace mención de algunas de estas teorías y conceptos que articulan dicha concepción.

#### 3.1 LA CONCEPCIÓN CONSTRUCTIVISTA DE LA ENSEÑANZA Y DEL APRENDIZAJE ESCOLAR

El enfoque constructivista permite explicar y comprender la naturaleza, funciones y características de la educación escolar. Para el constructivismo el conocimiento y el aprendizaje son el resultado de la actividad constructivista que los sujetos despliegan cuando leen e interpretan la realidad. En ese sentido, para el constructivismo el conocimiento es el resultado de la acción del sujeto sobre la realidad y está determinado por las propiedades del sujeto y de la realidad. La concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje escolar se caracteriza por tener en cuenta (Coll, 1991; 1997; 2001):

- Un enfoque constructivista del funcionamiento psicológico.
- Una orientación netamente educativa.
- Una perspectiva estructural de las relaciones entre el conocimiento psicológico y la teoría y la práctica educativa.
- Una postura integradora frente a la naturaleza social y socializadora de la educación.

Por otra parte, la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje escolar tiene una estructura jerárquica que le da coherencia interna y la convierte en un instrumento particularmente apropiado para orientar la práctica educativa. Esta estructura jerárquica sitúa en:

- Primer nivel. La naturaleza y funciones de la educación escolar.
- Segundo nivel. El proceso de construcción del conocimiento en el contexto escolar.
- Tercer nivel. Los procesos de construcción del conocimiento y los mecanismos de influencia educativa.

Por lo anterior, la concepción constructivista es una poderosa herramienta que permite cuestionar y dar respuesta a la práctica educativa.

#### **Primer nivel. LA NATURALEZA Y FUNCIONES DE LA EDUCACIÓN ESCOLAR**

*La educación escolar como práctica social y socializadora.* La definición del marco y de las coordenadas en las cuales se inserta el aprendizaje escolar y los procesos de construcción del conocimiento en la escuela están determinados por la perspectiva que se tenga de la educación como práctica social y socializadora. Esta práctica tiene en cuenta las relaciones que se dan entre el desarrollo humano y el contexto social y cultural de los alumnos y el papel que juegan las escuelas como instituciones específicamente pensadas, diseñadas, construidas y organizadas para desarrollar la educación escolar. Estas relaciones perfilan al ciudadano de acuerdo con el modelo de sociedad y de persona que se desea. En los siguientes enunciados se resumen los principios de la educación escolar como práctica social y socializadora.

- Es uno de los instrumentos que utilizan los grupos humanos para promover el desarrollo y la socialización de sus miembros más jóvenes.
- Permite conservar y reproducir determinados aspectos del orden social y económico existente, mantener el control ideológico y formar a las personas de acuerdo con las necesidades del sistema de producción.
- Facilita el acceso a un conjunto de saberes y formas culturales, cuyo aprendizaje y asimilación se considera esencial para que puedan convertirse en personas adultas y desarrolladas.

- Tiene en cuenta la naturaleza intrínsecamente constructiva del psiquismo humano y se apoya en él para poder llevar a cabo la función de ayuda al desarrollo y socialización de los alumnos.

Los aspectos anteriores definen las directrices de la práctica social y socializadora de la educación, el marco y las coordenadas en las cuales se desarrolla el quehacer de los profesores, los alumnos y la institución escolar. Son en los objetivos institucionales donde se encuentra explicitado el perfil de los alumnos que se desea que egresen. Por ejemplo, en el decreto de creación del Colegio de Bachilleres se establece:

a) desarrollar la capacidad intelectual del alumno mediante la obtención y aplicación de conocimientos.

b) Crear en el alumno una conciencia crítica ante la sociedad que le permita adoptar una actitud responsable.

Estos propósitos institucionales son los que orientan el quehacer de la institución y permiten lograr el perfil deseado en los alumnos.

**Segundo nivel.** EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL CONTEXTO ESCOLAR.

*El triángulo interactivo: el alumno, el profesor y el contenido.* La educación escolar consiste en diseñar, planificar y llevar a cabo actividades con el fin de facilitar el aprendizaje de los alumnos. Estas tareas de la educación escolar involucran a los tres elementos centrales del proceso de enseñanza y aprendizaje: el alumno que aprende, el contenido objeto del aprendizaje y el profesor que ayuda al alumno a atribuirle sentido a lo que se aprende. Durante este proceso cada uno de los elementos que componen el triángulo interactivo redefinen sus roles al experimentar cambios de diferente naturaleza.

*El alumno.* La concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje escolar postula que es la actividad mental constructiva del alumno la que actúa como elemento mediador de la enseñanza y el aprendizaje. Por lo que el profesor debe favorecer la aparición y el despliegue de la actividad mental constructiva de los alumnos y orientarla y guiarla en la dirección que señalan los objetivos institucionales.

*El profesor.* La concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje considera al profesor como el agente mediador entre los alumnos y los conocimientos por aprender. El profesor tiene la función de crear situaciones y actividades que permitan promover la adquisición de determinados saberes y formas culturales por parte de los alumnos. Esta adquisición se realiza en contextos como el salón de clase, el laboratorio, etcétera, ajenos a las actividades cotidianas en las cuales se utilizan y aplican los conocimientos. Esta situación exige al profesor mayor esfuerzo para traducir los conocimientos a situaciones que permitan ser aprendidos por los alumnos.

*Los contenidos escolares.* De acuerdo con la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje los contenidos son los saberes y las formas culturales que el alumno debe aprender. Estos, expresados en el currículo en forma de materias, asignaturas o temáticas, poseen un grado considerable de elaboración y son los alumnos los que tienen que desplegar su actividad mental constructiva con el fin de aprenderlos y darles significado mientras que, los profesores deben de proponer acciones que ayuden a los alumnos a encontrar los puentes necesarios y adecuados entre los contenidos y su estructura cognitiva y puedan establecer relaciones significativas.

La concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje escolar reconoce que son los alumnos los agentes y los responsables últimos de construir los significados de los contenidos escolares que constituyen la esencia del aprendizaje escolar. Sin embargo, aunque el proceso de construcción del conocimiento es de naturaleza individual éste no es inseparable de la actividad que despliega conjuntamente tanto los profesores como los alumnos en el salón de clase durante el desarrollo de las tareas escolares.

La naturaleza y la función de la educación escolar y los actores del acto educativo forman una estructura en la cual, profesores, alumnos, aula, estrategias, contenidos, etcétera, están intrínsecamente ligados al actuar de manera independiente en la construcción del conocimiento.

**Tercer nivel.** LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LOS MECANISMOS DE INFLUENCIA EDUCATIVA

*Los principios constructivistas de la enseñanza y el aprendizaje escolar.* Estos principios ayudan a explicar y orientar cómo la enseñanza puede contribuir a que los alumnos

lleven a cabo aprendizajes con el mayor grado de significatividad. A continuación se enuncian los principios constructivistas.

- Lo que un alumno es capaz de hacer y aprender en un momento determinado depende tanto de su nivel de desarrollo cognitivo como del conjunto de conocimientos, intereses, motivaciones, actitudes y expectativas que ha construido en el transcurso de sus experiencias previas de aprendizajes, tanto escolares como no escolares.
- Hay que establecer una diferencia entre lo que el alumno es capaz de hacer y de aprender por sí solo y lo que es capaz de hacer y de aprender con la ayuda y el concurso de otras personas, observándolas, imitándolas, siguiendo sus instrucciones o colaborando con ellas.
- Para que se dé el aprendizaje significativo deben de cumplirse dos condiciones. La primera que el contenido de aprendizaje sea potencialmente significativo, desde el punto de vista tanto lógico como psicológico y la segunda, que el alumno muestre una disposición favorable para realizar aprendizajes significativos sobre el contenido en cuestión.
- El nivel de significatividad de un aprendizaje depende de la cantidad y la naturaleza de las relaciones que el alumno puede establecer entre el nuevo material de aprendizaje y sus conocimientos y experiencias previas. La atribución de sentido que un alumno puede darle a un contenido está relacionado con los componentes motivacionales, emocionales y relacionales del acto de aprendizaje.
- La funcionalidad del aprendizaje depende de la cantidad de relaciones establecidas entre el nuevo contenido de aprendizaje y los elementos de la estructura cognitiva. El proceso mediante el cual se da el aprendizaje requiere de una intensa actividad por parte del alumno, éste debe establecer relaciones sustantivas y no arbitrarias entre el nuevo conocimiento y los otros elementos disponibles en su estructura cognitiva.
- La memoria comprensiva es una parte importante del aprendizaje significativo, ésta se distingue de la memoria mecánica y repetitiva ya que no es sólo el recuerdo de lo aprendido, sino también la base para abordar nuevos aprendizajes. Aprender a aprender significa fundamentalmente ser capaz de realizar aprendizajes significativos por sí sólo en muchas situaciones y circunstancias.
- La estructura mental de los alumnos es un conjunto de esquemas de conocimientos interrelacionados, que mediante la educación escolar están en permanente revisión,



modificación y construcción. El proceso de revisión, modificación y reconstrucción de esquemas de conocimiento incluye fases de equilibrio, desequilibrio y reequilibrio.

Por último, no debe olvidarse que el alumno no es un sujeto abstracto, sino un sujeto social que con sus características: capacidad intelectual, nivel de motivación, modo de percibir y estructurar la información, personalidad y condicionamiento sociocultural, se enfrenta a una realidad con la que interacciona y estructura y a su vez se estructura a si mismo durante el proceso de construcción de su conocimiento.

*Los mecanismos de influencia educativa.* Las tres principales fuentes de influencia educativa que afectan a los alumnos en el contexto de la educación escolar son: la que tiene su origen en el profesor y se ejerce a través de las interacciones que mantiene con ellos, la que tiene su origen en los compañeros y se ejerce a través de las interacciones que mantienen los alumnos entre sí, y la que tiene su origen en la organización y funcionamiento de la institución.

Estas fuentes de influencia consisten fundamentalmente en la ayuda prestada a la actividad constructiva del alumnos, ayuda necesaria sin cuya presencia difícilmente se produciría el acercamiento deseado entre los significados que construye el alumno y los significados que representan los contenidos escolares. Esta ayuda debe ajustarse progresivamente en función de los avances o retrocesos y de atribución de sentido sobre los contenidos de aprendizaje que el alumno va adquiriendo en su proceso de aprendizaje en el cual construye su conocimiento de la realidad.

El alumno, como sujeto histórico, está inmerso en un contexto social regido por normas que le exigen responder de determinada manera, y es en la escuela donde el alumno despliega su personalidad al interactuar con el medio a través de tres áreas relacionadas entre sí, la cognitiva, la afectiva y la psicomotora.

### 3.2 EL APRENDIZAJE

El aprendizaje es un proceso dinámico en el cual interactúa un sujeto y un contenido y da como resultado un nuevo repertorio de respuestas o estrategias que permite al sujeto que aprende comprender y resolver eficazmente situaciones futuras. En toda situación de

aprendizaje siempre están implicados un *sujeto*, un *contenido*, un *modo de interacción* y un *producto final*. Las características del sujeto que interactúa en este proceso son: la capacidad intelectual, el nivel de motivación, los modos de percibir y estructurar la información, la personalidad y el condicionamiento sociocultural. El sujeto interactúa con la realidad a través de tres áreas relacionadas entre sí: la cognitiva, la afectiva y la psicomotora. El contenido resulta ser la información sobre lo cual opera el sujeto y está representado por la realidad o sus distintos sustitutos. El producto final de todo aprendizaje tiene como meta la adaptación, que expresa el nivel de aprendizaje logrado. (Campos, Furlán, Marzolla, Ortega y Remedi, 1978)

Cuando se hace referencia al aprendizaje deben tomarse en cuenta todas las vertientes de este concepto; sin embargo, es el análisis psicológico el que más se ha abocado al estudio del aprendizaje y del crecimiento personal. En este contexto es posible considerar un conjunto de teorías y de explicaciones que, si bien mantienen entre sí discrepancias importantes en numerosos puntos, participan de una serie de principios comunes o, al menos, no contradictorios. Este contexto está delimitado por el enfoque cognitivo de las teorías del aprendizaje (Coll, 1991). A continuación se señalan algunas de estas teorías más representativas.

*La teoría genética de Jean Piaget.* Considera que el conocimiento es producto de la interacción del sujeto con la realidad y que dicho conocimiento no es una copia de la realidad ni está determinado por las restricciones que impone la mente del individuo. Asimismo, esta teoría considera que la construcción del conocimiento se lleva a cabo mediante los procesos de asimilación y acomodación. La asimilación es el proceso mediante el cual el individuo incorpora los objetos o conocimientos nuevos a sus estructuras previas, y la acomodación cuando el individuo transforma y reformula la información y elabora nuevas estructuras como consecuencia de la incorporación. Estos procesos dan como resultado la adaptación activa del individuo. El desarrollo cognitivo, en esta teoría, es la adquisición sucesiva de estructuras lógicas cada vez más complejas que subyacen a las distintas áreas y situaciones que el individuo es capaz de ir resolviendo.

*La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.* Establece que “la esencia del aprendizaje significativo reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial con lo que el alumno ya sabe. El material que aprende es potencialmente significativo para él”. Ausubel distingue dos dimensiones para la significatividad potencial del material de aprendizaje. *La significatividad lógica* que se refiere a la estructura interna del material, la secuencia lógica en los procesos y las consecuencias en las relaciones de sus elementos componentes. *La significatividad psicológica* que estima que los contenidos sean comprensibles desde la estructura cognitiva que posee el sujeto que aprende. Por otra parte, para que se produzca el aprendizaje significativo deben presentarse dos condiciones: la potencialidad significativa y la disposición positiva del individuo respecto del aprendizaje.

*La teoría socio-histórica o de la actividad.* Desarrollada por Vigotsky, esta teoría establece que el sujeto y el conocimiento son productos eminentemente sociales. Asimismo, que los procesos psicológicos superiores como la comunicación, el lenguaje, el razonamiento se adquieren primero en un contexto social y luego se internalizan, es decir, la apropiación de las herramientas psicológicas resulta de la apropiación de los productos de la cultura humana en el curso del contacto de los individuos en un contexto social determinado. Por último Vigotsky señala que un proceso interpersonal, lo social que forma la cultura, queda transformado en otro intrapersonal, en el interior del individuo.

### 3.2.1 LA PSICOLOGÍA EVOLUTIVA DE JEAN PIAGET

La teoría de Piaget representa una visión completa sobre el desarrollo cognitivo por la gran cantidad de aspectos que aborda, así como por la coherencia interna de la misma, de tal modo que un breve recorrido es imprescindible para cualquier profesor que pretenda conocer cómo evoluciona la mente de los alumnos. (Piaget, 1969; 1980; 1981; Carretero, 1993)

El conocimiento, de acuerdo a Piaget, no es una copia de la realidad, ni tampoco se encuentra totalmente determinado por las restricciones que imponga la mente del individuo, sino que es el producto de la interacción entre estos dos elementos. El sujeto

se encuentra en permanente interacción con la realidad, en la cual se estructura y reestructura continuamente.

Los siguientes enunciados presentan algunos aspectos de la teoría de Piaget sobre el desarrollo cognitivo, que guardan relación con la educación.

- El desarrollo cognitivo. Consiste en la adquisición sucesiva de estructuras lógicas cada vez más complejas, que subyacen a las distintas áreas y situaciones que el sujeto es capaz de ir resolviendo a medida que crece.
- El orden jerárquico de las estructuras lógicas. Las capacidades de los alumnos no son algo carente de conexión, sino que guardan estrecha relación unas con otras. Por lo que las adquisiciones de cada estadio, formalizadas mediante una determinada estructura lógica, se incorporan a la siguiente, ya que dichas estructuras poseen un orden jerárquico.
- Las capacidades y los límites del aprendizaje. La capacidad de comprensión y aprendizaje de la información nueva está determinada por el nivel de desarrollo del sujeto. Por lo que es de suponer que existen límites para el aprendizaje y estos están determinados por las capacidades de los alumnos y se expresan a medida que el sujeto avanza en su desarrollo cognitivo.
- La discrepancia de la información. El avance cognitivo sólo se puede producir si la información nueva es medianamente discrepante de la que ya posee. De tal modo que pueda producirse una diferenciación o generalización de esquemas que puedan aplicarse a la nueva situación.
- El mecanismo de adquisición de conocimientos. Lo que cambia a lo largo del desarrollo son las estructuras, no el mecanismo básico de adquisición de conocimiento. Este mecanismo básico consiste en un proceso de equilibrio, con dos componentes interrelacionados de asimilación y acomodación.

#### LOS ESTADIOS DEL DESARROLLO COGNITIVO

El concepto de estadio, medular en la teoría del desarrollo de Piaget, hace referencia a los cortes del desarrollo cognitivo. Enseguida se presentan las características más importantes de este concepto.

- Son períodos del desarrollo cognitivo cuyos límites no están definidos de manera arbitraria.

- Poseen límites de edad bastantes precisos aunque pueden presentarse variaciones.
- Las adquisiciones cognitivas dentro de cada estadio no son productos intelectuales aislados, sino guardan una estrecha relación, formando lo que suele denominarse una estructura de conjunto.
- Las estructuras de conjunto son integrativas y no se sustituyen unas a otras, cada una resulta de la precedente, incluyéndola como estructura subordinada, y prepara a la siguiente, integrándose después a ella.

Los estadios definidos por Jean Piaget para el desarrollo cognitivo son:

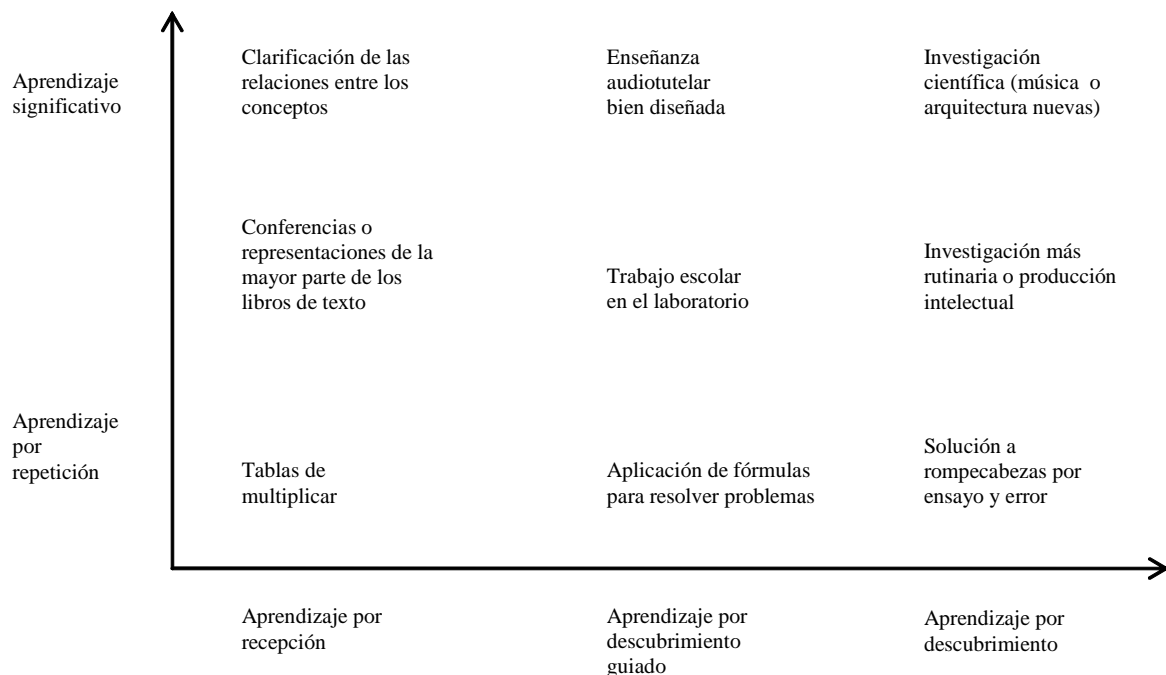
- **Estadio sensorio motor.** Este período se extiende desde el nacimiento hasta el final de los dos años de vida. En este tiempo, el niño pasa del comportamiento reflejo que supone una completa indiferenciación entre el yo y el mundo, a una organización intencionada y coherente de sus actuaciones puramente prácticas, es decir, sin actividad representativa organizada.
- **Estadio de las operaciones concretas.** Este estadio, que se extiende de los dos a los doce años, se subdivide en dos etapas.
  - a) Etapa preoperatorio intuitiva.** Este periodo se extiende de los dos a los siete años. En este estadio el niño estructura las habilidades cognitivas, reconstruye en el plano verbal todas las adquisiciones conseguidas durante el estadio sensoriomotriz. Los niños antes de los siete años no poseen la capacidad de realizar operaciones mentales. En este estadio el niño empieza a estudiar, entre otras cosas, las importantes nociones de conservación, clasificación, seriación y la de resolver problemas. Si bien hay un cierto grado de desarrollo cognitivo que se produce al margen del aprendizaje escolar, no puede decirse lo mismo de la mayoría de las nociones científicas, aunque sean básicas.
  - b) Etapa de las operaciones concretas.** Este período se extiende de los siete a los doce años. Se caracteriza por una serie de estructuras en vías de terminación. En el plano lógico las estructuras se reducen a agrupamientos como las clasificaciones, las seriaciones, las correspondencias término a término, etcétera. En el plano aritmético se consolidan los grupos aditivos y multiplicativos de los números enteros y fraccionarios.

- **Estadio de las operaciones formales.** Este periodo se extiende de los 12 a los 14 ó 15 años. Se presenta mayor poder de abstracción lo que permite comprender nociones más complejas que poseen una mayor demanda cognitiva. Los problemas se abordan planteando todas las posibilidades de interacción o combinación que pueden darse entre los diferentes elementos del problema, en vez de partir solamente de los aspectos reales. Las tareas se consideran desde la perspectiva que ofrece el pensamiento sobre lo real. El razonamiento adquiere un carácter hipotético-deductivo. El alumno es capaz de razonar sometiendo a comprobación experimental y sacar conclusiones sobre conjeturas. Utiliza estrategias de comprobación como la del control de variables. El pensamiento formal es un pensamiento proposicional. El alumno ya no razona sólo sobre hechos u objetos que tiene delante de sí, sino también sobre lo posible.

### 3.2.2 EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE AUSUBEL

Uno de los conceptos más emblemáticos del constructivismo es el de aprendizaje significativo. (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983; Ausubel, 2002; Moreira, 2000)

*Las dos dimensiones del aprendizaje.* Ausubel establece dos tipos diferentes de procesos o dimensiones del aprendizaje escolar que dan lugar a cuatro clases fundamentales de aprendizajes. La primera dimensión hace referencia a la distinción entre aprendizaje por recepción y aprendizaje por descubrimiento y la segunda entre aprendizaje mecánico o por repetición y aprendizaje significativo. El siguiente diagrama presenta estas dos dimensiones del aprendizaje escolar.



*Aprendizaje por recepción.* En este tipo de aprendizaje el contenido principal del aprendizaje simplemente se le presenta al alumno. Él únicamente necesita relacionarlo activa y significativamente con los aspectos relevantes de su estructura cognitiva y retenerlo para el recuerdo o reconocimiento posterior. El alumno, en este tipo de aprendizaje, no tiene que hacer ningún descubrimiento independiente sólo tiene que internalizar o incorporar el material. Sin embargo, el aprendizaje por recepción no significa una actitud pasiva por parte del estudiante sino que requiere de un esfuerzo cognitivo que le permita apropiarse significativamente del contenido. Por otra parte, la mayor parte del aprendizaje en el salón de clases, especialmente en los alumnos de mayor edad, es aprendizaje por recepción. La importancia del aprendizaje por recepción radica en que es el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la vasta cantidad de ideas e información representada por cualquier campo de conocimiento.

*Aprendizaje por descubrimiento.* Este tipo de aprendizaje se presenta cuando el contenido que ha de aprenderse se debe descubrir de manera independiente. Este descubrimiento o reorganización del material debe de realizarse antes de poder asimilarse dentro de la estructura cognitiva. El alumno reordena el material adaptándolo a su estructura cognitiva previa hasta descubrir las relaciones, leyes o conceptos que posteriormente se asimila.

*Aprendizaje significativo.* Este tipo de aprendizaje presenta dos características. La primera hace referencia a la tarea de aprendizaje y señala que ésta debe relacionarse de manera no arbitraria y sustantiva, es decir, no al pie de la letra, con lo que el alumno ya sabe. La segunda se refiere a la actitud favorable del alumno para la tarea, de tal modo que dote de significado propio a los contenidos que asimila. La relación sustancial y no arbitraria ocurre cuando las ideas de los alumnos se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de su estructura cognitiva, como puede ser una imagen, un símbolo, un concepto o una proposición.

Por otra parte, para que el aprendizaje significativo tenga lugar se necesita de tres condiciones. La primera, que los nuevos materiales que van a ser aprendidos deben ser potencialmente significativos, es decir, lo suficientemente sustantivos y no arbitrarios para poderse relacionar con las ideas relevantes que posea el alumnos; la segunda, la

estructura cognitiva previa del alumno, debe poseer las ideas necesarias y relevantes para que puedan ser relacionadas con los nuevos significados y la tercera, el alumno debe manifestar una disposición significativa hacia el aprendizaje, lo que plantea la exigencia de una actitud activa, de atención y motivación.

Las condiciones anteriores ponen de manifiesto la característica central de la teoría de Ausubel. Es decir, la adquisición de nueva información de manera significativa es un proceso que depende principalmente de las ideas relevantes que ya posee el alumno, y de la interacción entre la nueva información y las ideas relevantes ya existente en la estructura cognitiva del alumno. Además, el resultado de la interacción que tiene lugar entre el nuevo material que va a ser aprendido y la estructura cognitiva existente, es una asimilación entre los viejos y los nuevos significados para formar una estructura cognitiva más diferenciada.

*El aprendizaje significativo por recepción.* Este tipo de aprendizaje es de suma importancia ya que la mayoría de las nociones adquiridas por el alumno tanto dentro como fuera de la escuela no las descubre por sí mismo, sino que se le presentan, se le exponen, tanto oralmente como por escrito. El valor de este tipo de aprendizaje exige del docente que evite errores como: el uso prematuro de técnicas puramente verbales con alumnos cognitivamente inmaduros, la presentación arbitraria de hechos no relacionados y sin ninguna organización o principios explicativos, el uso de procedimientos de evaluación que únicamente miden la habilidad de los alumnos para reproducir ideas con las mismas palabras o en idéntico contexto a aquel en que fueron aprendidas. Por otra parte, el docente debe fomentar en los alumnos formas activas de aprendizaje por recepción que estimulen el esfuerzo cognitivo de los alumnos. Para ello, se debe tener en cuenta la presentación de las ideas básicas unificadoras de una disciplina antes de presentar los conceptos más periféricos, utilizar definiciones claras o precisas, explicar las similitudes y diferencias entre conceptos relacionados, y exigir a los alumnos, como criterio de comprensión adecuada, la reformulación de los nuevos conocimientos en sus propias palabras.

*El aprendizaje por repetición.* Este tipo de aprendizaje se produce cuando los contenidos son arbitrarios, como las de pares asociados, la caja de trucos, el laberinto o el



aprendizaje de series, etcétera, cuando el alumno carece de conocimientos previos para hacer que la tarea de aprendizaje sea potencialmente significativa y también si el alumno adopta una actitud simple de internalizarla de modo arbitrario y al pie de la letra (es decir, como una serie arbitraria de palabras). Cabe destacar que las tareas de aprendizaje por repetición no se efectúan en el vacío cognitivo sino que se relacionan con la estructura cognitiva de modo arbitrario y al pie de la letra, lo que no trae consigo la adquisición de ningún significado. En el aprendizaje por repetición sólo las tareas de aprendizaje relativamente cortas pueden ser internalizadas de este modo, y únicamente pueden retenerse por periodos breves a menos que sean sobreaprendidas en gran parte. La relacionabilidad arbitraria y literal con la estructura cognitiva hace a las tareas de aprendizaje por repetición muy vulnerables a la interferencia de los materiales semejantes aprendidos previamente y que se producen concurrentemente.

### 3.2.3 LA TEORÍA SOCIO-HISTÓRICA DE VIGOTSKY

Esta teoría considera que la naturaleza humana es el resultado de la interiorización, socialmente guiada, de la experiencia cultural transmitida de generación a generación, es decir, la naturaleza que caracteriza al hombre como humano es producto de su interacción con otros de su misma especie en un contexto social y cultural determinado (Vygotsky, 2005; Cubero y Luque, 2001). Por eso, para esta teoría la educación es el proceso central de la humanización y la escuela el principal laboratorio donde estudiar la dimensión cultural, específicamente humana, del desarrollo.

La metodología de la teoría socio-histórica se fundamenta en reconocer que el estudio del desarrollo de cualquier proceso psicológico permite descubrir su esencia, y sólo a través del análisis de la evolución de dicho proceso es posible entender lo que significa. Por otro lado, esta metodología entiende que el análisis debe recaer fundamentalmente en el proceso y no en el producto y debe enfocarse más en encontrar relaciones causales, reales y dinámicas que en la descripción de rasgos externos.

El desarrollo, para Vigotsky, es un proceso que da saltos revolucionarios que cambian la propia naturaleza del desarrollo. Estos saltos producen reorganizaciones que se relacionan con la aparición de nuevas formas de mediación de los procesos psicológicos. Así mismo, Vigotsky reconoce que no sólo hay un tipo de desarrollo relevante para la

explicar el funcionamiento intelectual humano, sino distintos tipos de desarrollo o dominios genéticos.

*El origen social del funcionamiento mental del individuo.* La teoría socio-histórica establece que los procesos psicológicos superiores tienen su origen en la vida social, en las interacciones que mantienen entre sí las personas cuando participan en actividades reguladas culturalmente. Por lo tanto cualquier función en el desarrollo cultural del niño aparece dos veces, primero en el plano social y después en el plano psicológico, es decir, en primer lugar aparece entre las personas como una categoría interpsicológica, y luego aparece en el niño como una categoría intrapsicológica. Según la teoría de Vigotsky es a través del proceso de interiorización como ocurre la transformación de lo social a lo individual, es decir, aspectos de la estructura de la actividad que se ha realizado en el plano externo pasan a ejecutarse en el plano interno.

*La intervención pedagógica en el contexto de la Zona de desarrollo próximo (ZDP).* Este concepto definido como la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz, permite definir el papel del maestro como el agente que propicia las condiciones de aprendizaje al tender puentes cognitivos desde el nivel de comprensión y destreza del alumno hacia otros niveles más complejos. Asimismo, la ZDP considera que el docente debe traspasar gradualmente el control de la actividad hasta que sea el propio alumno capaz de controlar por si mismo la ejecución. En este mismo contexto, el profesor al actuar sobre la ZDP asume roles que sirven de guía y soporte para los estudiantes utilizando diferentes medios culturales, currículo, lenguaje.

Con todo lo anterior la meta educativa será que el aprendiz se apropie de los recursos de la cultura, a través de su participación con otros más expertos en actividades conjuntas también definidas por la cultura.

#### 3.2.4 CONOCIMIENTOS PREVIOS

La importancia de los conocimientos previos radica en el papel que tienen en la asimilación de nuevos conocimientos. Esta asimilación no ocurre en el vacío cognitivo

sino todo lo contrario, ésta se apoya en la estructura cognitiva del alumno, por lo que resulta fundamental la mayor o menor pertinencia de los conocimientos previos para que el aprendizaje del nuevo material sea significativo (Pozo, 1991).

A las ideas de los alumnos sobre los hechos científicos se le ha llamado: preconceptos, concepciones erróneas, concepciones espontáneas, etcétera, que se engloban en *concepciones alternativas* de los alumnos sobre los fenómenos científicos.

Las principales características de las concepciones alternativas son:

- Construcciones personales de los alumnos, es decir, elaboradas de modo más o menos espontáneo en sus interacciones con el mundo.
- Incoherentes desde el punto de vista científico, sin embargo no lo son necesariamente desde el punto de vista del alumno.
- Bastantes estables y resistentes al cambio, por lo que muchas veces persisten a pesar de muchos años de instrucción científica.
- Compartidas por personas de muy diversas características (edad, país de procedencia, formación, etcétera) existiendo en general unas pocas tipologías en los que puede clasificarse la mayor parte de las concepciones alternativas en un área dada.
- Tienen carácter implícito frente a los conceptos explícitos de la ciencia.

Cabe recordar que el proceso educativo es una actividad conjunta e ininterrumpida del maestro y del alumno en la que se desarrolla, fundamentalmente por parte de este último, una apropiación progresiva del objeto de estudio. La actividad del alumno avanza desde una interpretación difusa de una tarea cognitiva hasta la percepción, comprensión y consolidación de un contenido nuevo; desde la asimilación del conocimiento hasta la actitud y los hábitos; desde los hábitos hasta la teoría asimilada y su aplicación práctica. Durante ese recorrido el alumno va derribando obstáculos conceptuales de tal modo que de una concepción difusa arriba a una más completa en donde el objeto de estudio se revela más.

### 3.2.5 ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

Las estrategias de aprendizaje son procesos de toma de decisiones (conscientes e intencionadas) en los cuales el alumno elige y recupera, de manera coordinada, los

conocimientos que necesita para cumplir una determinada demanda u objetivo, dependiendo de las características de la situación educativa en que se produce la acción. Asimismo, las estrategias de aprendizaje se pueden considerar como secuencias integradas de procedimientos y actividades con el propósito de facilitar la adquisición, almacenamiento y/o utilización de la información. Por otra parte, es el profesor quien tiene el deber de fomentar el uso de estrategias de aprendizaje al mismo tiempo que trabaja con los contenidos. La selección de cualquier tipo de estrategia debe considerar la naturaleza cualitativa y cuantitativa de los materiales a trabajar, los conocimientos previos de los alumnos, las condiciones de aprendizaje, tiempo, ganas, etcétera (Monereo, 1994).

Las estrategias pueden clasificarse en función del tipo de habilidades que se quiera alcanzar. Enseguida se enlistan algunos grupos de habilidad y sus correspondientes procedimientos.

Habilidad	Procedimientos
Observación de fenómenos	Registro de datos, autoinformes, entrevistas, cuestionarios.
Comparación y análisis de datos	Tablas comparativas, toma de apuntes, subrayado, prelectura o consulta de documentación.
Ordenación de hechos	Elaboración de índices, inventarios, colecciones y catálogos, distribución de horarios u ordenación topográfica
Clasificación y síntesis de datos	Glosarios, resúmenes, esquemas o cuadros sinópticos.
Representación de fenómenos	Diagramas, mapas de conceptos, planos y maquetas, dibujos, historietas, periódicos murales, uso de gestos y mímica
Retención de datos	Repetición, asociación de palabras e imágenes (mnemotécnicas)
Recuperación de datos	Referencias cruzadas, uso de categorías o técnicas de repaso y actualización.
Interpretación e inferencia de fenómenos	Parafraseo, argumentación, explicación mediante metáforas o analogías, planificación y anticipación de consecuencias, formulación de hipótesis, utilización de inferencias deductivas e inductivas.
Transferencia de habilidades	Autointerrogación o generalización.
Demostración y valoración de los aprendizajes	Presentación de trabajos e informes, elaboración de juicios y dictámenes o confección de pruebas y exámenes.

Otra manera de clasificar las estrategias de aprendizaje depende del tipo de aprendizaje que se quiera alcanzar, es decir, si éste es superficial o profundo. Las estrategias para un aprendizaje superficial o por asociación sólo conducen al alumno a adquirir una copia o

reproducción más o menos elaborada del contenido mientras que las estrategias profundas o por reestructuración conducen al alumno a reorganizar sus conocimientos a partir de confrontar la realidad con sus propios conocimientos (Pozo, 1990; 1991)

El siguiente esquema muestra esta manera de clasificar las estrategias de aprendizaje.

Tipo de aprendizaje	Estrategia de aprendizaje	Finalidad u objetivo	Técnica o habilidad
Por asociación	Repaso	Repaso simple	Repaso
		Apoyo a repaso	Subraya
	Destacar		
Copiar			
Por reestructuración	Elaboración	Simple(significado externo)	Palabra clave
			Imagen
		Rimas y abreviaturas	
	Organización	Complejas(significado interno)	Códigos
			Formar analogías
		Leer textos	
		Clasificar	Formar categorías
Jerarquizar	Formar redes de conceptos		
	Identificar estructuras		
	Hacer mapas conceptuales		

### 3.3 LA ENSEÑANZA

Cuando se hace referencia a la enseñanza realmente se está refiriendo a la metodología de la enseñanza. El problema metodológico es el problema de organizar los elementos y actividades del proceso de enseñanza y aprendizaje de tal modo que se posibilite la transformación de las estructuras objetivas de la ciencia en estructuras subjetivas del alumno (Campos, Furlán, Marzolla, Ortega y Remedi, 1978).

El proceso metodológico que regula el desarrollo de la enseñanza hace referencia al conjunto de operaciones que realiza el profesor para organizar factores y actividades que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de un determinado contenido curricular. Es decir, abarca el conjunto de actividades que despliega el maestro, antes,

durante y después del momento de la clase, con el fin de facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

El método de enseñanza se explicita en el trabajo que el profesor realiza en interacción con sus compañeros y con los alumnos. Éste método debe garantizar el aprendizaje sustancial que deben lograr los alumnos. Los elementos que contribuyen a la explicitación del planteamiento metodológico son:

- La estructuración del contenido como estructura metodológica. La reorganización de las estructuras conceptuales de las disciplinas a enseñar se debe realizar en función de los principios del aprendizaje cognitivo sin violentar la lógica de la propia disciplina y el significado de los conceptos. Para ello se requiere que el profesor, en primer lugar, conozca profundamente la disciplina, y en segundo lugar pueda reflexionar acerca de su disciplina desde la óptica de la epistemología.
- La estructuración de las actividades que realiza el estudiante para aprender los contenidos del programa. El maestro debe organizar las actividades que permitan al estudiante actuar sobre la información, trabajarla. Un proceso esencial del planteamiento metodológico es la estructuración de las actividades que despliegan los estudiantes para poder operar, a un determinado nivel, con las estructuras conceptuales que constituyen los contenidos del programa.
- La organización de los materiales para que los estudiantes perciban el contenido y puedan operar con él. El problema radica en cómo poner a los estudiantes en contacto con la información, es decir, en qué materiales de enseñanza estará contenida la información y como organizar estos materiales para que los estudiantes tengan acceso a ellos y puedan trabajarlos.
- La organización de las interacciones entre los miembros de la situación educativa. En el sistema de interacción se expresan las posibilidades múltiples de trabajo y estudio, diferentes formas de concebir la autoridad y las relaciones entre cada individuo y el grupo. No debe de olvidarse que el aprendizaje se produce habitualmente en el contexto de tales interacciones, sin embargo es en el sistema nervioso de cada sujeto donde se lleva a cabo.

La sistematización del proceso educativo. La sistematización del trabajo del maestro y de los estudiantes permite sincronizar la organización de los contenidos, las actividades de

aprendizaje, los materiales y las interacciones en un programa bajo la lógica de la planeación. La estructura de un programa está determinada por un conjunto de condiciones de trabajo, como el tiempo, el espacio y un conjunto de normas de organización y administración.

### 3.3.1 LA PRÁCTICA DOCENTE

La totalidad de situaciones que se presentan en el salón de clase, el espacio específico que la institución asigna para llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje escolar, conforma el microcosmos en el que se desarrolla la práctica docente.

La práctica docente es una actividad recurrente y repetitiva a la cual se le reconocen formas de acción y hacer propias que le otorgan determinada identidad y la diferencian de otras actividades. Las constantes de la práctica docente son las actitudes que reflejan las posturas y disposiciones que definen los distintos perfiles del quehacer docente.

La práctica docente, como categoría educativa, se desarrolla en el plano didáctico y éste como tal forma una estructura que tiene como referente fundamental los procesos de enseñanza y aprendizaje, y consiste básicamente de las relaciones entre los elementos institucionales de dicho proceso: el profesor, el alumno, el contenido, los objetivos y las estrategias (Campos, Furlán, Marzolla, Ortega y Remedi, 1978).

El análisis de la práctica docente se aborda primero señalando aquellos factores externos que condicionan y juegan un papel determinante en la definición de la manera en como se realiza dicha práctica en las instituciones educativas de cualquier país, luego identificando algunas características que la distinguen de cualquier otra práctica. A continuación se presentan los factores y las características de la práctica docente (Zabala, 1998).

#### LOS FACTORES EXTERNOS QUE DETERMINAN LA PRÁCTICA DOCENTE

- Social. Explica la razón de ser de la educación en una sociedad determinada. En este aspecto, las políticas educativas que el estado y la sociedad en su conjunto implementan a partir del valor que tiene para ellos la educación son determinantes para conocer las respuestas a preguntas como ¿para qué enseñar? ¿para qué educar? En toda sociedad se encuentran diferentes matices para una misma política

educativa, lo cual hace posible la existencia de diferentes maneras de realizar la práctica educativa y docente.

- Epistemológico. Supeditado, en muchos aspectos, al factor social da cuenta de la función del saber, los conocimientos, las disciplinas, las materias que perfilan el currículo de toda institución educativa.
- Psicológico. Describe la concepción de los procesos de aprendizaje y desarrollo de los alumnos. Es la comunidad educativa quién adopta, relaciona y asume, de manera explícita e implícita, en su práctica educativa el paradigma, la corriente, el enfoque que mejor se ajuste a los factores sociales y epistemológicos asumidos por la institución.
- Didáctico. Determinado en buena parte por el psicológico, está relacionado directamente con la manera de enseñar. Esta manera define una práctica docente la cual puede privilegiar unos aspectos más que otros por ejemplo: la exposición, la indagación, la actividad de los alumnos, los productos, la tarea, etcétera.

#### LAS CARACTERÍSTICAS QUE IDENTIFICAN A LA PRÁCTICA DOCENTE

- Es un conjunto de actividades secuenciadas de enseñanza y aprendizaje encadenadas y articuladas en una unidad didáctica. En este sentido, las actividades tienen una función en la construcción del conocimiento o el aprendizaje de diferentes contenidos.
- El papel del profesor y de los alumnos. Las relaciones que se producen en el salón de clase, el tipo de comunicación y los vínculos definen la congruencia entre la transmisión del conocimiento o los modelos y propuestas didácticas con las necesidades de aprendizaje.
- La organización social de la clase. Característica que remite a la dinámica del grupo y a las técnicas grupales que se llevan a cabo al realizar las actividades de enseñanza y aprendizaje.



- La utilización de los espacios y el tiempo. Este aspecto está determinado por la dinámica del grupo y la asignación de carga horaria para cada una de las temáticas de los programas de asignatura.
- Los materiales didácticos. Son los instrumentos de mediación que se utilizan durante el desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje con el fin de poner en contacto a los alumnos con el contenido a aprender.
- La organización de los contenidos. Esta organización definida por la institución y concretada en los programas de estudio responde a la intencionalidad y el enfoque que la institución considera pertinente de cada una de las disciplinas.
- El sentido y el papel de la evaluación. La evaluación guarda una relación muy estrecha con cada uno de los elementos de la estructura didáctica y le da sentido en buena proporción a la metodología de trabajo que se desarrolla durante la práctica docente.

Por último, se debe destacar la complejidad de la naturaleza de la práctica docente. Esta complejidad se manifiesta, entre otros aspectos, por la diversidad de elementos que interaccionan simultáneamente en el momento en que se lleva a cabo y por las situaciones impredecibles relacionadas con la dinámica del grupo. Como consecuencia de lo anterior, la práctica docente debe ser flexible y abierta de tal modo que permita al docente hacer frente a las situaciones que se le presentan en el salón de clase con los recursos que le proporcionan sus conocimientos disciplinarios y pedagógicos y con los que la institución define con el objetivo de lograr el aprendizaje en los alumnos.

### 3.3.2 LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA

La concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza hace referencia al concepto de intervención pedagógica como la labor que realiza el docente cuando incide sobre el proceso que llevan a cabo los alumnos cuando construyen y revisan sus esquemas de conocimiento (Coll, 1991).

Esta intervención hace referencia al concepto de ayuda educativa dada al alumno en la organización significativa del contenido, en el uso de incentivos atencionales y motivacionales, en el uso de retroalimentaciones correctivas y en el seguimiento detallado de sus progresos y dificultades.

Con base en lo anterior, es posible enunciar algunas consideraciones que el profesor debe tener en cuenta para que su intervención coadyuve a la formación de alumnos estratégicos, de tal modo que su esfuerzo sea de mayor impacto. Las consideraciones son:

- Las características individuales de los alumnos son producto de su historia personal y pueden modificarse en función de experiencias futuras. No son rasgos fijos ni estáticos, sino que están sujetas a una evolución.
- Lo que un alumno es capaz de aprender en un momento determinado depende, por supuesto, de sus características individuales, pero también y sobre todo del tipo de ayuda pedagógica que se le proporcione.
- La verdadera individualización no consiste en rebajar o diversificar objetivos y/o contenidos, sino en ajustar el tipo de ayuda pedagógica a las características y necesidades de los alumnos.

Por último, es posible relacionar los métodos de enseñanza con la cantidad y calidad de la ayuda pedagógica. Los métodos de enseñanza no son buenos o malos en términos absolutos, sino sólo en función de si el tipo de ayuda que ofrecen a los alumnos responde a sus necesidades. De lo anterior se desprende que ante una nueva situación de aprendizaje son las características individuales las que determinan el tipo de ayuda pedagógica que los alumnos necesitan y desde luego esta ayuda está relacionada con los esquemas de conocimiento que el alumno utiliza para interpretar dicha situación.

El profesor, por lo tanto, debe tener en cuenta lo anterior cuando realiza su ayuda pedagógica, es decir, crear las condiciones adecuadas para que el alumno construya, modifique, enriquezca y diversifique sus esquemas de conocimiento de acuerdo a su dinámica interna y la oriente en la dirección que indican los propósitos educativos.

### 3.3.3 LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA

Las estrategias de enseñanza son los procedimientos y recursos utilizados por los profesores para promover aprendizajes significativos. Estas estrategias consisten

fundamentalmente en realizar modificaciones o arreglos en el contenido o estructura del material de aprendizaje (Díaz-Barriga y Hernández, 2002).

Las estrategias de enseñanza pueden utilizarse en los tres principales momentos instruccionales: antes, durante y después de abordar el contenido. Las estrategias que se utilizan antes, o preinstruccionales, tienen como propósito preparar y alentar al estudiante en relación a qué y cómo va a aprender y además le permiten ubicarse en el contexto del aprendizaje pertinente. Las estrategias que se utilizan durante la instrucción, o coinstruccionales, apoyan los contenidos curriculares durante el proceso mismo de enseñanza. Éstas cubren funciones como la detección de la información principal, la conceptualización de contenidos, la delimitación de la organización, la estructuración e interrelación entre contenidos y el mantenimiento de la atención y la motivación. Las estrategias posinstruccionales se presentan después del contenido que se ha de aprender y permiten al alumno formarse una visión sintética, integradora, e incluso crítica del material.

A continuación se presentan algunas de las principales estrategias de enseñanza más usuales.

Objetivo:	Enunciado que establece condiciones, tipo de actividad y forma de evaluación del aprendizaje del alumno. Generación de expectativas apropiadas en los alumnos.
Resumen:	Síntesis y abstracción de la información relevante de un discurso oral o escrito. Enfatiza conceptos clave, principios, términos y argumento central.
Organizador previo:	Información de tipo introductorio y contextual. Es elaborado con un nivel superior de abstracción, generalidad e inclusividad que la información que se presentará. Tiende un puente cognitivo entre la información nueva y la previa.
Ilustraciones:	Representaciones visuales de los conceptos, objetos o situaciones de una teoría o tema específico (fotografías, dibujos, esquemas, gráficas, dramatizaciones, etcétera).
Analogías:	Proposiciones que expresan que una cosa o evento (concreto o familiar) es semejante a otro (desconocido y abstracto o complejo)
Preguntas intercaladas:	Preguntas insertas en la situación de enseñanza o en el texto. Mantienen la atención de información relevante.
Pistas tipográficas y discursivas:	Señalamientos que se hacen en un texto o en la situación de enseñanza para enfatizar y/u organizar elementos relevantes del contenido por aprender.
Mapas conceptuales y redes semánticas.	Representaciones gráficas de esquemas de conocimiento (indican conceptos, proposiciones y explicaciones).
Uso de estructuras textuales:	Organizaciones retóricas de un discurso oral o escrito, que influyen en su comprensión y recuerdo.

#### 3.3.4 LOS MATERIALES DIDÁCTICOS

Los materiales didácticos juegan el papel de poner a los estudiantes en contacto con la información que se desea aprendan, de tal modo que la estructura conceptual de la materia que se estudia se transforme en estructura subjetiva del estudiante (Campos, Furlán, Marzolla, Ortega y Remedi, 1978). Los criterios clave que se deben tener en cuenta en la organización de los materiales son:

- Los materiales deben posibilitar un acceso a la información de un modo tal que se facilite la percepción de la realidad.
- Los materiales deben permitir al estudiante operar sobre ellos.
- Los materiales deben ser concebidos para uno o varios usos específicos por parte de los estudiantes y no sólo como instrumentos complementarios de la actividad del profesor.

La introducción de una diversidad de materiales didácticos en la clase, al alcance del estudiante, es una importante ayuda para que la construcción del planteamiento metodológico responda a una concepción activa del aprendizaje, pues descarga al profesor de gran parte de la labor informativa y le permite a los estudiantes trabajar sobre la información.

#### 3.3.5 LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

La evaluación del aprendizaje es el proceso mediante el cual se da cuenta de como se desarrolla el proceso de aprendizaje, por lo mismo, la evaluación ha de realizarse a la par con el proceso de enseñanza y aprendizaje. En este proceso es posible distinguir cuando menos tres momentos en los cuales se hace más pertinente realizar evaluaciones. En primer lugar, al inicio del proceso, para conocer lo que el alumno sabe antes de abordar los contenidos nuevos, es decir, identificar sus conocimientos previos. En segundo lugar, durante el desarrollo del proceso, a fin de conocer cual es el comportamiento de los elementos del proceso y poder guiar y controlar el aprendizaje de los alumnos. En tercer lugar, al final del proceso, para saber que tan eficaces han sido los diferentes métodos de enseñanza, las maneras de organizar y presentar la materia de estudio, averiguar hasta que punto se han cumplido los objetivos y el logro de los aprendizajes esperados tanto en amplitud como en profundidad.

Por otra parte, la evaluación favorece, en si misma, el aprendizaje de muchas maneras, entre las cuales están las siguientes (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983):

- Ayuda a los profesores a explicitar y aclarar los objetivos y a comunicar sus expectativas a los estudiantes. El profesor será capaz de influir en el aprendizaje de los alumnos si logra comunicar sus objetivos con claridad. Esta explicitación de los objetivos ayuda al estudiante a tener más sentido de la tarea y en el logro de los objetivos. Por lo que los instrumentos de evaluación que utilice serán más confiables y válidos para probar el grado en que los objetivos se han logrado.
- El examen por sí mismo es una importante experiencia de aprendizaje que obliga al estudiante a revisar, consolidar, aclarar e integrar la materia antes de que realice la prueba y durante la realización de la misma, también revisa sus conocimientos y en la retroalimentación confirma, esclarece y corrige ideas, identifica diferencialmente las áreas que exigen mayor reflexión y estudios posteriores.
- Los exámenes desempeñan un papel motivacional para los estudiantes y les permiten evaluar independientemente sus propios resultados de aprendizaje.

Asimismo, la evaluación le suministra al profesor la retroalimentación básica acerca de la eficacia de su labor educativa. Le indica la efectividad con que presenta y organiza el material, la claridad de explicación de las ideas, lo bien que se comunica con los estudiantes menos avanzados y la particular eficacia de sus técnicas y de sus materiales de enseñanza.

Finalmente no se debe perder de vista que con la evaluación es posible elaborar juicios de valor para apreciar los resultados educativos en términos de si satisfacen o no un conjunto específico de metas educativas.

El profesor al diseñar su estrategia de trabajo debe tomar en cuenta cada uno de los elementos de la estructura didáctica y sus interacciones, y poner en juego sus recursos para que el alumno se acerque al objeto de conocimiento y pueda apropiarse de éste de manera significativa.

### 3.4 EL CONTENIDO

Los contenidos escolares son los saberes y las formas culturales que los alumnos deben aprender, es decir, son la información sobre la cual operan los alumnos y están

representados por la realidad o sus distintos sustitutos. Los contenidos incluyen la información y las formas de operar cognitivamente con ella, así como las habilidades derivadas de las distintas disciplinas establecidas curricularmente (Coll, Pozo, Sarabia, y Valls, 1992).

Los contenidos se encuentran expresados en el currículo en forma de materias, asignaturas o temas. Estos poseen un grado considerable de elaboración y son los alumnos los que tienen que desplegar su actividad mental constructiva con el fin de apropiarse de ellos. Una de las tareas del trabajo didáctico consiste en proveer la estructura conceptual del área de conocimientos, necesaria para el logro de los propósitos y objetivos curriculares. Esta estructura conceptual constituye el conjunto de contenidos organizados de acuerdo con las relaciones internas de una porción de conocimiento de la realidad, es decir, la disciplina.

Los contenidos curriculares pueden ser categorizados en tres tipos: declarativos, procedimentales y actitudinales.

#### 3.4.1 LOS CONTENIDOS DECLARATIVOS, PROCEDIMENTALES Y ACTITUDINALES

Estos contenidos se refieren a la información que generalmente se expresa en forma de enunciados o proposiciones sobre hechos, conceptos o principios. Las proposiciones son unidades básicas de información, cada una de las cuales corresponde a una idea que interrelaciona mediante una acción a dos o más argumentos. Los contenidos declarativos se clasifican en: factuales y conceptuales.

- *Contenidos factuales.* Son los hechos o datos y se caracterizan por ser proposiciones enunciativas que deben aprenderse literalmente, de modo reproductivo sin necesidad de comprenderlos. Ejemplos: los símbolos químicos, el pH de una disolución determinada, la densidad del agua, etcétera.
- *Contenidos conceptuales.* Son proposiciones enunciativas referidas a conceptos ya principios. Los conceptos permiten reconocer clases de objetos, sucesos, situaciones o símbolos a los que podemos atribuir características similares más allá de cambios aparentes. Un concepto científico no es un elemento aislado, sino que forma parte de una jerarquía o red de conceptos. Ejemplos: *compuesto, densidad, concentración* o

*mol.* Los principios describen cómo se producen los cambios en un objeto, suceso, situación o símbolo y se relacionan con los cambios que se producen en otro objeto, suceso, situación o símbolo; suelen enunciar o describir relaciones de causa-efecto y otras relaciones de variación. A menudo se utilizan los términos “regla” o “ley” como variantes de principio. Ejemplos: ley de la conservación de la materia, principio de le Chatelier, ley de acción de masas, etcétera.

#### LOS PROCEDIMENTALES

Estos contenidos son un conjunto de acciones ordenadas, orientadas a la consecución de una meta y se expresan en producciones referidas a procesos para reconocer patrones o secuencias de acciones. Los contenidos procedimentales hacen referencias a destrezas dirigidas a la acción que se pueden poseer parcial o totalmente, se adquieren en forma gradual por la práctica, son difíciles de verbalizar, se manifiestan a través de producciones. La complejidad de lo procedimental varía en función del número de acciones o pasos implicados, del grado de libertad en el orden de éstos y de la naturaleza de la meta a cuya consecución se orientan. Ejemplos: balancear una ecuación química, determinar el pH de una disolución, calcular la constante de equilibrio de una reacción, etcétera.

#### LOS ACTITUDINALES

Estos contenidos son tendencias o disposiciones adquiridas y relativamente duraderas a evaluar de un modo determinado un objeto, persona, suceso o situación y a actuar en consonancia con dicha evaluación. Asimismo, la formación y el cambio de actitudes opera siempre con tres componentes: el cognitivo (conocimientos y creencias), el afectivo (sentimientos y preferencias) y el conductual (acciones manifiestas y declaraciones de intenciones). Estos tres componentes operan íntimamente unidos, aunque en algunos casos puedan presentar con más intensidad uno u otro de los elementos. Ejemplos: participar activamente en la realización de una tarea, cooperar con el grupo, respetar el medio ambiente, etcétera.

Los contenidos, finalmente, constituyen un eslabón esencial en el proceso de concreción de las intenciones educativas *no son un fin sino un medio* para desarrollar las capacidades de los alumnos y deben ser asimilados y apropiados de manera significativa.

#### 3.4.2 EL TEMA ÁCIDO-BASE

En la unidad didáctica que aquí se presenta se desarrolla como contenido el tema ácido-base del programa de Química III del Colegio de Bachilleres. Este tema incluye contenidos de tipo declarativo que dan cuenta de las características de las sustancias ácidas y básicas y de las distintas definiciones de dichos conceptos. Los contenidos procedimentales están incorporados principalmente en la realización de las actividades experimentales y en la resolución de ejercicios que incluyen cálculos matemáticos. Los contenidos actitudinales se promueven durante todo el desarrollo de la unidad didáctica al fomentar el pensamiento científico y utilizar una metodología que permite al estudiante acercarse a la ciencia como una actividad sistemática.



## 4. LA UNIDAD DIDÁCTICA

### 4.1 LA PLANEACIÓN

La planeación de una unidad didáctica considera en primer lugar que las ciencias o disciplinas que se van a estudiar son un conjunto estructurado de conceptos, principios, leyes, reglas, teorías, problemas, procesos lógicos y técnicos. Este conjunto conforma el objeto de estudio de la disciplina. En segundo lugar, que el proceso de enseñanza tiene una lógica y sistematicidad para presentar la información de manera estructurada, gradual y secuencial de acuerdo con los momentos de introducción, desarrollo y conclusión. En tercer lugar, que el aprendizaje transcurre formando ciclos lógicos que hacen que el pensamiento evolucione desde una primera aprehensión de la información nueva, de carácter sintética, global y difusa a una etapa analítica que discrimina y da cuenta de los componentes y que se conduce a través de síntesis parciales hacia una reconstrucción del objeto de conocimiento en una síntesis final, es decir, el nuevo producto del proceso cognitivo. Cabe destacar, que durante el proceso de aprendizaje además del análisis y la síntesis, se realizan procesos de pensamiento que se mueven de lo concreto a lo abstracto, de lo abstracto a lo concreto y de la teoría a la práctica (Campos, Furlán, Marzolla, Ortega y Remedi, 1978).

#### LA ESTRUCTURA.

La unidad didáctica se define como un conjunto estructurado de metas, conceptos, actividades, técnicas, metodologías y recursos que están presentes durante el desarrollo de la práctica docente. A continuación se enumeran los distintos componentes tomados en cuenta para el diseño de la unidad didáctica (Zabala, 1998).

- Los objetivos de aprendizaje. Son la formulación explícita y precisa de los que es necesario aprender como resultado del proceso de enseñanza y aprendizaje. Asimismo, precisan el nivel de amplitud y complejidad en que habrá de manejarse el contenido.
- Los contenidos. Es el referente sobre el cual actúa el alumno representado por la realidad o los distintos sustitutos de ella. Incluye tanto la información como la manera de operar cognoscitiva sobre ella, así como, las habilidades propias del área de conocimiento.

- La metodología. Describe la forma como se organizan los elementos y actividades del proceso de enseñanza y aprendizaje de tal modo que conlleve a la transformación de las estructuras objetivas de la ciencia en estructuras subjetivas del alumno.
- Los recursos materiales y ambientales. Los materiales son los instrumentos, equipos, medios de comunicación, etcétera. Los ambientales son el espacio y el tiempo de que disponen los profesores y los alumnos para llevar a cabo el aprendizaje y la enseñanza escolar.
- La evaluación. Tiene como objetivo comprobar si el alumno ha alcanzado los objetivos de aprendizaje propuestos. Incluye los instrumentos de evaluación, los momentos de aplicación y las actividades de ajuste del aprendizaje o retroalimentación.
- Tiempo de duración. Es la carga horaria asignada para cada una de las temáticas y al desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje consideradas.
- Criterios para la estructuración de la unidad didáctica. Son las unidades temáticas construidas a partir de la estructura conceptual de la disciplina que componen el programa de asignatura.

#### EL PLAN DE CLASE

Es el instrumento de trabajo del profesor que articula todos los elementos de la unidad didáctica. Asimismo, el modelo de plan de clase considera que la enseñanza depende de la definición de los objetivos, las características de los alumnos, la selección de los procedimientos para alcanzar los objetivos y el control de resultados.

El plan de clase tiene en cuenta que el proceso de enseñanza tiene una lógica y sistematicidad que presenta la información de manera estructurada, gradual y secuencial de acuerdo con los momentos de apertura, desarrollo y cierre, de tal modo que constituya una sesión de trabajo instruccional organizada y sistematizada. Los componentes del plan de clase son:

**La identificación de la temática.** Este componente presenta la información que identifica el tema a abordar en la clase, el cual proviene del análisis previo del enfoque, la intención y los contenidos del programa de asignatura. Las partes de este elemento son:

- El nombre del tema a abordar durante la clase.
- Los objetivos del tema y subtema.

- Los aprendizajes a lograr: conceptos, principios, métodos, habilidades y actitudes.
- Los conocimientos previos necesarios para abordar los contenidos de la clase.

**Las actividades de enseñanza y aprendizaje.** Este componente presenta la descripción de cada una de las actividades de enseñanza y aprendizaje propuestas para lograr los objetivos de aprendizaje para la clase.

**La fase de apertura.** En esta fase las actividades deberán orientar a los alumnos, permitir una síntesis inicial globalizadora sobre el o los problemas que han de abordarse. El profesor explora y diagnóstica la situación en que se encuentran los alumnos, prepara el terreno para entrar al contenido temático. Durante esta fase se llevan a cabo, entre otras, las siguientes actividades: socializar los objetivos y metas del aprendizaje, indagar el conocimiento previo y relacionarlo con el nuevo, actualizar el conocimiento previo, y problematizar los saberes y habilidades previas.

**La fase de desarrollo.** En esta fase las actividades deberán posibilitar a los alumnos realizar el análisis del objeto de conocimiento, comparando y contrastando, generalizando y extrayendo conclusiones parciales. Las actividades, entre otras, para esta fase son las que promueven los aprendizajes propuestos en la clase mediante el modelamiento, el uso de los métodos, la aplicación de las herramientas metodológicas y teóricas pertinentes.

**La fase de cierre.** En esta fase las actividades deberán ubicar en una estructura más amplia o bien, aplicar lo que se ha aprendido en nuevos contextos. Se lleva a cabo una síntesis globalizadora que profundiza y refina los conocimientos y habilidades adquiridas, se consolidan los saberes y habilidades adquiridas y se obtiene las conclusiones y la valoración de la clase.

**Las técnicas.** En éstas se encuentra la variedad de formas en que se lleva a cabo la práctica docente, entre otras están, la exposición, el trabajo grupal o en equipo.

**Los recursos.** Son todos los elementos auxiliares: materiales de enseñanza, medios de comunicación que sirven de elementos de mediación entre el alumno y él con el objeto de estudio.

## 4.2 LOS MATERIALES PARA LOS MAESTROS

# EL COMPORTAMIENTO ÁCIDO-BASE DE LOS MATERIALES

---

### CONTENIDOS

Objetivos de operación

Conocimientos previos

Análisis conceptual

Mapa conceptual

Planes de clase

Instrumentos de evaluación

#### OBJETIVOS DE OPERACIÓN

Los objetivos de operación son los elementos del programa de asignatura que desglosan los objetivos de cada una de las unidades que conforman a los programas. Estos se estructuran en función de **un qué**, en donde se establece el nivel de amplitud y profundidad con el cual se deben abordar los contenidos, **un cómo** que indica, genéricamente, la manera de abordar los contenidos y **un para qué**, en el cual se establece la relación que deben guardar dichos contenidos con la totalidad del programa y de la disciplina (Colegio de Bachilleres, 1992).

Los objetivos de operación que a continuación se presentan corresponden a la segunda unidad del programa de Química III del Colegio de Bachilleres y comprenden el tema y los subtemas que se desarrollan en la unidad didáctica.

#### TEMA

**1. 2. Que el estudiante caracterice el comportamiento ácido-base de las sustancias**, a partir de problemas que involucren la identificación de los electrolitos, y el estudio y discusión de las teorías ácido-base (Arrhenius, Brönsted-Lowry y Lewis); *para que explique cualitativa y cuantitativamente como ocurren las reacciones entre estas sustancias, así como algunos fenómenos químicos de su entorno.*

#### SUBTEMAS

**1.2.1 Que el estudiante clasifique las sustancias en ácidos o bases**, de acuerdo a sus propiedades y a la teoría de Arrhenius, *para que estudie el comportamiento de estas sustancias en las reacciones de neutralización.*

**1.2.2 Que el estudiante explique el comportamiento de los ácidos y las bases en medio acuoso**, a partir de la teoría de Brönsted-Lowry, *para que describa la función de estas sustancias en algunos procesos que ocurren en su entorno.*

**1.2.3 Que el estudiante establezca el concepto de pH**, a partir de la explicación del comportamiento anfótero del agua y del cálculo de la concentración de iones hidronio; *para que conozca la función del pH en diferentes procesos químicos y biológicos.*

**1.2.4 Que el estudiante describa la reacción entre un ácido y una base** a partir de la teoría de Lewis; *para que tenga elementos para explicar el comportamiento ácido-base de todas las sustancias.*

#### CONOCIMIENTOS PREVIOS

De acuerdo con lo reportado en la literatura las ideas de los alumnos sobre los ácidos y las bases derivan de experiencias sensoriales con jugo de limón, vinagre, productos comerciales usados como remedios antiácidos y de noticias acerca de la lluvia ácida. En este mismo rubro los alumnos manifiestan que los ácidos son sustancias que corroen los materiales y pueden quemar la piel. Por otra parte, de acuerdo con estudios realizados en torno a las dificultades de los alumnos para aprender contenidos que exijan como requisito cognitivo el pensamiento formal, se observó que para los alumnos con pensamiento concreto era accesible el concepto de ácido-base definido a partir de la diferente coloración de un indicador pero inaccesible si se define como aceptor-donador de protones (Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson, 2000; Kind, 2004; Pozo, 1991).

Enseguida se presentan los contenidos ácido-base que puede alcanzar un estudiante de acuerdo al estadio de desarrollo en que se encuentra.

- Estadio de las operaciones concretas, inicial. De los siete a los diez años. Los alumnos reconocen la palabra ácido como el nombre de las sustancias que presentan ciertas propiedades como colorear el papel tornasol, atacar los metales y tener un sabor agrio de manera aislada, no como una característica que define a las sustancias ácidas.
- Estadio de las operaciones concretas, avanzado. De los once a los doce años. El estudiante reconoce a los ácidos y las bases como sustancias opuestas, la escala de pH como una gradación de acidez, la neutralización por medio de cantidades iguales de ácido y base, identifica los productos de la reacción de los óxidos de los metales alcalinos con agua con las bases y los productos de la reacción de los óxidos de no metales con el agua con los ácidos.
- Estadio de las operaciones formales, inicial. De los doce a los catorce años. El alumno puede representar la reacción de un ácido con una base de la siguiente manera  $H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$ . Considera que el cambio de pH se limita sólo a la dilución, los ácidos son disoluciones de tal modo que sin agua no hay acidez.

- Estadio de las operaciones formales, avanzado. El alumno considera que las reacciones entre un ácido y una base se debe a la perturbación del equilibrio entre los iones  $H^+$ ,  $OH^-$  en agua. Hace uso de cantidades molares para encontrar la ecuación de la reacción entre un ácido y una base. Puede apreciar la presencia de iones de  $H^+$  aun en disoluciones 1.0 M de hidróxido de sodio. Tiene una cabal comprensión de la escala de pH.

#### ANÁLISIS CONCEPTUAL

##### **El origen de las palabras ácido, base y sal**

Los ácidos, las bases y las sales son tres grupos importantes de sustancias químicas.

El origen de estas palabras está relacionado directamente con el de algunos compuestos. La palabra ácido es muy antigua existe, sin duda, casi en su forma actual, desde la época de la lengua aria prehistórica (latín “acidus”; en sánscrito, “acrih”), significó “agria” al principio, y hasta en chino esta palabra se representa por la combinación de caracteres que significan “vino agrio” por lo que este nombre fue usado para designar al vinagre que se producía en la fermentación de jugos vegetales. La palabra alcali, proviene del árabe “al-qa-ly”, que significa ceniza calcinada de ciertas plantas. Los álcalis también reciben el nombre de bases, sin embargo, hay algunas de estas que no son álcalis, por ejemplo la cal. La palabra sal está relacionada no sólo con la palabra latina *sal*, sino también con la anglosajona “sealt” y la gótica sal y probablemente tiene como raíz común el sánscrito.

#### LAS SUSTANCIAS ÁCIDAS Y BÁSICAS EN LA VIDA COTIDIANA

En nuestra vida cotidiana usamos muchos productos que presentan características de los ácidos, las bases y las sales. Por ejemplo, los ácidos presentes en el vinagre (ácido acético), la leche agria (ácido láctico), la aspirina (ácido acetilsalicílico), las vitaminas (ácido cítrico). Asimismo, las bases que contienen los productos de limpieza como los destapacaños, limpiahornos son hidróxidos de sodio o potasio y en los medicamentos antiácidos como el “melox” contienen hidróxidos de aluminio o magnesio. Por el lado de las sales están la sal de mesa (cloruro de sodio), el salitre (la sal de nitro), la sal de Glauber (sal “mirabilis”, sulfato de sodio), la sal de Epson (sulfato de magnesio).

## LAS DEFINICIONES DE ÁCIDO Y BASE

### LA DEFINICIÓN OPERACIONAL DE ROBERT BOYLE

A mediados del siglo XVII R. Boyle reconoce las siguientes propiedades de los ácidos.

- Tienen sabor agrio.
- Son corrosivos.
- Vuelven rojas muchas sustancias azules de las plantas. Por ejemplo el tornasol (que se extrae de ciertos líquenes).
- Reaccionan con las bases perdiendo sus propiedades características.

Para las bases R. Boyle señala las siguientes propiedades.

- Son suaves y jabonosas cuando se restriegan entre los dedos.
- Tienen sabor amargo.
- Devuelven el color azul al tornasol enrojecido por los ácidos.
- Neutralizan los ácidos para formar sales.

Estas propiedades se usan para reconocer el comportamiento ácido-base. Actualmente, se reconocen, además de las anteriores, otras propiedades para caracterizar a los ácidos y las bases son las siguientes:

Los ácidos:

- Conducen la corriente eléctrica.
- Desprenden gas hidrógeno cuando reaccionan con el zinc, el hierro y el estaño.

Las bases.

- Conducen la corriente eléctrica.

### LA DEFINICIÓN DE LAVOISIER

Lavoisier después de llevar a cabo la combustión del fósforo con oxígeno puro concluyó que “la oxigenación es la conversión del fósforo en un ácido, y generalmente hallando la combinación de cualquier cuerpo combustible con el oxígeno”. De la misma manera en que realizó su experimento con el fósforo lo hizo con el azufre y el carbono estableciendo que “la formación de los ácidos es el efecto de la oxigenación de una sustancia cualquiera. El oxígeno es un principio común a todos ellos y el que constituye su propiedad ácida, y que se diferencian unos de otros por la naturaleza de la sustancia



acidificada, de modo que en todo ácido se debe distinguir la base acidificable y el principio acidificante, este es el oxígeno”

Lavoisier con sus afirmaciones generalizó la idea de que todos los ácidos contenían oxígeno. Sin embargo con el tiempo se demostró que existían compuestos como el ácido cianhídrico (HCN) que no contenían oxígeno.

#### LIEBIG: LOS ÁCIDOS CONTIENEN HIDRÓGENO SUSTITUIBLE

Después de la definición de Lavoisier sobre los ácidos no fue sino hasta el siglo XIX cuando H. Davy, descubridor de varios elementos por medio de electrolisis, propuso que es el hidrógeno, y no el oxígeno, el que está presente en los ácidos. En 1838 Liebig demuestra que no era suficiente que un compuesto contenga hidrógeno sino que además debe ser sustituible por un metal.

#### LA DEFINICIÓN DE ARRHENIUS

##### LA TEORÍA DE LA DISOCIACIÓN ELECTROLÍTICA

La teoría de la disociación electrolítica (TDE) fue propuesta por Svante Arrhenius a finales del siglo XIX. Esta teoría se fundamenta en los experimentos realizados en torno a la electrólisis, proceso que ocurre cuando una corriente eléctrica pasa a través de agua acidulada, produciéndose su descomposición en los gases hidrógeno y oxígeno.

Las primeras investigaciones sistemáticas acerca de la electrólisis fueron llevadas a cabo H. Davy y continuadas por Faraday quien, entre 1832 y 1833, descubrió importantes leyes de la electrólisis, llegando a las siguientes conclusiones:

- El cambio químico se produce en la vecindad de los electrodos y está relacionado con el paso de la electricidad.
- El paso de la corriente se explica como el transporte de partículas llamadas iones.

Cuando en 1887, Arrhenius fundamenta que casi todas las moléculas de un electrólito se disocian en iones cargados, estaba explicando todos los experimentos sobre electrólisis a partir de la simple suposición de que los iones se mueven independientemente en los electrólitos.

Ideas de Arrhenius que explican la conductividad eléctrica de los electrolitos.

- Las sustancias electrolíticas se disocian en grado considerable, es decir, se descomponen reversiblemente dando iones, al disolverse en ciertos disolventes tales como el agua.
- Los iones disueltos tienen casi el mismo efecto sobre las propiedades de las disoluciones que las moléculas en disolución.
- Las reacciones instantáneas de los electrolitos disueltos, ocurren suponiendo que sus partículas son principalmente iones, susceptibles de producir una nueva sustancia por unión directa.
- Conforme se diluye un electrolito aumenta el número de moléculas que se disocian en iones.

#### LA DEFINICIÓN

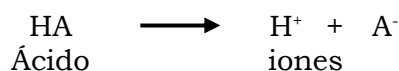
Actualmente la explicación del comportamiento ácido-base de una sustancia está sustentada en la estructura molecular y la reactividad de una sustancia frente a otra. Por ejemplo, la presencia de iones hidrógeno o hidróxido en su estructura o bien la tendencia para reaccionar mediante la donación, o aceptación, de una partícula como el protón, par electrónico, cuando se halla frente a otra sustancia.

La definición de Arrhenius toma en cuenta al disolvente, en particular, sólo considera las disoluciones acuosas.

Arrhenius define a un ácido como:

**Sustancia que tiene hidrógeno en su composición y que en disolución acuosa, al disociarse, forma iones hidrógeno ( $H^+$ ).**

Esta definición puede representarse de la siguiente manera.

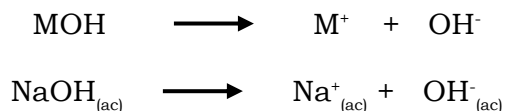


Por ejemplo



Y a la base la define como:

**Un compuesto que en disolución acuosa, al disociarse, deja en libertad iones hidróxido (OH<sup>-</sup>).**



Con estas definiciones Arrhenius explica que las reacciones ácido-base se llevan a cabo debido a una interacción de iones (H<sup>+</sup>) con iones (OH<sup>-</sup>) para formar H<sub>2</sub>O.

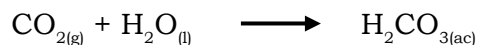
#### ACIERTOS DE LA DEFINICIÓN DE ARRHENIUS

Enseguida se presentan los aciertos de la definición de ácido y base de Arrhenius.

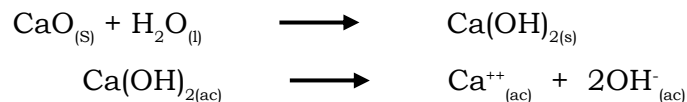
- Explica por qué algunos compuestos que tienen hidrógeno son ácidos y otros no. El HCl tiene hidrógeno y reacciona como ácido porque su enlace polar en disolución acuosa produce iones H<sup>+</sup>. Por su parte el CH<sub>4</sub> no reacciona como ácido porque como molécula covalente no polar, no forma iones H<sup>+</sup> en disolución acuosa.
- Responde que un ácido sólo muestra su comportamiento en disolución acuosa.
- Permite un tratamiento cuantitativo de las reacciones ácido-base aplicando el concepto de equilibrio químico.
- Permite el cálculo de las constantes de acidez (K<sub>a</sub>).
- Permite determinar teóricamente la constante de disociación del agua (K<sub>w</sub>).
- Permite realizar titulaciones ácido-base en disolución acuosa.
- Permite establecer el concepto de pH.
- El disolvente deja de ser un medio inerte y se mira como un reactivo químico que toma parte activa en el cambio.

La definición de Arrhenius ha sido ampliada de tal modo que incluya aquellas sustancias que sin contar con iones H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup>, al disolverse en agua incrementan la concentración de estos iones por ejemplo:

El CO<sub>2</sub> no es un ácido de acuerdo con la definición de Arrhenius, sin embargo al disolverse en agua incrementa la concentración de iones hidrógeno H<sup>+</sup> y forma el ácido carbónico.



De la misma manera, el CaO que no contiene iones hidróxido (OH<sup>-</sup>) pero al disolverse en agua forma el Ca(OH)<sub>2</sub> que al disociarse incrementa la concentración de iones hidróxido (OH<sup>-</sup>)



#### LIMITACIONES DE LA DEFINICIÓN DE ARRHENIUS

A la luz de nuevos conocimientos la definición de Arrhenius presenta las siguientes limitaciones.

- Las reacciones ácido-base sólo ocurren en disolución acuosa. Esto no es totalmente cierto, las reacciones ácido-base pueden ocurrir en otros disolventes.
- Los ácidos y bases son moléculas neutras (no se incluyen sus iones).
- Las bases posibles sólo son los hidróxidos. Tampoco esto es totalmente cierto, existen otras bases además de los hidróxidos.
- Presupone la existencia de los iones (H<sup>+</sup>) como protones sin solvatar.
- Los ácidos se comportan como sales de hidrógeno y las bases como sales de (OH<sup>-</sup>) y no hay razón para tratarlos como ácidos o bases.

A principios del siglo XX varios científicos reformularon la teoría de Arrhenius como sigue:

**Un ácido es cualquier sustancia que incrementa la concentración de protones, (H<sup>+</sup>), en disolución acuosa.**

**Una base es cualquier sustancia que incrementa la concentración del ion (OH<sup>-</sup>) en disolución acuosa.**

Esta ampliación es una definición operacional. Se puede considerar como una extensión de las ideas de Arrhenius y permite decidir si un compuesto es ácido o base con dos operaciones sencillas:

- El compuesto se disuelve en agua.
- Se prueba la disolución para ver si la concentración de  $H^+$  o  $OH^-$  se incrementó.

#### LA DEFINICIÓN DE BRÖNSTED-LOWRY

Las definiciones de Brönsted-Lowry son independientes del disolvente en el cual se lleva a cabo la reacción, el medio, es decir el disolvente, puede ser alcohol, éter, tetracloruro de carbono, medios no acuosos, etcétera.

Para Brönsted y Lowry.

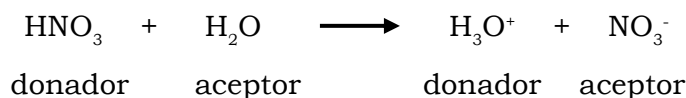
**Un ácido es aquella sustancia que actúa como donador de protones. Mientras tenga mayor habilidad donadora, el ácido es más fuerte.**

**Una base es una sustancia que actúa como aceptor de protones. Mientras mayor sea la habilidad de aceptarlos, la base es más fuerte.**

De acuerdo con las definiciones anteriores una base y un ácido se representan de la siguiente manera:



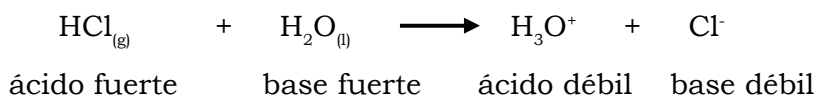
El par donador-aceptor de una especie se llama par conjugado ácido-base. Por ejemplo.



De acuerdo con lo anterior:

**Un ácido es aquella sustancia que dona protones y una base aquella que los acepta.**

La definición anterior permite explicar las reacciones ácido-base como una competencia entre ácidos por donar electrones en la que los ácidos fuertes vencen. De la misma manera estas reacciones también se pueden ver como una competencia entre las bases por los protones en la que ganan las bases más fuertes, por ejemplo.



Como el equilibrio se desplaza hacia la derecha significa que el HCl es más fuerte que el  $H_3O^+$  y el  $H_2O$  actúa como una base más fuerte que la base  $Cl^-$ . De acuerdo con lo que se

estableció anteriormente se puede expresar que mientras más fuerte sea un ácido, más débil será su base conjugada; y mientras más fuerte sea una base, más débil será su ácido conjugado.

#### ACIERTOS DE LA DEFINICIÓN DE BRÖNSTED-LOWRY

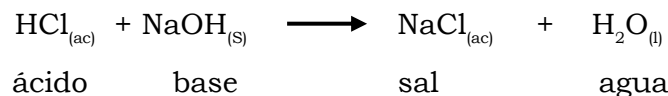
- En una reacción ácido-base se favorece la formación del ácido y la base débiles.
- Extiende el comportamiento ácido-base a los sistemas donde está presente el ion hidrógeno sin importar el medio o disolvente.
- Proporciona un método para medir la fuerza de los ácidos y bases en términos de la constante de acidez,  $K_a$  o  $pK_a$  que incluye al disolvente.
- El disolvente juega un papel explícito en la ionización de los ácidos y las bases.
- Generaliza el concepto de ácido-base para que incluya, además de sustancias neutras, a los iones.
- Justifica hablar de ácidos y bases como especies independientes de las sales.

#### LIMITACIONES DE LA DEFINICIÓN DE BRÖNSTED-LOWRY

- No explica las reacciones ácido-base en las que no intervienen los protones. Por ejemplo:



- No explica fácilmente las reacciones de neutralización de Arrhenius como una interacción directa entre un ácido y una base.



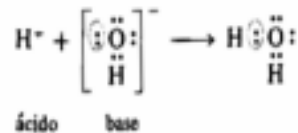
#### LA DEFINICIÓN DE LEWIS

Gilbert N. Lewis establece que las reacciones ácido-base son un intercambio molecular de pares de electrones. Por lo que define estos conceptos como:

**Un ácido es cualquier sustancia capaz de aceptar un par de electrones para formar un enlace covalente.**

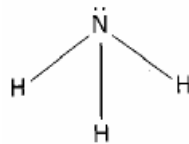
**Una base es una sustancia que puede donar un par de electrones para formar un enlace covalente.**

En otras palabras, para Lewis un *ácido* es un receptor de un par de electrones, y una *base* es un donador de un par de electrones. Por lo tanto, las reacciones ácido-base de Lewis consisten en la formación de un enlace covalente coordinado en la que una especie dona un par electrónico y otra lo acepta.



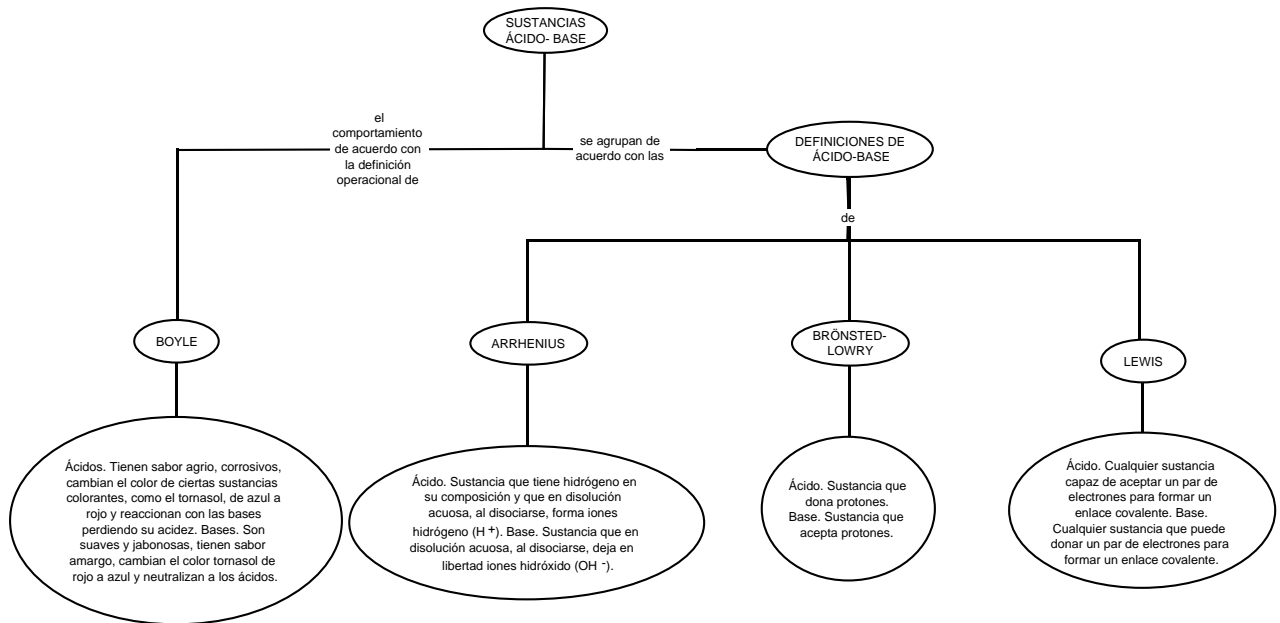
En este caso, el par de electrones del oxígeno forma un enlace covalente con el protón. El ion  $\text{OH}^-$  es una base pues dona un par de electrones al enlace, mientras que el  $\text{H}^+$  es un ácido porque acepta el par electrónico.

Para Lewis, el amoníaco,  $\text{NH}_3$ , es una base puesto que el nitrógeno tal y como se observa en su estructura electrónica tiene un par de electrones para compartir.



Con base a los contenidos anteriores, referentes a las principales definiciones de ácido-base accesibles a los alumnos, se ha considerado la elaboración de de esta propuesta didáctica.

## MAPA CONCEPTUAL





## PLANES DE CLASE

**CLASE 1**

**OBJETIVO DEL TEMA.** 1.2 Que el estudiante caracterice el comportamiento ácido-base de las sustancias, a partir de problemas que involucren la identificación de los electrólitos, y el estudio y discusión de las teorías ácido-base (Arrhenius, Brønsted-Lowry y Lewis); para que explique cualitativa y cuantitativamente como ocurren las reacciones entre estas sustancias, así como algunos fenómenos químicos de su entorno.

**OBJETIVO DEL SUBTEMA.** 1.2.1 Que el estudiante clasifique las sustancias en ácidos o bases, de acuerdo a sus propiedades y a la teoría de Arrhenius, para que estudie el comportamiento de estas sustancias en las reacciones de neutralización.

**APRENDIZAJES A LOGRAR.** Clasificar a las disoluciones en electrólitos y no electrólitos.

**CONOCIMIENTOS PREVIOS.** Describir los cambios químicos, la clasificación de la materia, las reacciones y ecuaciones químicas, la estructura atómica, los enlaces iónicos y covalentes y la conductividad electrolítica.

**ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE****FASE DE APERTURA**

**1. SOCIALIZACIÓN DE OBJETIVOS.** Haga saber a los alumnos cual es el propósito general de la temática y de la clase, es decir, describa los objetivos y los aprendizajes a lograr. Describa brevemente las actividades a realizar y las características del material impreso **EL COMPORTAMIENTO ÁCIDO-BASE DE LAS MATERIALES** y el uso que se le dará durante las clases.

- **RECOMENDACIONES.** Recuerde que el propósito de los objetivos y los aprendizajes es delimitar la amplitud y profundidad de los contenidos.

**2. EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA.** Aplique la evaluación diagnóstica, mencione su función, es decir, indagar el manejo de los conceptos básicos necesarios para abordar los conocimientos nuevos. Analice los resultados de la evaluación con el grupo y haga saber a los estudiantes la importancia de los conocimientos antecedentes para alcanzar aprendizajes significativos.

**3. ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS PREVIOS.** Repase los conceptos básicos antecedentes y organícelos en un mapa conceptual o una red semántica. Haga énfasis en

las proposiciones que se forman e indique que los mapas y las redes semánticas son formas de organizar los conceptos.

#### FASE DE DESARROLLO

**4. CARACTERÍSTICAS ÁCIDAS Y BÁSICAS DE LAS SUBSTANCIAS.** Organice al grupo en equipos de cuatro alumnos cada uno. Solicite que revisen los productos y elaboren propuestas para identificar el comportamiento ácido-base de los productos. Analice con el grupo las diferentes propuestas de solución al problema, valore la plausibilidad de cada una de ellas e indique que antes de empezar a resolver el problema deben conocer las características generales de los productos. Tenga presente la relación entre la solución del problema y los conocimientos previos, asimismo, señale que el trabajo en equipo favorece, entre otras cosas, la negociación de los significados de los conceptos entre sus miembros.

**5. LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES.** Solicite la realización del **Experimento I. “Propiedades generales de los materiales”**. Indique a los equipos que observen cuidadosamente las características generales de los productos, es decir, apariencia, color, olor, textura, sabor, estado de agregación. Haga énfasis en la habilidad de observar y la relación de ésta con los conocimientos previos. Utilice el cuestionario que viene al final del experimento como guía de observación y solicite al grupo que complete la información de la **Tabla 1 “Características generales de los materiales”** y analice con ellos las observaciones a la actividad experimental.

- **RECOMENDACIONES.** Haga la indicación de no probar ningún reactivo químico.

**6. LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS MATERIALES.** Exponga la relación de la conductividad eléctrica de las disoluciones con la teoría de la disociación electrolítica. Considere las siguientes preguntas para orientar la exposición ¿Cómo se conduce la corriente eléctrica en un cable y en una disolución? ¿Qué son los iones? ¿Qué relación guarda el enlace iónico con la formación de los iones? ¿Cómo actúa el agua para que aparezcan los iones en la disolución? ¿Cuál es el papel de los iones en una disolución? ¿Cuáles son los principales componentes de un circuito eléctrico?. Solicite a los alumnos que realicen el **Experimento II. “Clasificación de los materiales en electrólitos y no**

electrólitos” y que completen la **Tabla 2. “La conductividad eléctrica de los materiales en disolución acuosa”**.

- **RECOMENDACIONES.** Tenga en cuenta los cuidados que se requieren para el manejo del circuito eléctrico.

**7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.** Solicite a los alumnos que analicen las observaciones y los resultados de las actividades experimentales, tomando como base las tablas correspondientes y clasifiquen a las disoluciones en electrólitos y no electrólitos.

- **RECOMENDACIONES.** Subraye el papel de la experimentación en el aprendizaje de la química, es decir, construir puentes cognitivos entre el mundo objetivo y su representación.

#### **FASE DE CIERRE**

**8. RECAPITULACIÓN.** Solicite a uno o dos alumnos que realicen la valoración de la clase con base en el objetivo y la metodología empleada. Haga énfasis en los nuevos conocimientos adquiridos.

- **RECOMENDACIONES.** Recuerde a los alumnos la importancia de redactar las notas con sus propias palabras pues ello les ayuda a aprender con más sentido y significado.

#### **9. TAREA.**

Solicite a los alumnos que preparen el indicador de col morada de acuerdo con el procedimiento del **Experimento III “Preparación de un indicador ácido-base”**. Asimismo, que investiguen el significado de los términos: extracción, infusión, pH y disolución *buffer*.

## CLASE 2

**TEMA:** El comportamiento ácido-base de los materiales.

**OBJETIVO DEL SUBTEMA:** 1.2.1 Que el estudiante clasifique las sustancias en ácidos o bases, de acuerdo a sus propiedades y a la teoría de Arrhenius, para que estudie el comportamiento de estas sustancias en las reacciones de neutralización.

**APRENDIZAJES A LOGRAR.** Clasificar a las sustancias en ácidos o bases de acuerdo con la definición operacional y la definición de Arrhenius

**CONOCIMIENTOS PREVIOS.** Clasificar a las disoluciones en electrólitos y no electrólitos.

### ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

#### FASE DE APERTURA

##### 1. REVISIÓN DE LA TAREA.

Organice al grupo en equipos de cuatro alumnos y solicite a uno o dos alumnos que expliquen el procedimiento que siguieron para preparar el indicador de col morada.

- **RECOMENDACIONES.** Indique que el papel de la tarea, entre otros, es ejercitar lo visto en clase.

#### FASE DE DESARROLLO

**2. COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES CON LOS INDICADORES ÁCIDOS-BASE.** Solicite a cada uno de los equipos que realicen el **Experimento IV. “Clasificación de los materiales según su comportamiento con los indicadores ácido-base”**. Coordine el trabajo experimental y apóyese en el cuestionario correspondiente. Explique la importancia del vire del indicador en la clasificación de los productos en ácidos o bases. Solicite que completen la **Tabla 3 “El comportamiento ácido-base de los materiales con algunos indicadores”**.

- **RECOMENDACIONES.** Repita la indicación de no probar ningún reactivo químico.

**3. REACCIONES CARACTERÍSTICAS DE ÁCIDOS Y BASES.** Solicite a cada uno de los equipos que realicen el **Experimento V. “Reacciones características de ácidos y bases”**. Supervise el desarrollo del experimento apoyándose en el cuestionario correspondiente y en los cuidados que se debe tener al manejar los ácidos y las bases. Solicite que completen la **Tabla 4. “La reactividad característica de los ácidos y las bases”**.

- **RECOMENDACIONES.** Recuerde la importancia de la observación en cualquier actividad experimental.

**4. LA DEFINICIÓN OPERACIONAL DE ÁCIDOS Y BASES.** Solicite a los equipos que socialicen e integren los resultados en la **Tabla 5 “El comportamiento ácido-base de los materiales”** usando los resultados de las actividades experimentales realizadas hasta ahora, con el fin de obtener la definición operacional de los ácidos y las bases.

- **RECOMENDACIONES:** Haga énfasis en la función de la definición operacional y la importancia de la sistematicidad en las actividades experimentales.

**5. LA DEFINICIÓN DE ARRHENIUS.** Solicite a los alumnos que realicen la lectura del **Capítulo 2 “En busca de definiciones conceptuales de ácidos y bases”** desde el inicio hasta la definición de Arrhenius. En plenaria analice las características de la definición y relacione ésta con la teoría de la Disociación Electrolítica y la formación de iones en disolución.

#### **FASE DE CIERRE**

**6. RECAPITULACIÓN.** Solicite a uno o dos alumnos que lean en voz alta la definición operacional y la de Arrhenius de ácidos y bases. Haga una descripción de la trayectoria realizada para obtener la definición operacional de ácido y base y contraste esta definición con la de Arrhenius señalando el valor de cada una de las definiciones.

**7. TAREA.** Solicite del **Capítulo 2 “En busca de definiciones conceptuales de ácidos y bases”** la lectura de la definición de ácidos y bases de Brønsted y Lowry. Indique las ventajas de subrayar las ideas principales al momento de realizar la lectura del documento.

### CLASE 3

**OBJETIVO DEL SUBTEMA.** 1.2.2 Que el estudiante explique el comportamiento de los ácidos y las bases en medio acuoso, a partir de la teoría de Brönsted-Lowry, para que describa la función de estas sustancias en algunos procesos que ocurren en su entorno.

**APRENDIZAJES A LOGRAR.** Explicar el comportamiento de los ácidos y las bases en medio acuoso, a partir de la teoría de Brönsted-Lowry.

**CONOCIMIENTOS PREVIOS.** Clasificar las sustancias en ácidos o bases de acuerdo con las definiciones operacional y de Arrhenius.

#### ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

##### FASE DE APERTURA

**1. ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS PREVIOS.** Realice un breve repaso de la definición operacional y de la Arrhenius haciendo hincapié en la disociación electrolítica de las disoluciones ácidas y básicas.

##### FASE DE DESARROLLO

**2. LA DEFINICIÓN DE ÁCIDO Y BASE DE BRÖNSTED Y LOWRY.** Solicite la socialización de la lectura **La definición de ácidos y bases de Brönsted y Lowry**. Explique las características de la definición y ejemplifique la formación de los ácidos y las bases conjugadas.

**3. LA FUERZA DE LOS ÁCIDOS.** Solicite al grupo que lea el apartado la fuerza de los ácidos del **Capítulo 2 “En busca de definiciones conceptuales de ácidos y bases”** y complete la tabla de los ácidos y sus bases conjugadas. Establezca con el grupo las características de los ácidos fuertes y débiles, es decir, los ácidos fuertes son sustancias con gran tendencia a donar protones.

**4. COMPARACIÓN DE ÁCIDOS FUERTES Y DÉBILES.** Realice la actividad **Experimental VI “Comparación de ácidos fuertes y débiles”**. Explique que la relación entre la fuerza de los ácidos con la velocidad de la reacción no necesariamente es una

relación directa sino que sólo es una manera cualitativa de diferenciar a los ácidos débiles de los fuertes.

**5. EL CARÁCTER ANFÓTERO DEL AGUA.** Exponga detalladamente el carácter anfótero del agua describiendo la constante de equilibrio para la disociación del agua y la relación de las concentraciones de los iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  y  $\text{OH}^-$

#### **FASE DE CIERRE**

**6. RECAPITULACIÓN.** Solicite a uno o dos alumnos que lean en voz alta la definición de ácidos y bases de Brønsted y Lowry y expliquen sus características y la formación de los ácidos y las bases conjugadas y contrasten esta definición con la operacional y la de Arrhenius señalando el valor de cada una de ellas.

**7. TAREA.** Solicite la lectura de los apartados: El pH y la definición de ácidos y bases de Lewis del **Capítulo 2 “En busca de definiciones conceptuales de ácidos y bases”** y que subrayen las ideas principales.

## **CLASE 4**

**OBJETIVOS DE LOS SUBTEMAS.** 1.2.3 Que el estudiante establezca el concepto de pH, a partir de la explicación del comportamiento anfótero del agua y del cálculo de la concentración de iones hidronio; para que conozca la función del pH en diferentes procesos químicos y biológicos. 1.2.4. Que el estudiante describa la reacción entre un ácido y una base; a partir de la teoría de Lewis; para que tenga elementos para explicar el comportamiento ácido-base de todas las sustancias.

### **ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

#### **FASE DE APERTURA**

**1. ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS PREVIOS.** Realice un breve repaso de las definiciones operacional, Arrhenius y Brönsted y Lowry señalando el valor de cada una de ellas.

#### **FASE DE DESARROLLO**

**2. EL pH Y SU CÁLCULO.** Explique el concepto de pH y su relación con la escala de acidez y basicidad. Resuelva uno o más ejemplos para calcular el pH de disoluciones de ácidos fuertes y débiles. Ejemplifique la escala de pH con productos y sustancias de uso cotidiano.

**3. LA DEFINICIÓN DE ÁCIDO Y BASE DE LEWIS.** Solicite a los alumnos que socialicen la lectura del apartado la definición de Lewis del **Capítulo 2 “En busca de definiciones conceptuales de ácidos y bases”**. En plenaria analice las características de la definición y las diferencias con las anteriores definiciones.

**4. NEUTRALIZACIÓN DE ÁCIDOS Y BASES.** Exponga la neutralización de los ácidos con las bases a partir de las tres definiciones revisadas con anterioridad.

#### **FASE DE CIERRE**

**5. RECAPITULACIÓN.** Solicite a uno o dos alumnos que expliquen las características de cada una de las definiciones abordadas de ácidos y bases y lean en voz alta la definición de ácidos y bases de Brönsted y Lowry

**7. TAREA.** Pida a los alumnos que resuelvan los ejercicios incluidos en el material y repasen para su examen.



## **CLASE 5**

**OBJETIVO DEL TEMA.** 1.2 Que el estudiante caracterice el comportamiento ácido-base de las sustancias, a partir de problemas que involucren la identificación de los electrólitos, y el estudio y discusión de las teorías ácido-base (Arrhenius, Brønsted-Lowry y Lewis); para que explique cualitativa y cuantitativamente como ocurren las reacciones entre estas sustancias, así como algunos fenómenos químicos de su entorno.

### **ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

#### **FASE DE APERTURA**

**1. INDICACIONES PARA REALIZAR EL EXAMEN.** Indique a los alumnos las reglas para la resolución del examen: tiempo, uso de la calculadora, no comunicarse entre ellos.

#### **FASE DE DESARROLLO**

**2. REALIZACIÓN DEL EXAMEN.** Entregue los exámenes.

#### **FASE DE CIERRE**

**3. RECOGIDA DE LOS EXÁMENES.** Solicite los exámenes y mencione que se resolverán la siguiente clase.

COLEGIO DE BACHILLERES  
QUÍMICA III  
EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA  
EL COMPORTAMIENTO ÁCIDO-BASE DE LOS MATERIALES

PROFESOR(A) \_\_\_\_\_ CALIF: \_\_\_\_\_

ALUMNO(A): \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_

---

**PROPÓSITO:** Este examen tiene el propósito de detectar cuáles son sus conocimientos básicos de química. No tiene peso para la acreditación.

---

**INSTRUCCIONES:** Lea con atención los siguientes reactivos y anote en el paréntesis la letra de la respuesta correcta.

1. ( ) ¿Cuál de los siguientes cambios es físico?
  - a) La fusión del hielo.
  - b) La oxidación del hierro.
  - c) La combustión de la madera.
  - d) La fermentación de las frutas.
  - e) La neutralización de la acidez.
  
2. ( ) ¿Cuál de los siguientes cambios es químico?
  - a) La ebullición del agua.
  - b) La dilatación de los metales.
  - c) La condensación de un gas.
  - d) La destilación del alcohol.
  - e) La coagulación de la leche.
  
3. ( ) Es un ejemplo de una mezcla
  - a) El cloruro de sodio.
  - b) El dióxido de carbono.
  - c) El latón.
  - d) El cobre
  - e) El agua
  
4. ( ) Es un ejemplo de elemento químico.
  - a) El acero.
  - b) El agua.
  - c) La sal de mesa.
  - d) El aluminio.
  - e) La leche.
  
5. ( ) ¿Qué partícula, que conserva su identidad ante los cambios químicos, es lo más pequeño que forma parte de un ser vivo?
  - a) La célula.
  - b) El agua.
  - c) La molécula.
  - d) El órgano.
  - e) El átomo.

6. ( ) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones contradice el postulado “La materia, en general, está constituida de partículas muy pequeñas”?

La materia es:

- a) Continua.
- b) Impenetrable.
- c) Indestructible.
- d) Única.
- e) Diversa.

7. Las partículas elementales de los átomos son.

- a) Electrones, protones y neutrones.
- b) Moléculas, iones y electrones.
- c) Núcleo, electrones y orbitales.
- d) Cationes, orbitales y protones.
- e) Moléculas, protones y electrones.

8. La fuerza que mantiene unidos a los átomos entre sí y hace que formen una unidad se conoce como.

- a) Enlace químico.
- b) Molécula.
- c) Fuerza iónica.
- d) Energía cinética.
- e) Energía potencial.

9. ( ) El enunciado: Es la representación de una molécula en la que se indica la manera en que los electrones de valencia se encuentran ordenados entre los átomos de una molécula.

- a) Configuración electrónica
- b) Estructura atómica.
- c) Estructura electrónica.
- d) Geometría molecular.
- e) Estructura de Lewis.

10. ( ) La conductividad eléctrica de los metales se debe al movimiento de:

- a) Protones.
- b) Núcleos.
- c) Átomos
- d) Neutrones.
- e) Electrones.

11. ( )Cuál de los siguientes enunciados corresponde al comportamiento de los compuestos iónicos.

- a) Solubles en disolventes no polares.
- b) En disolución no conducen la electricidad.
- c) Tienen punto de fusión bajo (menor de 300°C).
- d) Solubles en disolventes polares.
- e) Tienen punto de ebullición bajo (menor de 500°C).

12. (      ) Cuál de los siguientes enunciados corresponde al comportamiento de los compuestos covalentes.

- a) Insolubles en disolventes no polares.
- b) Son buenos conductores de la electricidad.
- c) Tienen punto de fusión alto (mayor de 500°C).
- d) Insolubles en disolventes polares.
- e) Tienen punto de ebullición bajo (menor de 500°C).

COLEGIO DE BACHILLERES  
QUÍMICA III  
EVALUACIÓN SUMATIVA  
EL COMPORTAMIENTO ÁCIDO-BASE DE LOS MATERIALES

PROFESOR(A) \_\_\_\_\_ CALIF: \_\_\_\_\_

ALUMNO(A): \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_

**PROPÓSITO:** Este examen tiene el propósito de identificar el grado de dominio que tiene sobre los contenidos revisados en esta unidad.

**INSTRUCCIONES:** Lea con atención los siguientes reactivos y anote en el paréntesis la letra de la respuesta correcta.

- ( ) 1. ¿Cuáles de los siguientes productos son ácidos?  
1. El vinagre, 2. Los destapacaños, 3. El melox, 4. La aspirina  
A) 1 y 2  
B) 2 y 3  
C) 3 y 4  
D) 1 y 4  
F) 1 y 3

- ( ) 2. Relacione las siguientes columnas

**Características**

**Tipos de sustancias**

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Tienen sabor agrio.   |           |
| 2. Devuelven el color azul al tornasol enrojecido.                   | a) ácidos |
| 3. Son suaves y jabonosas cuando se restriegan entre los dedos.      | b) bases  |
| 4. Tienen sabor amargo.  |           |
| 5. Vuelven rojas muchas sustancias azules de las plantas.            |           |
| 6. Desprenden gas hidrógeno cuando reaccionan con zinc, hierro, etc. |           |

- A) 1a, 2b, 3a, 4b, 5a y 6b  
B) 1a, 2b, 3b, 4b, 5a y 6a  
C) 1b, 2b, 3a, 4b, 5a y 6a  
D) 1b, 2a, 3a, 4b, 5a y 6b  
F) 1a, 2a, 3b, 4a, 5b y 6a

- ( ) 3. ¿Cuál de los siguientes enunciados corresponde a la definición de las sustancias electrolíticas?  
A) Conducen la corriente eléctrica en disolución acuosa.  
B) No conducen la corriente eléctrica en disolución acuosa.  
C) Son insolubles en disolventes polares como el agua.  
D) Se disuelven sin disociarse.  
E) La sustancia sólo se disuelve.

( ) 4. Las definiciones de ácido y base siguientes: ácido sustancia que contiene  $H^+$  y produce  $H^+$  en disolución acuosa y base sustancia que contiene  $OH^-$  y produce  $OH^-$  en disolución acuosa corresponde a:

- A) Brönsted-Lowry.
- B) Lewis.
- C) Arrhenius.
- D) Pauling.
- E) Bohr.

( ) 5. Las definiciones de ácido y base siguientes: ácido sustancia donadora de protones ( $H^+$ ) y base sustancia aceptora de protones ( $H^+$ ) corresponde a:

- A) Brönsted-Lowry.
- B) Lewis.
- C) Arrhenius.
- D) Pauling.
- E) Bohr.

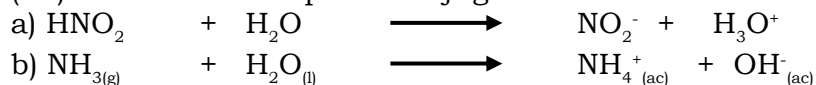
( ) 6. ¿Cuál es el orden cronológico de las definiciones de los ácidos y bases?

1. Boyle, 2. Brönsted- Lowry, 3. Arrhenius, 4. Lewis
- A) 1, 3, 2 y 4
  - B) 1, 2, 4 y 3
  - C) 2, 3, 4 y 1
  - D) 2, 3, 1 y 4
  - F) 2, 4, 1 y 3

( ) 7. Escribe la ecuación de la disociación en agua del ácido  $H_2SO_4$ .

( ) 8. Escribe la ecuación de la disociación en agua de la base  $Ca(OH)_2$ .

( ) 9. Identifica los pares conjugados ácido-base en las siguientes ecuaciones:



( ) 10. Determina el pH de la disolución con la siguiente concentración:

$$[H^+] = 2.0 \times 10^{-1}$$

( ) 11. Una bebida gaseosa carbonatada tiene un pH de 2.5 ¿Cuál es la concentración de  $H^+$  en la bebida?

- A)  $3 \times 10^{-12}M$
- B)  $3 \times 10^{-3}M$
- C)  $4.0 \times 10^{-1}M$
- D)  $1.1 \times 10^1M$
- E)  $2.5 \times 10^{-1}M$

( ) 12. Escribe la reacción de neutralización entre el ácido acético y el hidróxido de sodio acuoso.

### **4.3 LOS MATERIALES PARA LOS ALUMNOS**

# **EL COMPORTAMIENTO ÁCIDO-BASE DE LOS MATERIALES**

## CONTENIDOS

### 1. Introducción

### 2. Identificación del comportamiento ácido-base de los materiales

Características generales de los materiales.  
La conductividad eléctrica de los materiales.  
Los indicadores ácido-base.  
La reactividad característica ácido-base de los materiales.  
Definición operacional de ácidos y bases.

### 3. En busca de definiciones conceptuales de ácido y base, sus comportamientos y aplicaciones

La definición de Boyle.  
La definición de Arrhenius.  
La definición de Brønsted y Lowry.  
La fortaleza de los ácidos.  
El agua como ácido y base.  
El pH.  
La definición de Lewis.  
Neutralización de ácidos con bases.  
Ejercicios

### 4. Anexos

Los antiácidos.  
La teoría de la disociación electrolítica (TDE).  
Disoluciones *Buffer*.  
Indicadores.  
La química dental.

### 5. Glosario.

### 6. Bibliografía.



## CAPITULO 1

### INTRODUCCIÓN

#### EL COMPORTAMIENTO ÁCIDO-BASE DE LOS MATERIALES

El vinagre, la leche cortada y el jugo de limón son productos que tienen un sabor agrio. Otros productos como los destapacaños y los jabones son resbalosos al tacto. A los primeros se les conoce como ácidos y a los segundos como álcalis o bases.

¿Qué otras características presentan estos productos para recibir el nombre de ácidos o bases? En este momento es importante recordar que se pueden encontrar otras propiedades que ayudan a identificar y caracterizar mejor estos productos: **la química, ciencia que estudia la composición, la estructura y el comportamiento de las sustancias**, permite realizar pruebas experimentales para investigar el comportamiento y las propiedades de las sustancias.

Para investigar el comportamiento ácido-base, realizaremos algunas pruebas que ayuden a encontrar que propiedades características de las sustancias definen a los ácidos y a las bases.

Encontraremos una primera definición que se fundamentará en las propiedades fenomenológicas de estas sustancias y posteriormente se presentarán otras definiciones, relacionadas con su estructura y su comportamiento frente a otras sustancias.

Es importante tener en cuenta que los productos comerciales, bien sean de uso doméstico o industrial, están constituidos cuando menos por dos o más sustancias, es decir, no son sustancias puras sino mezclas que se pueden separar por métodos físicos. La sustancia que da la característica al producto y está relacionada con la función o uso del mismo se conoce como sustancia activa.

#### CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN



Muchos productos alimenticios tienen características ácidas o básicas.



Muchos productos de limpieza tienen características ácidas o básicas.

## CAPITULO 2

### IDENTIFICACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ÁCIDO-BASE DE LOS MATERIALES

#### 2.1

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES

Para identificar cualquier sustancia o material, en primer lugar, se debe conocer sus características físicas más generales: estado de agregación, color, sabor y olor. En segundo lugar, si estas características no son suficientes para identificarla, se realizan algunas pruebas más específicas que no dejen lugar a duda sobre el tipo de material en estudio. Con el fin de determinar las características ácidas y básicas de los materiales, se realizarán algunas pruebas sobre su comportamiento general, para plantear una primera definición de este tipo de sustancias.

#### EXPERIMENTO I. Propiedades generales de los materiales

**Objetivo:** Identificar algunas propiedades características de materiales de uso cotidiano.

#### Material y reactivos:

24 tubos de ensayo.

Una gradilla de alambre.

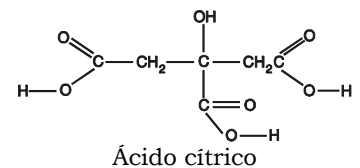
Productos	Sustancia característica	Fórmula
Jugo de limón	Ácido cítrico	$C_6H_8O_7$
Aspirina	Ácido acetilsalicílico	$CH_3COOC_6H_4COOH$
Vinagre	Ácido acético	$CH_3COOH$
Sal de mesa	Cloruro de sodio	$NaCl$
Aceite comestible	Trioleína	$C_{57}H_{38}O_6$
Agua destilada	Agua	$H_2O$
Bicarbonato de sodio	Bicarbonato de sodio	$NaHCO_3$
Melox	Hidróxido de magnesio	$Mg(OH)_2$
	Hidróxido de Aluminio	$Al(OH)_3$
	Hidróxido de calcio	$Ca(OH)_2$
Destapacaño	Hidróxido de sodio	$NaOH$
Azúcar	Sacarosa	$C_{12}H_{22}O_{11}$

#### Procedimiento experimental

Añada a cada uno de los tubos la sustancia enlistada de acuerdo a la siguiente tabla. Use para los líquidos un volumen de 1 mililitro y para los sólidos aproximadamente 1 gramo. Observe las características de los materiales y luego agregue agua destilada, poco a poco, a cada una de las sustancias hasta que se disuelvan por completo o bien hasta asegurarse que no se van a disolver. Anote los resultados en la tabla. Considere que por regla general la disolución de los sólidos aumenta con la temperatura.

#### CAPITULO 2

### IDENTIFICACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ÁCIDO-BASE DE LOS MATERIALES



Gusto (del lat. *gustus* acción de catar) m. sentido corporal con que se perciben los sabores de las cosas. La sensación de gusto se produce por el estímulo causado por ciertas materias sobre las papilas gustativas que hay en la membrana mucosa de la parte superior de la lengua y el fondo del paladar. Sólo cuatro sabores fundamentales se distinguen por medio de las papilas: dulce, salado, amargo y ácido.

## COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA

**Tabla 1.** Características generales de los materiales.

Tubo	Material	Edo. Físico	Color	Olor	Solubilidad en agua
1	Jugo de limón				
2	Aspirina				
3	Vinagre				
4	Sal de mesa				
5	Aceite comestible				
6	Agua destilada				
7	Bicarbonato de sodio				
8	Melox				
9	Destapacaños				
10	Azúcar de mesa				

\*No es recomendable probar directamente ningún reactivo químico en el laboratorio.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con base en las características generales registradas en la tabla

1. ¿Cuáles materiales presentan características comunes?
2. ¿Es posible clasificar los materiales a partir de los resultados registrados?
3. ¿Cuál característica de los materiales consideras la más importante para clasificar las sustancias desde el punto de vista químico?

**2.2****LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS MATERIALES**

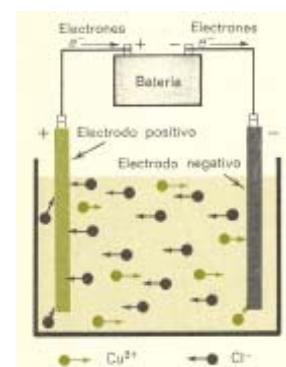
Para clasificar a los productos en electrólitos es necesario saber si sus disoluciones acuosas conducen la electricidad. Las sustancias cuyas disoluciones acuosas son buenas conductoras de electricidad se conocen como electrólitos. Por ejemplo, el agua destilada es mala conductora de la electricidad, sin embargo si disolvemos en ella una pequeña cantidad de ácido, base o sal, su conductividad eléctrica se hace apreciable. Lo anterior se explica porque las sustancias agregadas en disolución acuosa se disocian en iones positivos (cationes) y negativos (aniones) que se mueven con libertad dentro de la disolución y son capaces de conducir la corriente eléctrica.

**EXPERIMENTO II. Clasificación de los materiales en electrólitos y no electrólitos**

**Objetivo:** Investigar la conductividad eléctrica de los materiales en disolución acuosa.

**Material y reactivos:**

12 vasos de precipitados de 100 mL.  
Circuito eléctrico.

**CAPÍTULO 2**  
**IDENTIFICACIÓN DEL**  
**COMPORTAMIENTO**  
**ÁCIDO-BASE DE LOS**  
**MATERIALES**


Representación del pasaje de la corriente eléctrica a través de una disolución de cloruro de cobre

Productos	Sustancia característica	Fórmula
Jugo de limón	Ácido cítrico	$C_6H_8O_7$
Aspirina	Ácido acetilsalicílico	$CH_3COOC_6H_4COOH$
Vinagre	Ácido acético	$CH_3COOH$
Sal de mesa	Cloruro de sodio	$NaCl$
Aceite comestible	Trioleína	$C_{57}H_{38}O_6$
Agua destilada	Agua	$H_2O$
Bicarbonato de sodio	Bicarbonato de sodio	$NaHCO_3$
Melox	Hidróxido de magnesio	$Mg(OH)_2$
	Hidróxido de Aluminio	$Al(OH)_3$
	Hidróxido de calcio	$Ca(OH)_2$
Destapacaño	Hidróxido de sodio	$NaOH$
Azúcar	Sacarosa	$C_{12}H_{22}O_{11}$

**CAPITULO 2**  
**IDENTIFICACIÓN DEL**  
**COMPORTAMIENTO**  
**ÁCIDO-BASE DE LOS**  
**MATERIALES**

**Procedimiento experimental:**

Prepare las disoluciones acuosas de cada uno de los materiales enlistados. Monte un circuito eléctrico y observe si el foco prende al sumergir los electrodos en las respectivas disoluciones. En caso de usar corriente alterna es recomendable cubrir cada parte descubierta del cable. Anote sus observaciones en la tabla 2. Para preparar las disoluciones es necesario usar agua destilada ya que de otra manera el agua puede tener sales disueltas que conduzcan la electricidad. Mida el pH del agua destilada. Es importante considerar que no se están utilizando sustancias puras sino mezclas.

**COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA**

Tabla 2. La conductividad eléctrica de los materiales en disolución acuosa

Vaso de precipitados	Disoluciones acuosas del Material	Conductividad
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Explique la conductividad eléctrica de los materiales tomando en cuenta la teoría de la disolución electrolítica (TDE).

¿Es posible clasificar los materiales por su conductividad eléctrica en disolución acuosa?

**2.3****LOS INDICADORES ÁCIDO-BASE**

Los indicadores ácido-base son colorantes orgánicos que se adicionan a una disolución para indicar, por cambio de color, cuando cambia la concentración de los iones hidrógeno. Por ejemplo, el indicador fenolftaleína es incoloro en disolución ácida y rojo en disolución básica. Si se añade fenolftaleína a una disolución desconocida de ácido, la disolución permanecerá incolora pero si luego se le agrega una base la disolución cambia ligeramente de incolora a roja.

**Experimento III. Preparación de un indicador ácido-base.**

**Objetivo:** Preparar un indicador vegetal que sirva para distinguir los materiales ácidos de los básicos.

**Material y reactivos**

Un cuarto de litro de agua destilada	Un trozo de tela de algodón o papel filtro
Una col morada	8 tubos de ensayo
Dos frascos de aproximadamente 500 mL	Gradilla de alambre
	Goteros

**Procedimiento experimental**

Pique la col morada en pedazos pequeños y colóquelos en un frasco. Caliente el agua destilada a ebullición y llene con ésta el frasco que contiene la col morada. Deje enfriar la infusión a temperatura ambiente, filtre la disolución y colóquela en un frasco limpio. Almacene la disolución obtenida en el refrigerador.

**ACTIVIDADES**

Investigue el significado de los siguientes términos: extracción, infusión, pH, indicador ácido-base, disolución buffer y otros nombres para estas disoluciones.

**Experimento IV. Clasificación de los materiales según su comportamiento con los indicadores ácido-base**

**Objetivo:** Realizar pruebas específicas con algunos materiales para conocer su comportamiento ácido-base.

**Material y reactivos:**

36 tubos de ensayo	Ácido sulfúrico
Una gradilla de alambre.	Ácido clorhídrico
Indicador col morada	Hidróxido de sodio
Indicador universal	Hidróxido de potasio
Fenolftaleína	Piedra caliza
Papel pH	Zinc

**CAPITULO 2****IDENTIFICACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ÁCIDO-BASE DE LOS MATERIALES**

Productos	Sustancia característica	Fórmula
Jugo de limón	Ácido cítrico	$C_6H_8O_7$
Aspirina	Ácido acetilsalicílico	$CH_3COOC_6H_4COOH$
Vinagre	Ácido acético	$CH_3COOH$
Sal de mesa	Cloruro de sodio	$NaCl$
Agua destilada	Agua	$H_2O$
Bicarbonato de sodio	Bicarbonato de sodio	$NaHCO_3$
Melox	Hidróxido de magnesio	$Mg(OH)_2$
	Hidróxido de Aluminio	$Al(OH)_3$
	Hidróxido de calcio	$Ca(OH)_2$
Destapacaño	Hidróxido de sodio	$NaOH$

**CAPÍTULO 2**  
**IDENTIFICACIÓN DEL**  
**COMPORTAMIENTO**  
**ÁCIDO-BASE DE LOS**  
**MATERIALES**

### Procedimiento experimental

Prepare tres series de tubos de ensayo con las sustancias o productos enlistados en la siguiente tabla. Observe el color que adquiere el papel pH con cada una de las sustancias. Luego a la primera serie añádale fenolftaleína,\* a la segunda indicador universal y a la tercera extracto de col morada. Registre sus observaciones en la tabla. Los tubos deben lavarse con agua destilada para evitar se contaminen y dificulte la determinación del color que presentan los productos con los indicadores.

#### COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA

**Tabla 3.** Comportamiento ácido-base de los materiales con algunos indicadores.

Tubo	Sustancia o material en disolución acuosa	Color con fenolftaleína	Color con indicador universal	Color con la col morada	Valor con papel pH
1	Jugo de limón				
2	Aspirina				
3	Vinagre				
4	Sal de mesa				
5	Agua destilada				
6	Bicarbonato de sodio				
7	Melox				
8	Destapacaño				

\*Si no es fácil conseguir la fenolftaleína puede usarse en su lugar "Agarol". El "Agarol" contiene fenolftaleína y se consigue en cualquier farmacia.

#### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué pH tienen las disoluciones de los tubos 2, 3 y 4, ácido o básico?
2. ¿Qué pH tienen las disoluciones de los tubos 6, 7 y 8, ácido o básico?
3. Si el valor de 7, indica un pH neutro. ¿Qué color presenta el tubo que contiene la disolución *buffer* de pH=7?



La actividad experimentales se llevan a cabo con base en procedimientos.

4. ¿Existe alguna secuencia en el color de las disoluciones de los tubos 2 a 8? ¿Cuál es esa secuencia?

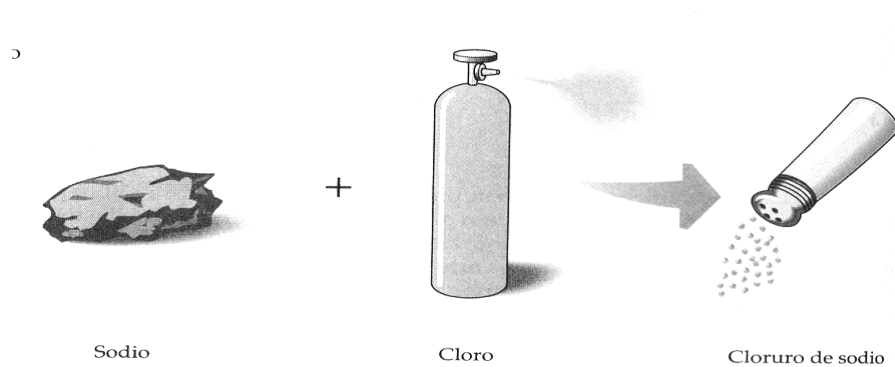
5. Escriba tres conclusiones respecto al comportamiento del extracto de col morada, como indicador ácido-base.

**CAPITULO 2**  
**IDENTIFICACIÓN DEL**  
**COMPORTAMIENTO**  
**ÁCIDO-BASE DE LOS**  
**MATERIALES**

**2.4**

**LA REACTIVIDAD CARACTERÍSTICA ÁCIDO-BASE DE LOS MATERIALES.**

Los cambios químicos ocurren cuando una o más sustancias se transforman en una o más sustancias nuevas. Por ejemplo, la combustión de la madera, la oxidación de un clavo. Las reacciones químicas que ocurren en los cambios químicos se representan por medio de ecuaciones. Los reactivos son las sustancias que se transforman y los productos las resultantes.



**Experimento V. Reacciones características de ácidos y bases**

Objetivo: realizar algunas reacciones características de los ácidos y las bases.

**Material y reactivos:**

Una espátula	Piedra caliza
Ácido clorhídrico	Zinc
Ácido sulfúrico	Fenolftaleína
Hidróxido de sodio	Col morada
Hidróxido de potasio	

**Procedimiento experimental**

Prepare cuatro series de tubos de ensayo con las sustancias o productos enlistados en la siguiente tabla. A cada serie añada uno de los siguientes reactivos: piedra caliza, zinc en polvo, fenolftaleína, extracto de col morada. Registre las características que presentan las reacciones. Para las sustancias sólidas tome una pequeña porción con la punta de una espátula y para los líquidos 1 mL.

## COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA

**CAPITULO 2**  
**IDENTIFICACIÓN DEL**  
**COMPORTAMIENTO**  
**ÁCIDO-BASE DE LOS**  
**MATERIALES**
**Tabla 4.** La reactividad característica de los ácidos y las bases.

Tubo	Sustancia o material en solución acuosa	Reacción con la piedra caliza	Reacción con el Zinc	Color con fenoltaleína	Color con col morada
1	Ácido clorhídrico				
2	Ácido sulfúrico				
3	Hidróxido de sodio				
4	Hidróxido de potasio				

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Investigue y escriba la fórmula de la piedra caliza.

¿Cuál es la característica común de las reacciones de los ácidos y las bases con la piedra caliza?

¿Cuál es la característica común de las reacciones de los ácidos y las bases con el zinc?

De acuerdo con el color que dieron los compuestos en presencia del extracto de col morada, ¿Cuáles presentan comportamiento ácido y cuáles básico?



## 2.5

**DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES\***

Con el fin de llegar a la definición operacional de los ácidos y las bases completa la siguiente tabla teniendo como base los resultados de los experimentos anteriormente realizados.

**CAPITULO 2**  
**IDENTIFICACIÓN**  
**DEL**  
**COMPORTEAMIENTO**  
**ÁCIDO-BASE DE**  
**LOS MATERIALES**

Tabla 5. El comportamiento ácido-base de los materiales

Productos	Sustancia característica	Fórmula	Características generales	Electrólito	Comportamiento con indicadores
Jugo de limón	Ácido ascórbico	$C_6H_8O_7$			
Aspirina	Ácido acetilsalicílico	$CH_3COOC_6H_4COOH$			
Vinagre	Ácido acético	$CH_3COOH$			
Sal de mesa	Cloruro de sodio	$NaCl$			
Aceite comestible					
Agua	Agua	$H_2O$			
Bicarbonato de sodio	Bicarbonato de sodio	$NaHCO_3$			
Melox	Hidróxido de magnesio	$Mg(OH)_2$			
	Hidróxido de Aluminio	$Al(OH)_3$			
	Hidróxido de calcio	$Ca(OH)_2$			
Destapacaño	Hidróxido de sodio	$NaOH$			
Azúcar de mesa	Sacarosa	$C_{11}H_{22}O_{11}$			

\*Una definición es un enunciado de lo que es una cosa. Mediante una definición podemos dividir el universo en dos clases: una clase contiene todos los objetos que cumplen la definición, la otra contiene todos los objetos que no la cumplen, La definición *operacional* proporciona el criterio que deberá aplicarse al realizar esta clasificación. Una definición operacional expresa las mediciones y observaciones (operaciones) que deberán realizarse para decidir si un objeto pertenece a cierta clase de objetos

**ACTIVIDAD**

Resuma a manera de definición las propiedades de los ácidos y de las bases. Por ejemplo:

Los ácidos son aquellas sustancias o materiales que tienen sabor agrio...

Las bases son aquellas sustancias o materiales que tienen sabor amargo, son resbalosas al tacto...

**CAPITULO 3****EN BUSCA DE DEFINICIONES CONCEPTUALES DE ÁCIDOS Y DE BASES****3.1****ESTRUCTURA Y COMPORTAMIENTO DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES**

Con el fin de llegar a una definición conceptual de ácidos y bases analicemos la estructura y el comportamiento de nuestros modelos, el vinagre para los ácidos y el destapacaños para las bases en disolución acuosa. Para ello, recordemos que la Teoría de la Disociación Electrolítica (TDE) explica el papel del agua en los procesos de disolución acuosa y establece que cuando una sustancia como la sal se disuelve en agua se disocia en iones sin necesidad de corriente eléctrica.

En la siguiente tabla se presentan los materiales modelo. Escribe de cada uno de ellos: el nombre y la fórmula de la sustancia activa, la reacción de disociación en agua y la presencia de iones hidrógeno,  $H^+$ , o hidróxido,  $OH^-$ .

COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA

**Tabla 6.** El comportamiento ácido-base de los materiales modelo.

Sustancia o material	Sustancia activa	Fórmula	Disociación en agua	Presencia de los iones hidrógeno o hidróxido en solución acuosa.	Tipo de sustancia (ácido o base)
Vinagre					
Destapacaños					

Por otra parte, existen otras sustancias que presentan el mismo comportamiento en disolución acuosa que el vinagre y el destapacaños, es decir, se disocian cuando se disuelven en agua y producen iones hidrógeno,  $H^+$ , o hidróxido  $OH^-$ . Por ejemplo: el ácido clorhídrico,  $HCl$ ; el ácido nítrico,  $HNO_3$ ; el ácido sulfúrico,  $H_2SO_4$ ; hidróxido de potasio,  $KOH$ , etcétera.

**CAPITULO 3**  
**EN BUSCA DE**  
**DEFINICIONES**  
**CONCEPTUALES DE**  
**ÁCIDOS Y DE BASES**

## COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA

**CAPITULO 3**  
**EN BUSCA DE**  
**DEFINICIONES**  
**CONCEPTUALES DE**  
**ÁCIDOS Y DE BASES**
**Tabla 7.** Clasificación de los materiales en ácidos y bases.

Sustancia o material	Sustancia activa	Fórmula	Disociación en agua	Presencia de iones H <sup>+</sup> u OH <sup>-</sup>	Tipo de sustancia (ácido o base)
Jugo de limón	Ácido ascórbico	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>			
Aspirina	Ácido acetilsalicílico	CH <sub>3</sub> COOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH			
Vinagre	Ácido acético	CH <sub>3</sub> COOH			
Sal de mesa	Cloruro de sodio				
Agua	Agua	H <sub>2</sub> O			
Bicarbonato de sodio	Bicarbonato de sodio	NaHCO <sub>3</sub>			
Melox	Hidróxido de magnesio	Mg(OH) <sub>2</sub>			
	Hidróxido de Aluminio	Al(OH) <sub>3</sub>			
	Hidróxido de calcio	Ca(OH) <sub>2</sub>			

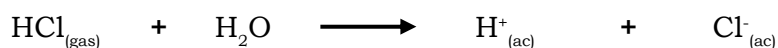
## ACTIVIDAD

Con base en el análisis de las fórmulas y el tipo de sustancia de la tabla anterior indique cual es la característica común que presentan los ácidos y las bases.

**3.2****LA DEFINICIÓN DE ÁCIDOS Y BASES DE ARRHENIUS**

La característica de los ácidos es la presencia de iones H<sup>+</sup>, mientras que, la de las bases es de iones OH<sup>-</sup>, tal como se puede observar a partir del análisis de la estructura y el comportamiento de las disoluciones acuosas del ácido acético, CH<sub>3</sub>COOH, (vinagre) y del hidróxido de sodio, NaOH, (destapacaños) usadas como modelos de ácidos y bases.

Svante August Arrhenius, al investigar las conductividades electrolíticas de muchas disoluciones acuosas de diferentes concentraciones llegó a la conclusión de que los iones pueden existir como tales en un soluto, disociándose unos de otros por simple disolución en agua. Por ejemplo, el cloruro de hidrógeno (HCl) es un gas que no cambia el color del papel tornasol, sin embargo cuando se disuelve en agua se transforma en ácido clorhídrico y cambia el papel tornasol a rojo. La siguiente ecuación muestra la disociación acuosa del cloruro de hidrógeno (HCl).



La característica de los ácidos es la presencia de iones hidrógeno.

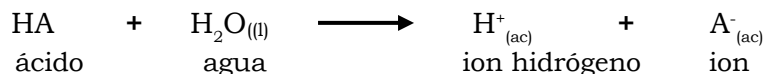


La característica de las bases es la presencia de iones hidróxidos.

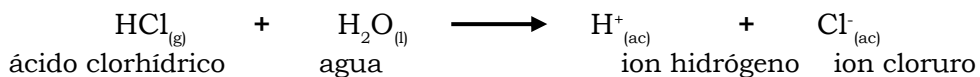
El gas cloruro de hidrógeno (HCl) es un compuesto covalente en el cual los átomos de hidrógeno y de cloro que forman las moléculas comparten sus electrones; sin embargo, cuando se disuelven en agua las moléculas se disocian formando iones, los átomos de hidrógeno pierden su electrón convirtiéndose en iones hidrógeno mientras que, los átomos de cloro ganan un electrón convirtiéndose en iones cloruro.

A partir de sus observaciones Arrhenius definió a **los ácidos como sustancias que tienen hidrógenos en su composición y que en disolución acuosa se disocian formando iones hidrógeno (H<sup>+</sup>)**.

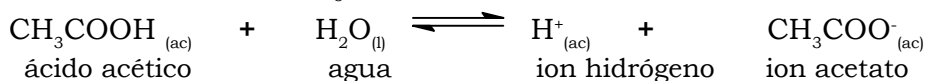
De acuerdo con la definición anterior el modelo general para la disociación de un ácido se representa de la siguiente forma:



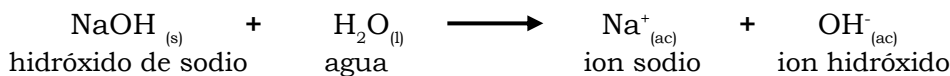
Por lo que la reacción de disociación del cloruro de hidrógeno, HCl, se representa como sigue:



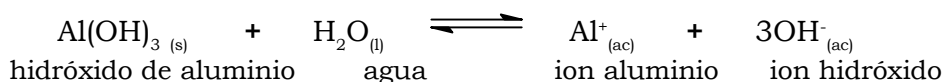
Para el ácido acético, CH<sub>3</sub>COOH, la reacción de disociación es:



Las bases o álcalis, al igual que los ácidos son disociados al disolverse en agua. Por ejemplo el hidróxido de sodio, NaOH, que es una base muy usada en el laboratorio y ejemplo típico de una base es disociada de acuerdo a la siguiente reacción.



De la misma manera la disociación del hidróxido de aluminio, Al(OH)<sub>3</sub>, es como sigue:



Arrhenius definió a las **bases como sustancias que en disolución acuosa, se disocian liberando iones hidróxido (OH<sup>-</sup>)**.

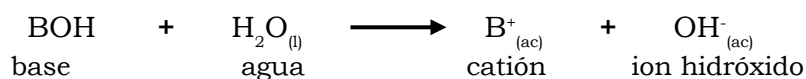
De acuerdo con la definición anterior el modelo general para la disociación de una base se representa de la siguiente forma:

**CAPITULO 3**  
**EN BUSCA DE**  
**DEFINICIONES**  
**CONCEPTUALES DE**  
**ÁCIDOS Y DE BASES**



**Svante August Arrhenius**  
(1859-1927)

Físico y químico sueco, nacido cerca de Uppsala y muerto en Estocolmo. Svante August Arrhenius cursó sus estudios en las universidades de Uppsala y Estocolmo. Arrhenius formuló su teoría de la ionización o disociación electrolítica. Esta teoría fue objeto de muchos ataques, especialmente por lord Kelvin, pero Arrhenius se vio apoyado por Jacobus Van't Hoff, en cuyo laboratorio había trabajado como becario extranjero (1886-90), y por Wilhelm Ostwald; cuando, por fin, resultó ampliamente aceptada en los medios científicos, le valió a su autor la concesión del premio Nobel de Química del año 1903.

**3.3****LA DEFINICIÓN DE ÁCIDOS Y BASES DE BRÖNSTED-LOWRY**

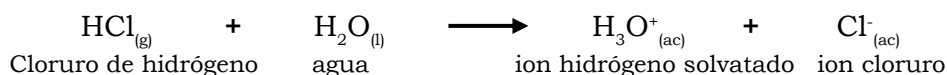
La definición de ácidos y bases de Brönsted y Lowry es más amplia que la definición de Arrhenius, sin embargo ésta permitió comprender las características de estas sustancias, aunque presenta algunas limitaciones, por ejemplo, no tener en cuenta sustancias con características ácido-base que no tienen iones  $\text{H}^+$  u  $\text{OH}^-$  en su estructura. Con el fin de subsanar estas limitaciones, Brönsted y Lowry establecieron la siguiente definición de los ácidos y las bases.

**Los ácidos son sustancias que actúan como donadoras de protones**

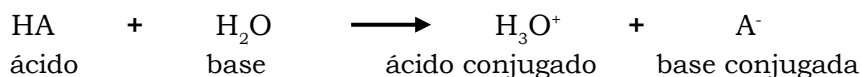
**Las bases son sustancias que actúan comoceptoras de protones**

De acuerdo con las definiciones de Brönsted-Lowry una reacción ácido-base es aquella en la cual se lleva a cabo intercambio de protones. Por ejemplo, cuando se disuelve cloruro de hidrógeno en agua, la molécula de  $\text{HCl}$  (el ácido) dona un protón a la molécula de agua  $\text{H}_2\text{O}$  (una base)

para formar  $\text{H}_3\text{O}^+$  y  $\text{Cl}^-$  como se observa en la siguiente ecuación:

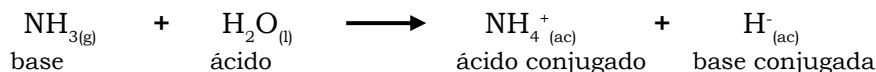


En el modelo de Brönsted-Lowry para la reacción que ocurre cuando se disuelve un ácido en agua se representa de la siguiente manera:



En la ecuación anterior se observa que cuando el ácido  $\text{HA}$  dona un protón a la molécula de agua,  $\text{H}_2\text{O}$ , se forma un nuevo ácido,  $\text{H}_3\text{O}^+$ , el ácido conjugado, y una nueva base,  $\text{A}^-$ , la base conjugada. El ácido conjugado se forma cuando el protón se transfiere a la base y la base conjugada se forma con lo que queda de la molécula del ácido después de perder su protón.

La reacción ácido-base del amoníaco,  $\text{NH}_3$ , con el agua,  $\text{H}_2\text{O}$ , se expresa en la siguiente ecuación.

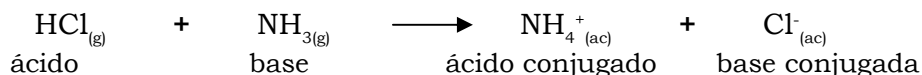
**CAPITULO 3****EN BUSCA DE  
DEFINICIONES  
CONCEPTUALES DE  
ÁCIDOS Y DE BASES**

**Johannes Nicolaus  
Brönsted**  
(1879-1947)

Químico danés, nacido en Varde. En 1908 recibió el título de doctor en Filosofía y un cargo de profesor de química en la Universidad de Copenhague. Sus trabajos más importantes fueron en el campo de la termodinámica. En 1923 anunció una teoría revolucionaria como resultado de los experimentos con ácidos y bases en solución. En 1935, Brönsted fue nombrado miembro de la Royal Society de Londres.

En esta reacción el amoníaco,  $\text{NH}_3$ , es la base, el agua,  $\text{H}_2\text{O}$ , el ácido, el ión amonio,  $\text{NH}_4^+$ , el ácido conjugado y el ión hidróxido,  $\text{OH}^-$ , la base conjugada.

De la misma manera, la reacción del amoníaco,  $\text{NH}_3$ , con cloruro de hidrógeno se expresa de la siguiente manera.



El amoníaco,  $\text{NH}_3$ , es la base y el cloruro de hidrógeno,  $\text{HCl}$ , el ácido, el ión amonio,  $\text{NH}_4^+$ , el ácido conjugado y el ión cloruro,  $\text{Cl}^-$ , la base conjugada.

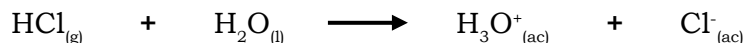
A las sustancias que pueden reaccionar como ácidos o bases se les conoce como anfóteros. Por ejemplo, el papel del agua al reaccionar con el  $\text{HCl}$  es de base, mientras que, cuando lo hace con el amoníaco,  $\text{NH}_3$ , es de ácido.

En conclusión: de acuerdo con la definición de Brönsted-Lowry en las reacciones ácido-base, el ácido se disocia en dos componentes: uno, el protón, que se une a la base del otro compuesto y otro la base conjugada. Por otra parte, la base al combinarse con el ácido y aceptar el protón se convierte en el ácido conjugado.

### 3.4

#### LA FUERZA DE LOS ÁCIDOS

¿En dónde radica la fuerza de los ácidos y de las bases? De acuerdo con la definición de Brönsted-Lowry un ácido **es una especie que dona protones**. Por lo que es posible considerar que el carácter ácido de una sustancia se acentuará si cede sus protones con más facilidad. Por ejemplo, cuando el cloruro de hidrógeno se disuelve en agua las moléculas de  $\text{HCl}$  pierden su protón de manera fácil y rápida.



La reacción ocurre casi totalmente hacia la derecha, porque la mayor parte de las moléculas de  $\text{HCl}$  se disocian. El  $\text{HCl}$  es un ácido fuerte, es decir, se le llama ácido fuertemente disociado. Esto es la consecuencia de estar en contacto con una base más fuerte que la base  $\text{Cl}^-$ . Cabe señalar que están presentes el factor anterior y el hecho de que haya 55.5 moles/L de  $\text{H}_2\text{O}$ , frente a un mol o fracción mol de  $\text{HCl}$ .

### CAPÍTULO 3 EN BUSCA DE DEFINICIONES CONCEPTUALES DE ÁCIDOS Y DE BASES



**Thomas Martin Lowry**  
(1874 – 1936)

Físico y químico inglés. Nació en **Low Moor, Bradford, West Yorkshire**.

Estudió química con Henry Armstrong, un químico inglés interesado mayormente en la química orgánica, pero también en la ionización en soluciones acuosas.

En 1923, de forma independiente, el danés Johannes Nicolaus Brönsted y el inglés Lowry mejoran la teoría de Arrhenius.

## ACTIVIDAD

Escribe en la siguiente tabla las bases conjugadas de los ácidos correspondientes.

Ácido	Base conjugada
HCl	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	
HCOOH	
CH <sub>3</sub> COOH	
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	
H <sub>2</sub> S	
HCIO	

**CAPITULO 3**  
**EN BUSCA DE**  
**DEFINICIONES**  
**CONCEPTUALES DE**  
**ÁCIDOS Y DE BASES**

Los ácidos fuertes son sustancias con gran tendencia a donar protones mientras que sus bases conjugadas son muy débiles, tienen muy poca tendencia a retenerlos. Por lo que mientras más débil es la base conjugada correspondiente más fuerte será el ácido. De la misma manera, si la base es muy fuerte, el ácido conjugado es muy débil.

En la siguiente tabla se presentan algunos ácidos y sus bases correspondientes en orden de mayor a menor fortaleza. Las bases conjugadas de los ácidos fuertes, es decir las bases débiles, están en el extremo superior de la columna mientras que en la parte inferior de la misma se encuentran las bases conjugadas de los ácidos más débiles, es decir, las bases fuertes.

	Nombre del ácido	Fórmula del ácido (HA)	Base conjugada (A <sup>-</sup> )	
A u m e n t a  l a  f u e r z a  d e l  á c i d o	Yodhídrico	HI	I <sup>-</sup>	A u m e n t a  l a  f u e r z a  d e l  a b a s e
	Perclórico	HClO <sub>4</sub>	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
	Bromhídrico	HBr	Br <sup>-</sup>	
	Clorhídrico	HCl	Cl <sup>-</sup>	
	Sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
	Ion hidrógeno solvatado	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O	
	Sulfuroso	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
	Ion hidrogensulfato	HSO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	
	Fosfórico	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
	Fórmico	HCOOH	HCOO <sup>-</sup>	
	Láctico	CH <sub>3</sub> CH(OH)COOH	CH <sub>3</sub> CH(OH)COO <sup>-</sup>	
	Acético(etanoico)	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	
	Carbónico	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
	Sulfhídrico	H <sub>2</sub> S	HS <sup>-</sup>	
	Hipocloroso	HCIO	CIO <sup>-</sup>	
	Hipobromoso	HBrO	BrO <sup>-</sup>	
	Bórico	B(OH) <sub>3</sub>	B(OH) <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
	ion amonio	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub>	
	Cianhídrico	HCN	CN <sup>-</sup>	
	Ion bicarbonato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	
Hipoyodoso	HIO	IO <sup>-</sup>		
Ion metilamonio	CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>		
Ion hidrogensulfuro	HS <sup>-</sup>	S <sup>-2</sup>		
Ion hidrogenofosfato	HPO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>		

**Experimento VI: Comparación de ácidos fuertes y débiles**

**Objetivo:** Comparar experimentalmente un ácido fuerte y uno débil y analizarlos bajo la definición de Brönsted-Lowry

**Materiales y reactivos:**

Cinta de magnesio  
 Ácido clorhídrico  
 Ácido acético  
 Mármol  
 Indicador universal  
 Agua destilada  
 Tubos de ensayo

**Procedimiento experimental**

Tome dos tubos de ensayo, en el primero vierta 2 mL de ácido clorhídrico y en el segundo 2 mL de ácido acético. Los ácidos a la misma concentración. Agregue, al mismo tiempo, a cada uno un trozo de magnesio de 1 cm. de largo, previamente limpiados y secados. Compare la velocidad de reacción. Repita lo anterior con mármol en lugar de magnesio. Dos trozos de igual tamaño, de preferencia con la misma superficie de reacción.

COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA

**Tabla 9.** velocidad de reacción

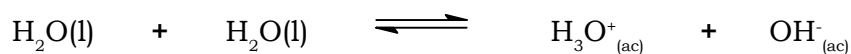
Ácido	Velocidad con el magnesio	Velocidad con el mármol
Ácido clorhídrico		
Ácido acético		

**ACTIVIDAD**

Investigue cuanto vale la constante de acidez de los ácidos acético y clorhídrico. Analice éste criterio para diferenciar un ácido fuerte de uno débil.

**3.5****EL AGUA COMO ÁCIDO Y BASE**

El agua es una sustancia anfótera, puede actuar como ácido y como base. En el proceso de ionización una molécula de agua (base) toma un protón de otra molécula de agua formando un ion hidronio (ácido) y queda libre un ion hidróxido (base) de acuerdo con la siguiente ecuación.



ácido conjugado-1      base conjugada-1      ácido conjugado-2      base conjugada 2

En esta reacción una molécula de agua actúa como base al captar un protón y la otra actúa como ácido al ceder un protón.

**CAPITULO 3**  
**EN BUSCA DE**  
**DEFINICIONES**  
**CONCEPTUALES DE**  
**ÁCIDOS Y DE BASES**



Para facilitar el manejo de esta situación conviene representar la ionización mediante la siguiente ecuación:



E incluso, se simplifica aún más:



La constante de equilibrio  $K_e$  para la disociación del agua se representa de la siguiente manera:

$$K_e = [\text{H}^+][\text{OH}^-] / [\text{H}_2\text{O}]$$

como  $[\text{H}_2\text{O}]$  se puede considerar como una constante, ya que de 55.5 mol/L sólo un mol o menos aún actúa como ácido  $\text{H}^+$  y como base  $\text{OH}^-$ , por lo que la  $K_e$  se expresa de la siguiente manera

$$K_{\text{ion}(\text{H}_2\text{O})} = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

La constante  $K_w$  recibe el nombre de constante de disociación del agua.

Experimentalmente se conoce que a 25°C la concentración de los iones  $\text{H}^+$  e hidróxido es la misma

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \text{M} \text{ por lo que}$$

$$K_{\text{ion}(\text{H}_2\text{O})} = K_{\text{ion}} = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = (1 \times 10^{-7} \text{M})(1 \times 10^{-7} \text{M}) = 1 \times 10^{-14} \text{M}$$

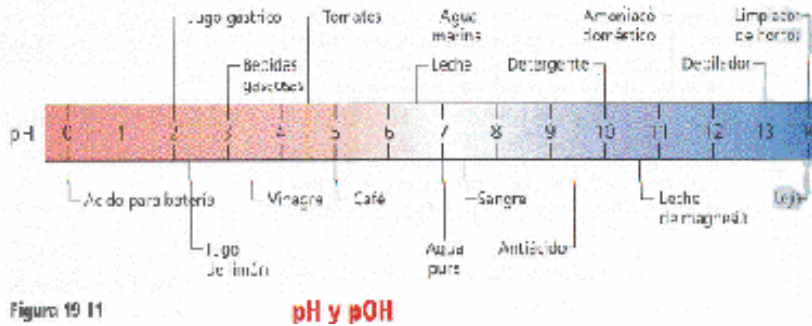
El valor de  $K_{\text{ion}}$  es constante. De la misma manera en cualquier disolución acuosa a 25°C, sin importar su contenido, el producto de  $[\text{H}^+]$  por  $[\text{OH}^-]$  siempre es igual a  $1 \times 10^{-14} \text{M}$ . Esto quiere decir que si  $[\text{H}^+]$  aumenta,  $[\text{OH}^-]$  debe disminuir para que el producto de ambas concentraciones siga siendo  $1 \times 10^{-14}$ .

Lo anterior permite relacionar el carácter de las disoluciones con la concentración de iones hidróxidos e iones  $\text{H}^+$  presentes. En la siguiente tabla se observa esta relación.

Carácter de la disolución	Relación de la concentración de iones hidrógeno solvatados e hidróxido
Neutra	Igual concentración de iones hidrógeno solvatados e hidróxido $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \text{M}$
Ácida	Mayor concentración de iones hidrógeno solvatados que de hidróxido. $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$
Básica	Menor concentración de iones hidrógeno solvatados que de hidróxido. $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$

**3.6****EL pH**

El pH de una disolución acuosa es una medida de la acidez y la basicidad de una sustancia. Debido a la dificultad de comparar concentraciones con exponentes negativos surgió el concepto de pH.



El potencial de hidrógeno, pH, se define como

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}_3\text{O}^+].$$

¿Cuál será el pH del agua pura?

El agua pura contiene  $[\text{H}^+] = 1 \times 10^{-7} \text{M}$ . Por lo que su pH es 7.

Para una disolución que contiene mayor número de iones  $\text{H}^+$  o sea que su concentración es mayor de  $1 \times 10^{-7} \text{M}$  su pH es menor que siete por lo que es una sustancia ácida.

El siguiente cuadro resume las concentraciones que definen el carácter ácido o básico de una disolución. La primera columna registra las concentraciones de  $\text{H}^+$  en mol/L, y la segunda la expresa como pH.

Carácter de la disolución	Concentración de iones $\text{H}^+$	pH
Ácida	mayor de $1 \times 10^{-7} \text{M}$ , ( $1 \times 10^{-6} \dots 1 \times 10^{-0}$ )	0-6.9
Neutra	igual a $1 \times 10^{-7} \text{M}$	7
Básica	menor de $1 \times 10^{-7} \text{M}$ , ( $1 \times 10^{-8} \dots 1 \times 10^{-14}$ )	7.1-14

**CAPITULO 3**  
**EN BUSCA DE**  
**DEFINICIONES**  
**CONCEPTUALES DE**  
**ÁCIDOS Y DE BASES**

## 3.7

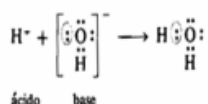
## LA DEFINICIÓN DE ÁCIDO-BASE DE LEWIS

Gilbert N. Lewis establece que las reacciones ácido-base son un intercambio molecular de pares de electrones. Por lo que define estos conceptos como:

**Un ácido es cualquier sustancia capaz de aceptar un par de electrones para formar un enlace covalente.**

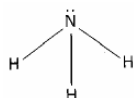
**Una base es una sustancia que puede donar un par de electrones para formar un enlace covalente.**

En otras palabras, para Lewis un *ácido* es un receptor de un par de electrones, y una *base* es un donador de un par de electrones. Por lo tanto, las reacciones ácido-base de Lewis consisten en la formación de un enlace covalente coordinado en la que una especie dona un par electrónico y otra lo acepta.

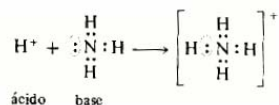


En este caso, el par de electrones del oxígeno forma un enlace covalente con el protón. El ion  $\text{OH}^-$  es una base pues dona un par de electrones al enlace, mientras que el  $\text{H}^+$  es un ácido porque acepta el par electrónico.

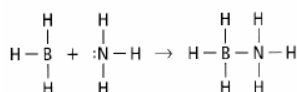
Para Lewis, el amoníaco,  $\text{NH}_3$ , es una base puesto que el nitrógeno tal y como se observa en su estructura electrónica tiene un par de electrones para compartir.



El nitrógeno con ése par electrónico puede formar un enlace covalente, como en la siguiente reacción.



De la misma manera, en la reacción del hidruro de boro,  $\text{BH}_3$ , con el amoníaco,  $\text{NH}_3$ , se observa que el  $\text{BH}_3$  es un ácido de Lewis puesto que puede aceptar un par electrónico en su orbital vacío, el cual se llena con el par electrónico del nitrógeno del amoníaco, como se puede observar en la siguiente reacción.



La definición de Lewis, debido a su generalidad, incluye muchas sustancias que no quedarían en la definición de Arrhenius o de Brönsted-Lowry. Sin embargo, para sistemas acuosos los términos ácido y base que se emplean usualmente son los de Arrhenius y los de Brönsted-Lowry.

**CAPITULO 3**  
**EN BUSCA DE**  
**DEFINICIONES**  
**CONCEPTUALES DE**  
**ÁCIDOS Y DE BASES**



**Gilbert Newton Lewis**  
(1875 - 1946)

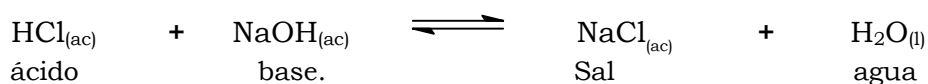
Químico norteamericano, nacido en Weymouth (Mass.) y muerto en Berkeley (Calif.). Estudió en las universidades de Nebraska, Harvard, Leipzig y Gotinga. Después de enseñar en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (1907-12), pasó a la Universidad de California como profesor de fisicoquímica. Se distinguió por sus investigaciones sobre la actividad de los iones, la distribución de la energía calorífica, la producción de color y la preparación de un isótopo puro. También desarrolló una teoría acerca de la estructura atómica basada en la cristalografía, describiendo átomos cúbicos y tetraédricos. Juntamente con Irving Langmuir formuló la teoría de la distribución electrónica en capas concéntricas.

**3.8****NEUTRALIZACIÓN DE ÁCIDOS CON BASES**

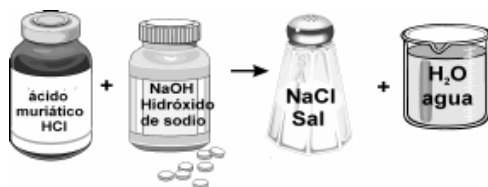
El proceso de neutralización ocurre cuando se mezcla un ácido con una base. En esta reacción los iones  $H^+$  del ácido se combinan con los iones  $OH^-$  de la base para formar agua.



Cualquier compuesto que produzca iones  $OH^-$  en el agua reacciona con cualquier compuesto que pueda aportar iones  $H^+$  para formar  $H_2O$ . Por ejemplo la reacción entre el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio acuoso es una reacción de neutralización. La reacción anterior se representa mediante la siguiente ecuación.



En la disolución inicial de  $HCl$  predomina la concentración de iones hidrógeno  $H^+$ , al añadir la disolución de  $NaOH$  la concentración de los iones hidrógeno,  $H^+$ , disminuye hasta que la concentración del ácido,  $H^+$ , y de la base,  $OH^-$ , son iguales. Cuando esto ocurre el pH de la disolución resultante es de 7, valor del pH de las disoluciones neutras.



**CAPITULO 3**  
**EN BUSCA DE**  
**DEFINICIONES**  
**CONCEPTUALES DE**  
**ÁCIDOS Y DE BASES**

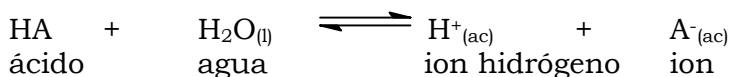


## 3.9

**EJERCICIOS****CAPITULO 3  
EN BUSCA DE  
DEFINICIONES  
CONCEPTUALES DE  
ÁCIDOS Y DE BASES**

1. A partir de la definición de Arrhenius: los ácidos son sustancias que tienen hidrógenos en su composición y que en disolución acuosa se disocian formando iones hidrógeno ( $H^+$ ), ¿cuáles de los siguientes compuestos pueden ser ácidos  $CH_4$ ,  $H_2SO_4$ ,  $CH_3COOH$ ,  $Ca_3(PO_3)_2$ ?

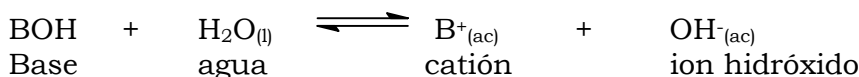
2. De acuerdo con la definición de Arrhenius el modelo general para la disociación de un ácido se representa de la siguiente forma:



Escriba la ecuación de la disociación en agua de los siguientes ácidos  $HNO_3$ ,  $HCl$ .

3. A partir de la definición de Arrhenius: las bases son sustancias que en disolución acuosa, se disocian liberando iones hidróxido ( $OH^-$ ), ¿cuáles de los siguientes compuestos pueden ser bases  $Mg(OH)_2$ ,  $CH_3COOH$ ,  $LiOH$ ?

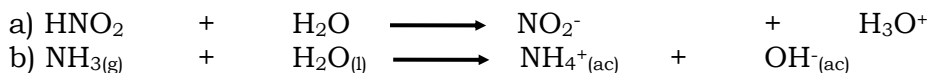
4. De Acuerdo con la definición de Arrhenius el modelo general para la disociación de una base se representa de la siguiente forma:



Escriba la ecuación de la disociación en agua de las siguientes bases  $NaOH$ ,  $Ca(OH)_2$ .

5. Las definiciones de Brønsted-Lowry de ácidos y bases son: ácidos sustancias que actúan como donadoras de protones, bases sustancias que actúan comoceptoras de protones. Escriba las ecuaciones de las siguientes sustancias cuando se disuelven en agua:  $HCl_{(g)}$ ,  $NH_3$ .

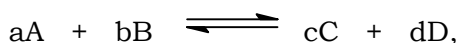
6. Identifique los pares conjugados ácido-base en las siguientes ecuaciones:



7. Escriba las bases conjugadas correspondientes de los siguientes ácidos:

Ácido	Base conjugada
a) $\text{H}_2\text{SO}_3$	
b) $\text{H}_3\text{PO}_4$	
c) $\text{HCOOH}$	
d) $\text{H}_2\text{CO}_3$	
e) $\text{HClO}$	

8. La constante de equilibrio,  $K_e$ , es el valor numérico de la razón de concentraciones de producto a concentraciones de reactivo, elevando cada concentración a la potencia correspondiente a su coeficiente en la ecuación balanceada.



$$K_e = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \text{ y la constante de acidez es } K_a = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

La ecuación de ionización y la expresión de la constante de equilibrio del amoníaco son:



$$K_e = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]} \text{ y la constante de acidez es } K_e[\text{H}_2\text{O}] = K_a = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

Escriba las ecuaciones de ionización y las expresiones de la constante de ionización ácida de los siguientes ácidos:  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$

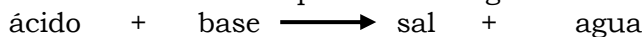
9. Si el pH de una disolución acuosa es una medida de la acidez y la basicidad de una sustancia y se define como:  $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}_3\text{O}^+]$ . Determine el pH de las disoluciones con las siguientes concentraciones:

a)  $[\text{H}^+] = 2.0 \times 10^{-1}$

b)  $[\text{H}^+] = 5.0 \times 10^{-8}$

c)  $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-3}$

10. El proceso de neutralización ocurre cuando se mezcla un ácido con una base. En esta reacción los iones  $\text{H}^+$  del ácido se combinan con los iones  $\text{OH}^-$  de la base para formar agua.



Escriba la reacción de neutralización del ácido acético con el hidróxido de sodio acuoso.

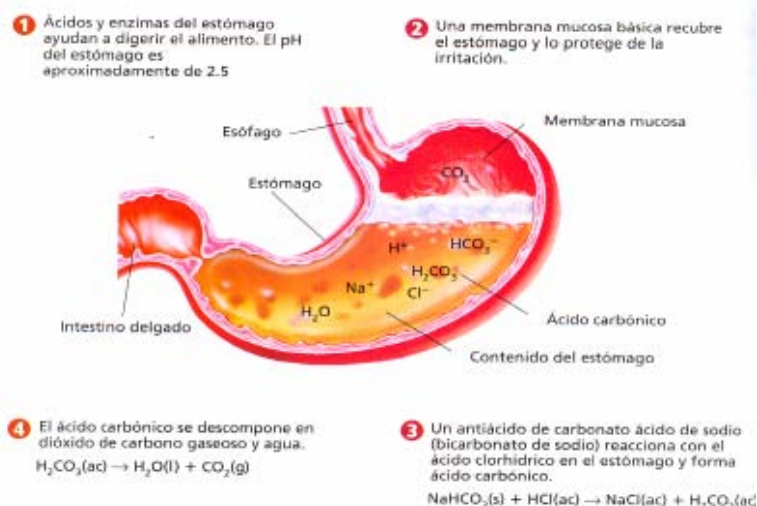
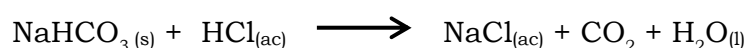
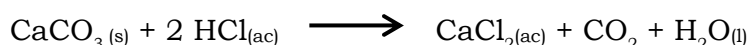
11. Las definiciones de ácidos y bases de Lewis son: un ácido es cualquier sustancia capaz de aceptar un par de electrones para formar un enlace covalente y una base es una sustancia que puede donar un par de electrones para formar un enlace covalente. ¿Cuáles de los siguientes compuestos pueden ser ácidos o bases de Lewis  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{F}^-$ ?

## 4. ANEXOS

### 4.1

#### LOS ANTIÁCIDOS

Uno de los efectos de comer en exceso es la producción de excesivas cantidades de HCl en el estómago. Este exceso de ácido clorhídrico, HCl, produce muchas molestias y daños severos al aparato digestivo como las úlceras. El tratamiento de estos problemas se lleva a cabo neutralizando los ácidos digestivos con productos médicos conocidos como antiácidos. Los antiácidos generalmente contienen una o más bases débiles que neutralizan el exceso de ácidos. Dos de los ingredientes más comunes en los antiácidos son el carbonato de calcio,  $\text{CaCO}_3$ , y el bicarbonato de sodio,  $\text{NaHCO}_3$ , cuyo papel es neutralizar al ácido clorhídrico de acuerdo a las siguientes reacciones.



El hidróxido de magnesio,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , el carbonato de magnesio,  $\text{MgCO}_3$ , y el hidróxido de aluminio,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , son bases débiles que también se pueden encontrar en los antiácidos. Los antiácidos generalmente vienen preparados con una o dos bases débiles que pueden contrarrestar los efectos secundarios de las mismas, por ejemplo el hidróxido de aluminio, que produce constipación puede venir acompañado con el hidróxido de magnesio que actúa como laxante.

### 4.2

#### LA TEORÍA DE LA DISOCIACIÓN ELECTROLÍTICA (TDE)

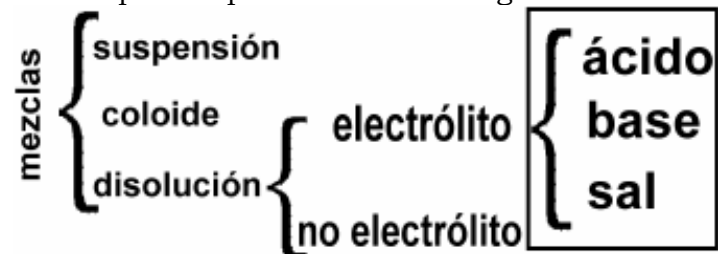
El estudio de las propiedades eléctricas de la materia determinó que el agua pura es un mal conductor de la electricidad. Sin embargo, si se disuelven en agua ciertos solutos la conductividad eléctrica se hace apreciable. Las sustancias cuyas soluciones acuosas son buenas conductoras de electricidad se llaman electrólitos. Se ha determinado experimentalmente que son los iones (partículas cargadas eléctricamente) los responsables de conducir la electricidad.

La Teoría de la Disociación Electrolítica (TDE) propuesta por Svante August Arrhenius (1859-1927) a finales del siglo XIX explica el papel del agua en los procesos de disolución acuosa. Arrhenius propone que cuando una sustancia como la sal se disuelve en agua, se disocia en iones sin necesidad de corriente eléctrica.

La teoría de la disociación electrolítica (TDE) fue propuesta por el químico sueco Arrhenius en el año de 1894, y aunque no fue aceptada inmediatamente, marcó el inicio de la Fisicoquímica.

Esta teoría se basa en las observaciones de las propiedades eléctricas de la materia. A partir de estas observaciones se concluyó que la capacidad para conducir electricidad no se limita a los metales solamente sino también a ciertos líquidos y disoluciones. El agua líquida pura no conduce la corriente eléctrica, sin embargo, cuando se le adiciona ciertas sales las disoluciones producidas son excelentes conductoras de la corriente eléctrica; aunque aun así hay ciertos solutos que no mejoran la conductividad eléctrica del agua. Mientras que otros, la hacen ligeramente conductora. Estos tres grupos de solutos, denominados **electrólitos fuertes, no electrolitos y electrolitos débiles**; para la mitad del siglo XIX se hicieron estudios acerca de la conducción de la corriente eléctrica en disoluciones y se llegó a la conclusión que la conducción se lleva a cabo mediante iones que son partículas cargadas eléctricamente. La palabra *ion* significa vagabundo en griego.

A diferencia de otros científicos que decían que para generar iones se requiere del paso de corriente, Arrhenius estableció que los iones pueden existir como tales en un soluto, disociándose unos de otros por simple disolución en agua.



### 4.3

#### DISOLUCIONES *BUFFER*

Muchos de los fluidos en nuestro cuerpo son disoluciones *buffer*. Una disolución *buffer* es aquella que resiste los cambios en el pH. Si se agrega una pequeña cantidad de ácido o base a una disolución *buffer*, el pH de la disolución permanece casi constante. Un buen ejemplo de disolución *buffer* es la sangre. La sangre tiene un pH de 7.35. La adición normal de ácidos y bases a la sangre, únicamente la cambia en unas pocas centésimas de unidades de pH.





Cada disolución *buffer* tiene un pH determinado. Las disoluciones *buffer* ácidas tienen valores de pH por debajo de 7 y los *buffer* básicos tienen valores de pH por encima de 7. Los *buffer* ácidos se preparan a partir de mezclas de ácidos débiles y sus bases conjugadas. Los *buffer* básicos se preparan a partir de mezclas de bases débiles y sus ácidos conjugados.

La razón por la cual en una disolución *buffer* no hay un cambio brusco en el pH se encuentra en el principio de Le Chatelier que establece que cuando ocurre un cambio en el sistema en el equilibrio, el sistema absorbe el cambio y tiende a regresar a su estado de equilibrio. En un sistema *buffer*, el cambio que se presenta es la adición de ácidos y bases.

La mayoría de las reacciones químicas que se presentan en los seres vivos dependen del pH. Si una reacción depende del pH, un cambio en el pH de la disolución produce un cambio en la velocidad de reacción. La mayoría de las reacciones bioquímicas tienen un pH óptimo en el cual se lleva a cabo la reacción a una velocidad máxima. Si el pH está por encima o por debajo de este valor óptimo, la velocidad de reacción disminuye. Para ilustrar la importancia de los *buffer* en los sistemas biológicos, consideraremos los principales *buffer* de la sangre.

Existen tres principales sistemas *buffer* en la sangre que ayudan a mantener el pH a 7.35: los *buffer* proteínas, el *buffer* de fosfatodihidrógeno-fosfato monohidrógeno, y el de ácido carbónico-bicarbonato. Si cantidades excesivas de ácidos o bases entran en la sangre, y los *buffer* no pueden mantener un pH de 7.35, se produce la acidosis o la alcalosis. La acidosis ocurre cuando el pH de la sangre disminuye por debajo de 7.35.



#### 4.4

### INDICADORES

Un indicador ácido-base es un ácido débil, cuya especie molecular tiene cierto color (color1) y cuyo anión otro (color2). Si se agrega una pequeña cantidad de indicador a una solución cuyo pH se quiere medir, la solución tomará el color1 o el color2 dependiendo de si la disociación del indicador se desplaza hacia la forma ácida o aniónica. Si las formas ácidas están presentes en concentraciones aproximadamente iguales, el color es intermedio entre el color1 y el color2, se dice que el indicador está variando. El indicador más común es el tornasol que presenta color rojo con un exceso de  $H^+$  es decir en medio ácido, azul con un exceso de  $OH^-$  y violeta en un medio neutro. Introduciendo en la disolución analizada un papel filtro impregnado de tornasol, por el color de este se puede determinar inmediatamente la reacción del medio, es decir, la acidez, la basicidad y la neutralidad de la solución en cuestión. El siguiente esquema muestra los diferentes rangos en los cuales los indicadores más comunes cambian su color característico.

## 4.5

**LA QUÍMICA DENTAL**

Si la química dental continúa progresando a su velocidad actual, las caries pronto serán una cosa del pasado. Las caries son huecos que se producen en el esmalte dental que está compuesto por el mineral hidroxiapatita  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ . Estudios recientes han demostrado que el mineral dental se disuelve y se vuelve a formar de manera constante en la saliva que se encuentra en la superficie del diente. La desmineralización (disolución del esmalte dental) es provocada principalmente por ácidos en la saliva, que forman las bacterias, al digerir los alimentos.



En las primeras etapas de la caries dental, partes de la superficie del diente se hacen porosas y esponjosas y desarrollan huecos similares a los del queso suizo que si se dejan sin tratamiento se transforman tarde o temprano en caries. Sin embargo, resultados recientes indican que si el diente afectado se baña en una solución que contenga cantidades adecuadas de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ , y  $\text{F}^-$ , se puede remineralizar. En este proceso el  $\text{F}^-$  sustituye parte del  $\text{OH}^-$  presente en el mineral original del diente. Es decir parte del  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  se transforma en  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ . El área remineralizada es más resistente a la caries en el futuro porque el mineral fluorado es menos soluble que el esmalte dental original. Además, se ha demostrado que la presencia de  $\text{Sr}^{2+}$  en el líquido remineralizante aumenta en forma significativa la resistencia a la caries.

Si estos resultados resisten estudios posteriores, el trabajo de los dentistas cambiará en forma drástica. Estará dedicado más bien a prevenir los males dentales que a reparar daños ya producidos. Probablemente se emplee un enjuague remineralizante que repare el esmalte dental de áreas problemáticas antes de que se conviertan en caries.

## 5. GLOSARIO

**Ácido.** Sustancia que dona un ion  $H^+$  (un protón), aumentando así la concentración de  $H^+_{(ac)}$  cuando se disuelve en agua.

**Ácido conjugado.** Sustancia formada por la adición de un protón a una base de Brönsted-Lowry.

**Ácido de Brönsted-Lowry.** Cualquier sustancia que actúa como una fuente de protones.

**Ácido de Lewis.** Aceptor de una partícula que proporciona un par de electrones.

**Ácido débil.** Ácido que es ionizado parcialmente por el agua.

**Ácido fuerte.** Ácido que es ionizado por completo por el agua.

**Ácido poliprótico.** Una sustancia capaz de ceder más de un protón al agua; el  $H_2SO_4$  es un ejemplo de diprótico,  $H_3PO_4$  de triprótico.

**Agua.** Sustancia química formada por hidrógeno y oxígeno, con la fórmula  $H_2O$ . El agua es la única sustancia que se encuentra en los tres estados materiales en la tierra (gas, líquido y sólido). El agua no tiene color, olor ni sabor. Al agua de alta pureza no tiene sustancias disueltas, es nada más que  $H_2O$ . El punto de ebullición del agua a nivel del mar es de  $100^\circ C$ , y su punto de congelación es de  $0^\circ C$ . La densidad del agua es  $1g/mL$ . La densidad del agua sólida es menor a la del agua líquida, ésta es de  $0,917 g/mL$ . Usada como patrón.

**Análisis cualitativo.** La determinación de la presencia o ausencia de una sustancia en particular en una muestra. No hay medición. Sólo observación.

**Anfótero.** Sustancia capaz de reaccionar en un medio ácido o en uno básico. La solubilidad en las bases es el resultado de la formación de un ion complejo por medio de una reacción ácido-base.

**Anhídrido básico (óxido básico).** Óxido que forma una base cuando se añade al agua; los óxidos metálicos solubles son anhídridos básicos.

**Anhídrido de ácido (óxido ácido).** Óxido que forma un ácido cuando se pone en contacto con agua; los óxidos no metálicos solubles son anhídridos de ácido.

**Anión.** Un ion con carga negativa. Es atraído por ánodo (+)

**Ánodo.** Electrodo en el cual se efectúa la oxidación.

**Átomo.** La menor partícula representativa de un elemento.

**Autoionización del agua.** Proceso en el cual, de modo espontáneo, una especie química, el agua, forma concentraciones bajas de iones  $H^+_{(ac)}$  y  $OH^-_{(ac)}$  por transferencia de un protón de una molécula a otra.

**Base.** Sustancia aceptora de  $H^+$ , una base produce un exceso de iones  $OH^-_{(ac)}$  al disolverse en agua.

**Base conjugada.** Sustancia formada por la pérdida de un protón a partir de un ácido de Brönsted-Lowry.

**Base de Brönsted-Lowry.** Cualquier sustancia que actúa como un aceptor de protones.

**Base de Lewis.** Aportador de un par de electrones para formar el enlace covalente.

**Base débil.** Base de un ácido que es ionizada parcialmente por la base, agua.

**Base fuerte.** Base de un ácido que es ionizada totalmente por el agua, base.

**Cambios físicos.** Cambios (por ejemplo, el cambio de fase) que se llevan a cabo sin alterar la composición química.

**Cambios químicos.** Procesos en los que una o más sustancias se convierten en otras sustancias (también se llaman reacciones químicas).

**Catión.** Ion con carga positiva. "Camina" hacia el cátodo (+) en la celda electrolítica.

**Celda electrolítica.** Un dispositivo en el cual se provoca una reacción que no es espontánea, mediante el paso de una corriente generada por un potencial eléctrico externo adecuado.

**Cinética química.** Área de la química que se refiere a la velocidad o rapidez a la cual se efectúan las reacciones químicas.

**Coefficiente.** En una ecuación química balanceada, número anterior a cada fórmula.

**Compuesto.** Sustancia formada de dos o más elementos unidos químicamente en proporciones definidas.

**Concentración.** La cantidad de soluto presente en una cantidad definida de disolvente o de disolución en agua.

**Constante de disociación de un ácido ( $K_a$ ).** Constante de equilibrio que expresa el grado al cual un ácido transfiere un protón al disolvente agua.

**Constante de disociación de una base ( $K_b$ ).** Constante de equilibrio que expresa el grado al cual una base reacciona con el disolvente agua, aceptando un protón y formando  $\text{OH}^-_{(\text{ac})}$ .

**Constante de equilibrio.** Para un sistema en equilibrio, el producto de las concentraciones de todos los productos de la reacción, cada uno elevado a la potencia de su coeficiente en la ecuación balanceada; dividido entre el producto de las concentraciones de los reactivos, cada uno elevado a la potencia de su coeficiente en la ecuación. La constante de equilibrio se representa por K. Cuando las concentraciones se expresan en mol/L, la constante se representa por  $K_c$ ; cuando las concentraciones se expresan en atm, la constante se representa por  $K_p$ .

**Constante del producto de solubilidad ( $K_{ps}$ ).** Constante de equilibrio que se refiere al equilibrio entre una sal sólida y sus iones en disolución. Proporciona una medida cuantitativa de la solubilidad de una sal ligeramente soluble, llamada sal insoluble.

**Constante del producto iónico.** Para el agua,  $K_w$  es el producto de la concentración del ion hidrógeno y del ion hidróxido:  $[\text{H}^+] [\text{OH}^-] = K_w \times 10^{-14}$ .

**Corrosión.** Proceso mediante el cual un metal es oxidado debido a sustancias presentes en su entorno.

**Difusión** Proceso por el que una sustancia se esparce a través de otra, para formar una mezcla.

**Dilución.** Proceso para preparar una solución menos concentrada a partir de una más concentrada añadiendo disolvente. Aumenta la dispersión del soluto. Disminuyendo la concentración del soluto.

**Disolución.** Una mezcla de sustancias que tiene una composición uniforme; una mezcla homogénea.

**Disolución acuosa.** Disolución en la cual el agua es el disolvente.

**Disolución amortiguadora (*buffer*).** Disolución que contiene un ácido débil y la base de ese ácido que experimenta un cambio limitado en el pH después de la adición de una cantidad pequeña de ácido o de base.

**Disolución estándar.** Una disolución de concentración conocida.

**Disolución saturada.** Disolución donde los solutos no di sueltos y los solutos disueltos están en equilibrio.

**Disolución sobresaturada.** Disolución que contiene mayor cantidad de soluto que una disolución saturada. El exceso de soluto cristaliza al ser perturbado. La dilución restante queda saturada.

**Disoluciones no saturadas.** Soluciones que contienen menos soluto que una disolución saturada.

**Disolvente.** El disolvente, en una disolución, es el componente que existe en mayor cantidad.

**Dispersiones coloidales (coloides).** Mezclas que contienen partículas de mayor tamaño que los solutos normales, pero suficientemente pequeñas para permanecer suspendidas en el medio de dispersión.

**Ecuación química.** Representación de una reacción química usando las fórmulas químicas de los reactivos y los productos; una ecuación química balanceada contiene igual número de átomos de cada elemento en ambos lados de la ecuación.

**Efecto del ion común.** El efecto de un ion común en un equilibrio al desplazar ese equilibrio. Por ejemplo, al añadir  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  se disminuye la solubilidad de la sal  $\text{BaSO}_4$  ligeramente soluble.  $\text{SO}_4^-$  es el ion común.

**Electrólito.** Solutos que al estar en disolución producen iones; una disolución electrolítica conduce una corriente eléctrica.

**Electrólito débil.** Sustancia ionizada parcialmente en disolución.

**Electrólito fuerte.** Una sustancia ionizada por completo en disolución. Por ejemplo, los ácidos fuertes, las bases fuertes y la mayor parte de las sales.

**Electrón.** Partícula subatómica con carga negativa que se encuentra fuera del núcleo atómico; forma parte de todos los átomos. Un electrón tiene una masa de  $1/1836$  veces la de un protón.

**Electrones de valencia.** Son los que el átomo utiliza en sus enlaces químicos. En los elementos representativos son los de la capa exterior de electrones.

**Electroquímica.** Rama de la química que estudia la interrelación entre la electricidad y las reacciones químicas.

**Elemento.** Sustancia formada por un solo tipo de átomos.

**Energía.** Capacidad para realizar trabajo o transferir calor.

**Enlace covalente.** Unión formada entre dos o más átomos que comparten electrones aportados, por igual, por ambos átomos.

**Enlace covalente polar.** Enlace covalente en el que los electrones no se comparten por igual.

**Enlace iónico.** Unión formada por las fuerzas electrostáticas que existen entre iones con cargas opuestas. Los iones se forman a partir de los átomos por la transferencia de uno o más electrones.

**Enlace metálico.** Enlaces en los cuales los electrones enlazantes están relativamente libres para moverse a través de la estructura tridimensional.

**Enlace covalente no polar.** Unión covalente en la que los electrones están compartidos por igual entre los átomos.  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ .

**Equilibrio químico.** Estado de balance dinámico en el que la velocidad de formación de los productos de una reacción a partir de los reactivos es igual a la velocidad de formación de los reactivos a partir de los productos; en el equilibrio, la concentración de los reactivos y los productos permanece constante, aunque generalmente son diferentes.

**Estados de agregación.** Las tres diferentes formas en que existe la materia. Sólido, líquido y gas.

**Estructura de Lewis.** Representación de los enlaces covalentes en una molécula utilizando los símbolos de Lewis. Los pares de electrones compartidos se muestran como líneas, y los pares de electrones no compartidos se muestran como pares de puntos. Solamente se muestran los electrones de la capa de valencia.

**Estructura electrónica.** Arreglo de los electrones de un átomo. Su distribución en capas de acuerdo a sus energías.

**Fórmula química.** Notación que utiliza símbolos atómicos con subíndices numéricos para indicar las proporciones relativas de los átomos de los diferentes elementos de una sustancia.

**Gas.** Materia que no tiene volumen ni forma fijos; se adapta al volumen y forma del recipiente que lo contiene.

**Hidrón.** Término que recomienda la IUPAC en vez de hidronio.

**Indicador.** Sustancia que se adiciona a una disolución para indicar, por un cambio de color, el punto en el cual el soluto que se añade ha reaccionado con todo el soluto presente en la disolución.

**Ion.** Átomo o grupo de átomos con cargas eléctricas (ion poliatómico); los iones pueden tener cargas positivas o negativas, lo que depende de si los átomos perdieron electrones (iones positivos), o si los ganaron (iones negativos). Son los transportadores de las cargas.

**Ion hidronio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ).** La forma predominante del protón en disolución acuosa. Término no recomendado por la IUPAC.

**Ion poliatómico.** Ion formado por dos o más átomos que tienen carga eléctrica.

**Ionización.** Separación de los iones al disolverse.

**Ley de acción de masas.** Regla según la cual la constante de equilibrio se expresa en términos de las concentraciones de los reactivos y de los productos, de acuerdo con la ecuación química balanceada para la reacción.

**Líquido.** Materia que tiene un volumen propio, pero no tiene forma específica.

**Lluvia ácida.** El agua de lluvia que es excesivamente ácida debido a la absorción de óxidos contaminantes, en particular  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}_x$  producidos por las actividades humanas.

**Materia.** Es todo aquello de lo que están hechos los objetos que constituyen el Universo observable. Tiene dos propiedades que juntas la caracterizan: ocupa un lugar en el espacio y tiene masa.

**Mezcla.** Una combinación de dos o más sustancias en la cual cada sustancia retiene su propia identidad química.

**Mole.** Conjunto del número de Avogadro ( $6.022 \times 10^{23}$ ) de unidades elementales (átomos, iones, moléculas). Por ejemplo, una mole de  $\text{H}_2\text{O}$  es  $6.022 \times 10^{23}$  moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Molécula.** Combinación química de dos o más átomos.

**Neutrón.** Partícula eléctricamente neutra que se encuentra en el núcleo de un átomo; tiene aproximadamente la misma masa que un protón.

**No electrolito.** Sustancia que produce una disolución no conductora.

**Núcleo.** Porción muy pequeña, muy densa, con carga positiva, de un átomo; está compuesto de protones y neutrones.

**Oxiácido.** Compuesto que presenta uno o más grupos OH, y posiblemente otros átomos de oxígeno, que se unen a un átomo central.

**Óxido ácido (anhídrido de ácido).** Óxido que reacciona con una base para formar una sal, o que reacciona con agua para formar un ácido.

**Óxido básico (anhídrido de base).** Óxido que reacciona con agua para formar un hidróxido (básico), o que reacciona con un ácido para formar una sal y agua.

**Par conjugado ácido-base.** Un ácido y una base como  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{OH}^-$  que sólo difieren por la presencia o ausencia de un protón.

**pH.** El logaritmo negativo en base 10 de la concentración de iones de hidrógeno:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

**Producto.** Sustancia formada en una reacción química; se anota a la derecha de la flecha en una ecuación química.

**Propiedad extensiva.** Una propiedad que depende de la cantidad de muestra considerada, por ejemplo, concentración, expresada en moles (masa) entre litro de disolución (volumen).

**Propiedad intensiva.** Una propiedad que es independiente de la cantidad de muestra que se considera; por ejemplo: densidad de una disolución saturada.

**Propiedades físicas.** Propiedades que se pueden medir sin cambiar la composición de una sustancia, por ejemplo: el color y el punto de congelación. Son independientes de la cantidad de masa considerada

**Propiedades químicas.** Propiedades que describen la composición de una sustancia y su reactividad; se refieren a la forma como reaccionan las sustancias y a los cambios que sufren ante otras sustancias.

**Protón.** Partícula subatómica con carga positiva y que se encuentra en el núcleo de un átomo.

**Puente de hidrógeno.** Enlace que resulta de las atracciones intermoleculares entre moléculas que contienen hidrógeno unido a un elemento electronegativo. Los ejemplos más importantes comprenden a compuestos que contienen -OH, -NH<sub>2</sub>, oxígeno, nitrógeno y flúor.

**Reacción de neutralización.** Reacción en la que un ácido y una base reaccionan en cantidades estequiométricas equivalentes; la reacción de neutralización entre un ácido y un hidróxido metálico produce agua y una sal.

**Reacciones químicas.** Procesos en los que una o más sustancias se convierten en otras sustancias. También se llaman cambios químicos.

**Reactivo.** Materia prima de una reacción química; se anota a la izquierda de la flecha en una ecuación química.

**Sal.** Compuesto iónico formado por sustitución de uno o más H<sup>+</sup> de un ácido por otros cationes, o por la combinación de un óxido básico con un óxido ácido.

**Símbolo de punto de electrón (símbolo de Lewis).** El símbolo químico de un elemento, más un punto por cada electrón de valencia.

**Sólido.** Materia que tiene forma y volumen definidos.

**Sólido amorfo.** Un sólido cuyo arreglo microscópico carece de un patrón regular.

**Solubilidad.** Grado de capacidad de dispersión de un soluto (sustancia) en un disolvente. Sustancias insolubles, poco solubles o muy solubles.

**Soluto.** Sustancia disuelta en un disolvente para formar una disolución; normalmente se da este nombre al componente de una disolución que se encuentra en menor cantidad.

**Sustancia pura.** Materia que tiene una composición fija y propiedades específicas.

**Titulación.** Proceso en el que una disolución de concentración desconocida reacciona con una de concentración conocida (una disolución normal).

**Valencia.** La capacidad de un átomo para combinarse químicamente con otros átomos. Patrones de valencia: H = 1, O = 2.

**Velocidad de reacción.** Disminución de la concentración de un reactivo o del aumento de la concentración de un producto, con el tiempo. Rapidez del cambio respecto al tiempo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Atkins, P. W., Clusgton, M. J. (1986). *Principios de fisicoquímica*. México: Adisson-Wesley Iberoamericana.
- Benson, S. W. (2005). *Cálculos químicos. Una introducción al uso de las matemáticas en la química*. México: Limusa.
- Brown, T. L., Lemay Jr., H. E. y Bursten, B. E. (1993). *Química. La ciencia central*. México: Prentice-Hall.
- Crosland, M. P. (1988). *Estudios históricos en el lenguaje de la química*. México: UNAM.
- Cruz-Garriz, D., Chamizo, J. A. Garriz, A. (1986). *Estructura atómica. Un enfoque químico*. México: Fondo educativo Interamericano.
- Charlot, G. (1975). *Curso de química analítica general. Tomo I. Soluciones acuosas y no acuosas*. Barcelona: Toray-Masson.
- Dingrano, L. et al. (2003). *Química. Materia y cambio*. México: McGraw-Hill.
- Espriella, A. y Ramírez, L. (2005). *De la vida cotidiana a los conceptos básicos. La química nosotros y el entorno*. México: Espriella-Magdalenó.
- \_\_\_\_\_. (2005). *Del átomo a las macromoléculas*. México: Espriella-Magdalenó.
- \_\_\_\_\_. (2005). *Esencia molecular de la química. Los cambios invisibles y ocultos de lo cotidiano*. México: Espriella-Magdalenó.
- Partington, J. R (1952). *Tratado de química inorgánica*. México: Porrúa.
- Parry, R. W. et al. (1973). *Química. Fundamentos experimentales*. México: Reverté.



## **5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

---

---

### LA APLICACIÓN Y LA EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA ANTES DE LA APLICACIÓN.

En la aplicación de la propuesta participaron 6 profesores y 250 alumnos aproximadamente, distribuidos en 6 grupos. Antes de la aplicación los profesores analizaron las secuencias de actividades de enseñanza y aprendizaje, los instrumentos de evaluación y el material de los alumnos. Los acuerdos a los que se llegaron fueron:

1. Las secuencias de actividades de enseñanza y aprendizaje descritas son las mínimas y necesarias para alcanzar los aprendizajes propuestos en los objetivos de operación de los temas y subtemas.
2. En el material de los alumnos están explicitados los contenidos que dan sustento a los objetivos y los aprendizajes, este material debe de reproducirse puesto que las actividades a realizar están incluidas en el mismo.
3. El material de laboratorio y los reactivos necesarios para realizar las actividades experimentales son los mismos que se usan comúnmente en los laboratorios.
4. Es importante promover la participación de los alumnos en cada una de las actividades analizando, acordando y negociando cada uno de los conceptos que se aborden.
5. Los instrumentos de evaluación diagnóstica y sumativa deben aplicarse de acuerdo con las indicaciones descritas en las actividades de enseñanza y aprendizaje correspondiente.
6. Las funciones del docente deben ser congruentes con el enfoque constructivista de la intervención pedagógica, es decir, el profesor es el agente mediador entre los alumnos y los conocimientos por aprender, tiene la función de crear situaciones y actividades que permitan promover la adquisición de determinados saberes y formas culturales por parte de los alumnos.
7. El salón de clase y el laboratorio, el contexto en donde se realiza la adquisición de conocimientos, deben tener la disposición adecuada de mobiliario, material y reactivos, es decir, los salones y laboratorios, entre otras cosas, deben estar despejados de objetos que obstruyan el buen desempeño de las actividades de

enseñanza y aprendizaje. La distribución de los alumnos en el salón de clase o el laboratorio debe ser homogénea de tal modo que se propicie la integración grupal. Se debe contar con el material y los reactivos con anticipación a la realización de las actividades experimentales.

8. El registro de la aplicación de la unidad didáctica se llevará a cabo en cada una de las actividades de enseñanza y aprendizaje, se entregarán dos cuadernillos de trabajo de los alumnos y se aplicará el cuestionario de opinión de los alumnos al finalizar la aplicación de la unidad didáctica.

#### DESPUÉS DE LA APLICACIÓN.

Para analizar la aplicación de la unidad didáctica se realizaron las siguientes acciones. 1. Entrevista a los profesores con base en preguntas abiertas. 2. Análisis de 2 cuadernillos de trabajo. 3. Análisis de los cuestionarios de opinión de los alumnos. 4. Análisis de los resultados de la evaluación diagnóstica y sumativa

I. Las respuestas de los profesores se ubicaron en los siguientes rubros:

1. ¿El desarrollo de las actividades estuvo de acuerdo con lo propuesto en las secuencias de actividades de enseñanza y aprendizaje?

R. Los profesores manifestaron que aunque en las secuencias de actividades de enseñanza y aprendizaje se describen detalladamente las actividades, éstas no se siguieron al pie de la letra sino que fue necesario hacer algunas modificaciones que respondieran a las necesidades y circunstancias que se presentaron en el salón de clase. Por ejemplo, en la elaboración de la definición operacional del concepto de ácido y base se optó por la exposición del profesor y no fue posible realizar la retroalimentación adecuada. En la definición de ácido y base de Brönsted y Lowry y la identificación de los ácidos y base conjugados correspondientes fue necesario dedicarle más tiempo que el señalado en el plan de clase pues los alumnos no podían realizar el ejercicio correspondiente. Por último, uno de los maestros indicó que las actividades experimentales 1, 2, 3 y 4 las realizó en una misma sesión con el fin de optimizar el tiempo.

2. ¿El material de los alumnos fue necesario y suficiente para realizar las actividades y alcanzar los objetivos y los aprendizajes propuestos en el programa de asignatura?

R. Los profesores expresaron que el cuadernillo de trabajo fue de mucha utilidad pues en él se encuentran las actividades experimentales, los contenidos y ejercicios que cubren los objetivos del tema; sin embargo, es importante señalar la dificultad de los alumnos para entender expresiones abstractas, por lo que se sugiere incorporar dibujos, esquemas y un glosario que facilite la comprensión del texto. Asimismo, los profesores indican que las instrucciones de las actividades experimentales deben ampliarse para facilitar su comprensión.

3. ¿El material de laboratorio y los reactivos estuvieron a disposición de los alumnos para realizar las actividades experimentales?

R. El suministro del material y las sustancias del laboratorio fue el adecuado. Asimismo, se contó con el apoyo de los laboratoristas, lo cual facilitó el desarrollo de las actividades experimentales.

4. ¿Cómo fue la participación de los alumnos durante la aplicación de la unidad didáctica?

R. Los estudiantes aceptaron con buena disposición el material impreso. La realización de las actividades mantuvo atentos, interesados y participativos a los alumnos. El trabajo en equipo se realizó organizadamente, se intercambiaron ideas y puntos de vista y la comunicación fue fluida. La participación individual fue aceptable y se logró despejar las dudas. La socialización de lo aprendido fue posible.

5. ¿Los exámenes fueron pertinentes para indagar los conocimientos de los alumnos?

R. Tanto la evaluación diagnóstica como la sumativa no representaron dificultad alguna para los alumnos pues son congruentes con los contenidos revisados en las clases.

6. ¿Cuáles fueron las principales dificultades conceptuales de los alumnos?

R. Las definiciones de ácido y base de Brønsted-Lowry y Lewis les parecieron abstractas, en particular lo referente a identificar los ácidos y las bases conjugadas.

II. Los cuadernillos de trabajo. Para realizar el análisis se solicitó a cada profesor dos cuadernillos de trabajo, uno de buena calidad y otro de mala calidad. En total se revisaron doce cuadernillos. Observándose que en general los alumnos siguieron las

actividades indicadas. Sin embargo, en casi todos los cuadernillos de mala calidad no siempre se realizaron completamente las actividades propuestas, el subrayado fue indiscriminado y no todos los ejercicios se realizaron de acuerdo con las indicaciones.

III. Análisis de los cuestionarios de opinión de los alumnos se realizó con base en los siguientes rubros:

1. La evaluación diagnóstica te ayudó a recordar los conocimientos previos. Los alumnos manifestaron que vieron que recordaron algunas cosas y las podían utilizar, otras aunque recordaban haberlas visto, no las podían aplicar, muchas otras no recordaban haberlas visto. En la discusión socializada, recordaban cosas que creían olvidadas o nunca vistas.

2. El repaso de los conocimientos al inicio de las clases te facilitó el aprendizaje de los nuevos conocimientos. Casi siempre fue posible aclarar conceptos, principios que no habían entendido en la clase anterior.

3. Las actividades realizadas durante la clase te permitieron participar más en clase. Si, para que nosotros y los compañeros de grupo pudiéramos hablar, opinar sobre lo que se estaba viendo.

4. Las actividades realizadas durante la clase te permitieron participar más en la clase. Se vieron e hicieron cosas prácticas, y a veces cosas relacionadas con lo que uno hace fuera de la casa.

5. Las lecturas utilizadas en clase fueron de fácil comprensión. Casi siempre, cuando no se entendía se consultaba a los compañeros, y también al profesor.

6. ¿Qué tan útiles fueron los materiales para el desarrollo de las actividades en las clases? Los cuadernillos aunque a veces no se entendían muy bien, nos guiaban para realizar las actividades. Echamos de menos los diccionarios que siempre ayudan. Los ejercicios y problemas, a veces los encontramos confusos.

7. Los exámenes que resolviste en el curso estuvieron apegados a los contenidos trabajados en la clase. Si, entendíamos de qué se trataba aunque no siempre pudiéramos contestarlos.

IV. Análisis de los resultados de la evaluación diagnóstica y sumativa.

a) Evaluación diagnóstica. Los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica son

Tema	Reactivos	% aciertos
Cambios de la materia	1 y 2	85
Clasificación de la materia	3 y 4	80
Estructura de la materia	5, 6, 7, 8 y 9	75
Propiedades de las sustancias	10, 11, y 12	67
Totales	12	76.75

Los datos mostrados en la tabla anterior indican que en general los alumnos cuentan con los conocimientos previos básicos para abordar los contenidos de la unidad didáctica, es decir, es posible abordar el tema ácido-base con una aceptable base de conocimiento que facilite el aprendizaje del tema.

Los resultados obtenidos en la evaluación sumativa son:

Tema	Tipo de contenidos	Reactivos	% aciertos
Identificación de materiales ácidos y básicos	Declarativo	1	81
Características de las sustancias ácidas y básicas.		2	73
Teoría de la disociación electrolítica		3	76
Definiciones de ácidos y bases		4	65
		5	54
		6	73
Reacción de disociación de ácidos y bases.	Procedimental	7	67
Pares conjugados ácido-base		8	71
		9	53
Cálculo de pH		10	78
		11	76
Neutralización de ácidos y bases		12	74
Totales		12	70.08

Los datos presentados en la tabla anterior indican que la calificación de las preguntas con contenido declarativo suman en promedio 70.33 % mientras que para las de contenido procedimental 69.83 % lo cual indica que los alumnos tuvieron un poco más de dificultad en responder las preguntas procedimentales puesto que en ellas se integra lo conceptual con algunos procedimientos algorítmicos. En cuanto a la calificación final 70.08% para un examen es bastante bueno si consideramos que no es sólo este aspecto el que se considera para la calificación final de la unidad.

## **CONCLUSIONES.**

La planeación de la práctica docente, aun teniendo en cuenta su complejidad y su particularidad, resulta un ejercicio académico indispensable para cualquier docente cuando realiza su trabajo diario. En esta propuesta se han presentado aquellos elementos pedagógicos, psicológicos y disciplinarios que confluyen en la planeación de dicha práctica.

En el desarrollo del trabajo se logró cumplir con todos los objetivos propuestos, lo que queda manifiestamente expreso en el presente escrito como en la labor desarrollada con los alumnos y con la excelente aportación de los profesores del Colegio que participaron en la aplicación de la unidad didáctica. A continuación se resumen en los siguientes puntos las principales conclusiones de la aplicación de la propuesta:

- Despertar el interés de los alumnos con la selección del tema los ácidos y las bases.
- Establecer la relación de las actividades experimentales con las definiciones conceptuales de los ácidos y las bases.
- Lograr que los alumnos se apropiaran de los conocimientos y además que los aplicaran.
- Secuenciar los contenidos desde lo concreto a lo abstracto tomando en cuenta el nivel de formación del estudiante, poniendo énfasis en la explicación de los fenómenos observables para de ahí derivar a los conceptos teóricos.
- Orientar el rol de los profesores hacia el logro de los aprendizajes de los alumnos.
- Fomentar la observación y el análisis de los fenómenos químicos de manera crítica que permita a los alumnos asumir una actitud de responsable ante la sociedad.
- Incrementar la cultura química mediante el manejo y conocimiento de productos químicos de uso cotidiano.

- Destacar la indivisibilidad de la química al estudiar el comportamiento ácido y básico de sustancias orgánicas e inorgánicas.
- Ejemplificar el método de la química, el análisis y la síntesis, y el lenguaje simbólico para representar los fenómenos químicos.
- Explicitar el enfoque constructivista de la enseñanza y el aprendizaje durante todo momento del quehacer docente.

Es importante recordar que dada la complejidad y naturaleza de la enseñanza y el aprendizaje sostener que el conocimiento de una materia es suficiente para tener la competencia necesaria para enseñarla y qué enseñar es una habilidad innata que no requiere del conocimiento de la naturaleza de este proceso resulta cuando menos anacrónico en este momento en el cual las disciplinas interesadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje han mostrado que el desempeño del profesor se hace más eficaz cuando toma en cuenta los conocimientos que ofrecen dichas disciplinas.

Por último, esta propuesta es una manera de organizar los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje en una institución como el Colegio de Bachilleres y es el fruto de la experiencia acumulada de años de trabajo en el salón de clase. En todo caso, la propuesta queda suficientemente abierta para que cada profesor pueda incluir variantes al desarrollo de la misma para enriquecerla y hacerla más accesible a su propia población escolar

## 6. ANEXOS

### **LOS PROGRAMAS DE QUÍMICA DEL COLEGIO DE BACHILLERES**

En el Colegio de Bachilleres los programas de estudio tienen la finalidad de informar a los profesores sobre los aprendizajes que se espera logren los estudiantes, así como sobre la perspectiva teórica y pedagógica desde la cual deberán ser enseñados. El programa se constituye así, en el instrumento de trabajo que brinda al profesor los elementos para planear, operar y evaluar el curso (Colegio de Bachilleres 1992).

### **EL MARCO DE REFERENCIA**

El marco de referencia lo componen la ubicación, la intención y el enfoque de los programas de asignatura.

**La ubicación.** Proporciona información sobre el lugar que ocupa la asignatura al interior del plan de estudios, y sus relaciones horizontal y vertical con otras asignaturas.

La materia de Química está ubicada en el área de formación básica en donde se presentan, junto con otras materias, las metodologías y los elementos informativos fundamentales para conformar una cultura básica en los estudiantes. Perteneció al campo de conocimiento de Ciencias Naturales, integrado por las materias de Física, Biología, Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Salud, Ecología y Física Moderna, **cuyo propósito es que el estudiante comprenda los principios que rigen el comportamiento de la materia y la energía.** La contribución que la química hace al logro de la finalidad del campo de conocimientos, es a través del estudio de las propiedades, estructura, comportamiento y transformaciones de la materia y la energía.

La materia de Química desarrolla las habilidades metodológicas necesarias para que el estudiante se apropie constructivamente de los contenidos básicos de la disciplina y del área de las Ciencias Naturales. Los contenidos de la materia se han organizado de manera que el primer contacto del estudiante con la disciplina ocurra en su propio mundo de vivencias, luego en un segundo momento estudiar la estructura interna de la



materia y finalmente explicar fenómenos y conocer algunos procesos químicos cotidianos, ambientales e industriales para profundizar en el papel que juega la química en nuestro mundo. Este ordenamiento permite al estudiante realizar una primera síntesis interpretativa de su entorno, desde el punto de vista químico. Por otra parte, la materia de Química está conformada por tres asignaturas, que se imparten en el primero, segundo y tercer semestre.

**La intención.** Informa sobre el papel que desempeña la materia para lograr los propósitos educativos del Colegio de Bachilleres.

El objetivo general de la Química en el Colegio de Bachilleres es: *«Proporcionar al estudiante una cultura química básica, a partir del conocimiento de las propiedades, estructura y comportamiento de la materia, para que sea capaz de interpretar la naturaleza, aplicar los conocimientos adquiridos a situaciones concretas de su entorno ecológico y social, así como acceder a conocimientos más complejos o especializados.»* Esta intencionalidad de los programas de Química establece los propósitos educativos más generales que persigue la institución respecto a la enseñanza y al aprendizaje de los estudiantes para esta disciplina. La cultura química básica hace referencia fundamentalmente a que el estudiante adquiera los conocimientos, habilidades, actitudes y valores propios de la disciplina que le permitan reconocer, explicar y transformar su entorno natural. Este propósito de la materia de química se concreta en cada una de las tres asignaturas que la componen.

A continuación se describen las intenciones de cada una de las asignaturas de la materia de Química.

- Química I “El estudiante caracterizará a la materia a partir de sus propiedades y explicará los cambios en sus manifestaciones más concretas a fin de que desarrolle interés por los fenómenos naturales y pueda acceder a conocimientos más complejos».
- Química II «El estudiante caracterizará a la materia a partir del conocimiento de su estructura, mediante el análisis y la reconstrucción de modelos, partir de que explique el comportamiento de la materia, valore el uso de modelos en la ciencia y aplique los conocimientos adquiridos en problemas de su entorno.»

- Química III «El estudiante caracterizará el comportamiento químico de la materia a partir de los conocimientos de las reacciones ácido-base y óxido-reducción; y de la aplicación de sus conocimientos en el estudio de la industria petroquímica o de la fermentación con el fin de que valore las implicaciones de la Química en su vida cotidiana y esté en posibilidades de proponer soluciones a los problemas de su entorno».

**El enfoque.** Define la perspectiva desde la cual se estructuran los contenidos, establece su organización, límite y características principales, y establece la metodología a seguir para su enseñanza y aprendizaje. El enfoque se divide en dos ámbitos: el disciplinario y el didáctico.

a) El enfoque disciplinario. Se tuvo en cuenta para la selección y estructuración de los contenidos los siguientes aspectos:

- Eliminar la división de la Química en orgánica e inorgánica por considerar que uno u otro compuesto (orgánico e inorgánico), uno y otro supuesto modelo enlace (covalente e iónico), uno y otro conjunto de propiedades obedecen al mismo fenómeno electrónico.
- Organizar los contenidos de tal manera que el objeto de estudio de la Química: materia, energía y cambio se le presente al estudiante desde lo directamente observable o macroscópico a lo no observable o microscópico con el fin de recorrer la disciplina de acuerdo con el desarrollo psicológico del estudiante que va del pensamiento concreto al abstracto.
- Equilibrar el enfoque descriptivo de los sistemas y fenómenos químicos con el de los principios básicos.
- Incorporar como contenido el desarrollo y el contexto histórico de los conceptos.
- Relacionar los contenidos con la vida cotidiana del estudiante.
- Abordar la actividad experimental no sólo para demostrar teorías y conceptos, sino también para desarrollar y construir nuevos conceptos.
- Realizar actividades experimentales en el salón de clases y en casa, utilizando material de bajo costo y de fácil acceso a los estudiantes.

b) El enfoque didáctico. El enfoque didáctico se estructura considerando que durante el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje los estudiantes no sólo aprenden contenidos sino también de la forma en que estos se enseñan. En este sentido el Colegio de Bachilleres plantea una concepción pedagógica fundamentada en los principios constructivistas del aprendizaje y la enseñanza. A continuación se mencionan las cinco líneas que constituyen dicho enfoque didáctico.

- *Planteamiento de problemas o explicación de fenómenos.* Consiste en exponer al estudiante a situaciones problemáticas, reales o teóricas, para que éste se cuestione, interrogue y finalmente busque respuestas y explicaciones, ejercitando su razonamiento y confrontándolo con sus conocimientos previos.
- *Ejercitación de los métodos.* Tiene la intención de mostrar al alumno la necesidad de utilizar un método, el experimental, para la Química en el proceso de investigación y comprobación del conocimiento. Esto permitirá al alumno obtener un conocimiento de los métodos que se utilizan en los diversos modos de conocer de cada área.
- *La incorporación de información.* Tiene como intención que el alumno forme sus propias explicaciones con referencia al conocimiento científico. Con ello podrá comprender los conceptos y procesos que se requieren para conocer la información. Particularmente, la incorporación de la información se da a través de un aprendizaje significativo que relaciona los saberes y experiencias previas del alumno en una integración constructiva de los nuevos conocimientos de cada disciplina.
- *La aplicación.* Establece que el alumno ponga en práctica los conocimientos que ha adquirido y los aplique a su vida cotidiana y escolar por medio del uso del razonamiento lógico y la metodología. Consiste en emplear la nueva información para verificar si es correcta y suficiente en la resolución de los problemas planteados.
- *La consolidación.* Se presenta cuando el alumno aplica sus conocimientos a situaciones diversas que le permiten discriminar el conocimiento científico de otros tipos de conocimiento. Es decir, ante la presentación de diversas situaciones, los alumnos, deben decidir cuándo aquel conocimiento es lógicamente pertinente y que deben usar o transferir a los nuevos conocimientos considerando variaciones, tiempos y contextos.

Los programas de estudio, en este contexto, son el referente mínimo a través del cual el profesor articula su propuesta didáctica. Ésta sólo cobra sentido en la medida que el profesor ha realizado, para ejercer su función, un esfuerzo hacia una apropiación menos

incompleta del conocimiento (disciplinario y pedagógico), asegurando una nitidez, coherencia y síntesis conceptual que posibilita a los alumnos a llevar con él un esfuerzo semejante en esa misma dirección.

### **CONTENIDOS TEMÁTICOS DE LOS PROGRAMAS DE ASIGNATURA**

Los contenidos temáticos que se reparten en las tres asignaturas se consideran fundamentales para: explicar el comportamiento de la materia-energía, generar una cultura básica para que el estudiante maneje el lenguaje de la Química, reconocer la importancia del método de la Química: el análisis, la síntesis y explicar cuantitativamente los fenómenos.

### **RESEÑA DE LOS CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS DE LA MATERIA DE QUÍMICA**

Por la naturaleza de la intención y del enfoque así como de la base del programa, este no puede ser sólo un listado de contenidos, sino que requiere de explicaciones formales de aprendizajes integradores, estrategias didácticas y propuestas de evaluación. A continuación se describen de manera general las formas operativas de cada uno de los programas de asignatura que conforman la materia de Química.

## **QUÍMICA I**

### **Intención**

La asignatura de Química I tiene como intención que el estudiante caracterice a la materia a partir de sus propiedades y explique los cambios en sus manifestaciones más concretas a fin de que desarrolle interés por los fenómenos naturales y pueda acceder a conocimientos más complejos. En este sentido, el curso pretende que el estudiante comprenda a la materia a través de sus propiedades, de sus estados de agregación (sólido, líquido y gaseoso), de su composición (mezclas, compuesto y elementos) y que identifique a los elementos como constituyentes de la materia.

## **UNIDAD I. CARACTERÍSTICAS DE LA QUÍMICA**

### **Objetivo**

En esta unidad el estudiante identificará las características de la Química, retomando las definiciones y términos estudiados en la secundaria; mediante problemas que involucren el uso del lenguaje, su método y su carácter cuantitativo; para que adquiera la capacidad

de observar y medir las propiedades más importantes de la materia y apreciar la relación de la Química con su vida cotidiana. Asimismo, con el estudio de esta unidad el estudiante podrá identificar el objeto de estudio de la Química mediante las manifestaciones y transformaciones de la materia y energía a través de los cambios físicos, químicos y nucleares, así como describir las propiedades de la materia y su medición aplicando el Sistema Internacional de Unidades.

**CARACTERÍSTICAS DE LA QUÍMICA:** Química en la vida cotidiana, lenguaje, método y carácter cuantitativo de la química.

**OBJETO DE ESTUDIO DE LA QUÍMICA.** Manifestaciones de la materia. Manifestaciones de la energía y su transformación. Cambios físicos, químicos y nucleares.

**MEDICIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA:** Sistema Internacional de Unidades. Mol y cantidad de sustancia. Propiedades intensivas y extensivas y su cuantificación.

## **UNIDAD II. ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA**

### **Objetivo**

En esta unidad el estudiante identificará la relación entre el comportamiento de los diferentes estados de agregación de la materia y su estructura; a través de problemas que involucren la caracterización de gases, líquidos y sólidos y de la utilización del modelo cinético-molecular; para introducir el concepto de molécula y aplicar los conocimientos adquiridos en el estudio de un recurso de importancia para el país como es el petróleo, por medio del cual conocerá algo más sobre las propiedades de los compuestos del carbono.

### **CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA**

Estado gaseoso y leyes de los gases. Estado líquido y propiedades que lo caracterizan. Estado sólido y formas de presentación. Diagrama de fases para el agua.

**MODELO CINÉTICO MOLECULAR.** Postulados del modelo, aplicación al comportamiento de gases y extensión a líquidos sólidos.

**PROPIEDADES DE LOS HIDROCARBUROS.** Propiedades y estado de agregación de los hidrocarburos. Isomería de cadena de alcanos y nomenclatura. Derivados del petróleo e importancia.

---

---

### **UNIDAD III. MEZCLAS, COMPUESTOS Y ELEMENTOS.**

#### **Objetivo**

Se caracterizará a las mezclas como la manifestación más común de la materia, estudiando las propiedades fundamentales de los sistemas dispersos, identificando los componentes y la cuantificación de sus proporciones para fundamentar los principios de su separación; reconociendo que las mezclas están formadas por sustancias puras, se reconstruye el concepto de elemento como unidad fundamental de la materia, identificándolos como constituyentes de los compuestos mediante el análisis y síntesis, la clasificación de elementos por sus propiedades mediante la construcción de la tabla periódica como instrumento básico en el estudio de la Química, la caracterización de metales y no metales para valorar la utilidad e importancia en el desarrollo del país.

#### **CARACTERIZACIÓN DE LAS MEZCLAS Y SISTEMAS DISPERSOS**

Características de las disoluciones, coloides y suspensiones. Concentraciones molares y porcentuales.

**CARACTERIZACIÓN DE SUBSTANCIAS PURAS Y MEZCLAS.** Elementos como unidad fundamental de la materia, análisis y síntesis de compuestos, separación de mezclas.

#### **PROPIEDADES, CLASIFICACIÓN Y PERIODICIDAD DE LOS ELEMENTOS.**

Clasificación de Mendeleiev. Símbolos, fórmulas y nomenclatura. Diferencia entre metales y no metales por sus propiedades y su importancia.

### **QUÍMICA II**

#### **Intención**

La asignatura de Química II tiene como intención que el estudiante caracterice a la materia a partir del conocimiento de su estructura a nivel atómico y molecular. Debido a lo abstracto de los contenidos se hace énfasis en el uso de modelos, así como en el desarrollo histórico para la reconstrucción de conceptos, con la finalidad de que reconozca la existencia de los átomos; se continua con el estudio de las fuerzas que los unen para formar moléculas y, finalmente, se estudian las aplicaciones de las macromoléculas naturales y sintéticas para valorar su importancia industrial y los procesos biológicos.

## UNIDAD I. ESTRUCTURA ATÓMICA

### Objetivo

El estudiante reconocerá la estructura del átomo, identificándolo como la unidad básica de la materia, a través de las leyes de combinación y descripción de los experimentos que condujeron al establecimiento de los modelos atómicos y su interpretación, para comprender el comportamiento de la materia y concientizarse de las implicaciones de las investigaciones atómicas y su repercusión en la sociedad.

**ÁTOMOS Y LEYES DE COMBINACIÓN.** Formación de compuestos, leyes ponderales combinación. Concepto de átomo y postulados del modelo de Dalton. Fórmula mínima y molecular, composición porcentual.

**MODELOS ATÓMICOS.** Descripción de los experimentos que condujeron a conocer la estructura del átomo. Modelo de Thompson y caracterización del electrón. Modelo de Rutherford y núcleo atómico. Modelo de Bohr y Sommerfeld, estructura electrónica, construcción progresiva y justificación del ordenamiento periódico.

**CAMBIOS NUCLEARES:** Isótopos y aplicaciones. Fisión nuclear y aplicaciones. Fusión nuclear y aplicaciones. Fusión nuclear y reacciones solares.

## UNIDAD II. MODELOS DE ENLACE Y FORMACIÓN DE COMPUESTOS

### Objetivo

El estudiante se explicará la formación de compuestos a través de propiedades periódicas, estructura de Lewis y el uso de modelos de enlace entre átomos (iónico, covalente y metálico) para comprender su estructura, geometría y polaridad, para relacionarla con sus propiedades.

**MODELO DE ENLACE IÓNICO.** Estructura de Lewis y regla del octeto. Propiedades periódicas, afinidad electrónica y energía de ionización. Propiedades de los compuestos con enlace iónico.

**MODELO DEL ENLACE METÁLICO.** Electrones libres de metales con estructuras de Lewis y energía de ionización. Propiedades y estructura de metales.

**MODELO DEL ENLACE COVALENTE.** Propiedades del enlace a partir de estructuras de Lewis y electronegatividad. Geometría molecular y polaridad a partir del modelo de repulsión de pares electrónicos de la capa de valencia. Grupos funcionales, propiedades, nomenclatura y usos.

---

---

### **UNIDAD III. INTERACCIONES INTERMOLECULARES Y MACROMOLECULARES.**

#### **Objetivo**

El estudiante identificará las formas en que interactúan y se unen las moléculas (fuerzas de Van der Waals y puente de hidrógeno) a través de la geometría y polaridad para explicarse la estructura de polímeros de adición y condensación en la formación de macromoléculas a fin de explicarse la estructura de biomoléculas, reconociendo su importancia en la industria y en los seres vivos.

**INTERACCIONES DE COHESIÓN ENTRE MOLÉCULAS.** Formación de fuerzas intermoleculares a partir de la polaridad y geometría. Puente de hidrógeno y comportamiento del agua.

**FORMACIÓN DE MACROMOLÉCULAS.** Estructura y síntesis de monómeros a partir del eteno. Estructura y aplicación de los polímeros de adición. Estructura y aplicación de los polímeros de condensación.

**BIOMOLÉCULAS.** Estructura y clasificación de los carbohidratos. Estructura y clasificación de los lípidos. Formación, clasificación y función de las proteínas.

### **QUÍMICA III**

#### **Intención**

La intención de la asignatura de Química III es que el estudiante comprenda los fenómenos químicos mediante el conocimiento de dos grupos de reacciones: las ácido-base y las óxido-reducción, con el fin de que valore las implicaciones de la química en su vida cotidiana y esté en posibilidad de proponer soluciones de los problemas de su entorno.

### **UNIDAD I. REACCIONES ÁCIDO-BASE.**

#### **Objetivo**

El estudiante manejará la escritura y el lenguaje de la disciplina para representar las reacciones químicas y a fin de explicarse las transformaciones de las sustancias, entendiendo los cambios energéticos involucrados y la dirección en que ocurren así como la velocidad de reacción y factores que la modifican; cuantificar la concentración a través de pH y realizar cálculos estequiométricos, haciendo énfasis en la determinación cuantitativa de contaminantes del aire, agua, origen de la lluvia ácida para valorar las



repercusiones de su entorno ecológico, posibilitándolo a asumir actitudes críticas para la solución y control de problemas.

**ECUACIONES QUÍMICAS.** Reacciones Químicas. Entalpía de formación y reacción. Velocidad de reacción y factores que influyen.

**COMPORTAMIENTO ÁCIDO-BASE.** ácido-base según Arrhenius, reacciones de Neutralización. Ácido-base según Brönsted-Lowry. pH. Ácido-base, según Lewis, y reacciones.

**CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS.** Reacciones en los contaminantes del aire y agua, su cuantificación.

### **UNIDAD III. REACCIONES DE ÓXIDO-REACCIÓN**

#### **Objetivo**

Que el estudiante identifique los fenómenos de óxido-reducción a través de reacciones que involucren intercambio de electrones, (combustión y electrólisis) manejando el número de oxidación y aplicación de las reglas para balancear ecuaciones, realizar cálculos estequiométricos, identificando las reacciones fotoquímicas de los contaminantes primarios del aire en el fenómeno de inversión térmica y su origen; que conozca algunas aplicaciones de las reacciones de óxido-reducción en la transformación de energía química en eléctrica, así como la obtención de metales por galvanoplastia.

**PROCESO DE ÓXIDO-REDUCCIÓN.** Proceso de combustión. Electrólisis, intercambio de electrones, corrosión.

**REACCIONES DE ÓXIDO-REDUCCIÓN.** Electrólisis, número de oxidación, reacciones de óxido-reducción, reglas para el balanceo de ecuaciones por óxido-reducción, cálculos estequiométricos. Reacciones fotoquímicas.

**ELECTROQUÍMICA.** Serie electromotriz y reacciones de óxido-reducción de los metales. Funcionamiento de pilas, interconversión de energía química a eléctrica. Obtención de materiales por galvanoplastia.

### **UNIDAD III. QUÍMICA Y VIDA COTIDIANA**

#### **Intención**

Que el estudiante identifique algunas sustancias tóxicas como los óxidos no metálicos, sales de plomo y mercurio, las principales fuentes contaminantes de su entorno, su cuantificación y control, que caracterice a la petroquímica básica, mediante el

conocimiento de los hidrocarburos y procesos de transformación por reacciones de las olefinas y aromáticos a fin de valorar la importancia de esta industria en la satisfacción las necesidades del hombre; comprenderá los procesos de fermentación en la elaboración de productos útiles en la vida cotidiana.

**SUBSTANCIAS TOXICAS.** Óxidos no metálicos y sales de plomo y mercurio en el medio. Fuentes contaminantes.

**DERIVADOS PETROQUÍMICOS.** Derivados de la petroquímica básica. Olefinas y Aromáticos aplicación.

**FERMENTACIÓN.** Reacciones de fermentación, aplicaciones. La intención de la asignatura de Química III es que el estudiante comprenda los fenómenos químicos mediante el conocimiento de dos grupos de reacciones ácido-base y óxido-reducción con el fin de que valore las implicaciones de la Química en su vida cotidiana, y asuma una actitud responsable, participando en el control o proponiendo acciones para solucionarlos.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

Ausubel, D. P., Novack, J. D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.

Campos, M. A., Furlán, A. J., Marzolla, M. E., Ortega, F. y Remedí, V. E. (1978). *Aportaciones a la didáctica de la educación superior*. México: ENEPI/UNAM.

Carretero, M. (1993). *Constructivismo y educación*. Madrid: Aique.

Colegio de Bachilleres (1992). *Programas de estudio de las asignaturas de Química*. México: Dirección de Planeación Académica.

Colegio de Bachilleres (1998). *Modelo educativo*. México: Dirección de Planeación Académica.

Coll, C. (1991). *Psicología y currículo. Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículo escolar*. México: Paidós

Coll, C. (1997). *Constructivismo y educación escolar: ni hablamos de lo mismo ni lo hacemos desde la misma perspectiva epistemológica*. En M. J. Rodrigo y J. Arnay (comps.) *La construcción del conocimiento escolar* (pp. 107-133) Barcelona: Paidós

Coll, C. (2001). *Constructivismo y educación: La concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje*. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (comps.). *Desarrollo psicológico y educación. 2. Psicología de la educación escolar* (pp. 157-186) Madrid: Alianza Editorial.

Coll, C., Pozo, J. I., Sarabia, B. y Valls, E. (1992). *Los contenidos de la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana.

Cubero, R y Luque, A. (2001). *Desarrollo, educación y educación escolar: la teoría sociocultural del desarrollo y del aprendizaje*. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (comps.). *Desarrollo psicológico y educación. 2. Psicología de la educación escolar* (pp. 137-155). Madrid: Alianza Editorial.

- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para el aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: Mc Graw Hill.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (2000). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. México: SEP/Visor.
- Gimeno, J. (1988). *El currículo: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- Jackson, Ph. W. (1991). *La vida en las aulas*. Madrid: Morata.
- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México: Aula XXI/Santillana.
- Llorens, J. A. (1991). *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.
- Monereo, C, et al. (Coord.) (1994). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en el aula*. Barcelona: Graó.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor.
- Ontoria, A. et al (1992). *Mapas conceptuales. Una técnica para aprender*. Madrid: Narcea.
- Piaget, J. (1980). *Seis estudios de psicología*. México: Seix Barral
- Piaget, J. (1981). *Problemas de psicología genética*. México: Ariel
- Piaget, J. (1969). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Ariel
- Pozo, J. I. (1990). *Estrategias de aprendizaje*. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (comps.). *Desarrollo psicológico y educación. II. Psicología de la educación escolar* (pp. 199-1221). Madrid: Alianza Editorial.
- Pozo, J. I. et al (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: CIDE.
- Vygotsky, L. S. (2005). *Pensamiento y lenguaje*. México: Quinto sol.
- Zabala, A. (1998). *La practica educativa. Cómo enseñar*. Barcelona: Graó.