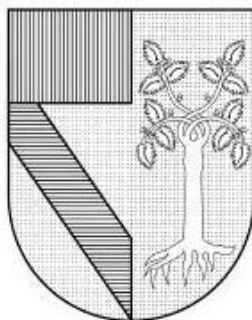


UNIVERSIDAD PANAMERICANA

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y CIENCIAS SOCIALES

ESCUELA DE PEDAGOGÍA



“PROPUESTA PARA GENERAR COMPETENCIAS CIENTÍFICAS HACIA EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA EN ALUMNOS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA”

T E S I S

Q U E P R E S E N T A

ESTELA ROMERO DÁVILA

P A R A O B T E N E R E L GRADO DE:

MAESTRA EN EDUCACIÓN

DIRECTOR DEL PROGRAMA:

DIRECTOR DE LA INFORME DE LA TESIS:

Dra. Margarita Espinosa Jiménez

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I. EDUCACIÓN SECUNDARIA	9
I.1. Antecedentes	9
I.2. Creación de la Educación Secundaria	12
I.3. La enseñanza secundaria	13
I.4. La Educación Secundaria en la actualidad	16
I.5. Formación científica en la Educación Secundaria según los planes oficiales en México	24
CAPÍTULO II. ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA	25
II.1. Antecedentes de la enseñanza de las ciencias en México	25
II.2. Propósito de la enseñanza de las ciencias en Educación Secundaria	30
II.3. Educar en ciencias	31
II.4. Enseñanza de la química	31
II.4.1. Enseñanza por competencias	36
II.5. Contextualización y abstracción del conocimiento científico	39
CAPÍTULO III. DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA	43
III.1. Diseño instruccional	45
III.1.1. Objetivos generales del curso	46
III.1.2. Objetivos particulares	46
III.1.3. Plan de Unidad	47
III.1.3.1. Desarrollo del contenido. Ácidos y Bases	52

A. Conceptos básicos	52
B. Recorrido histórico	52
C. ¿Ácido o Base? Propiedades macroscópicas de los ácidos y las bases	54
D. ¿Qué es el pH?	56
E. Medición del pH	59
F. ¿Cómo interactúan los ácidos las bases?	61
G. ¿Cómo afectan los ácidos al ambiente?	66
III.1.3.2. Ejercicios	70
III.1.3.3. Actividades	71
CONSIDERACIONES FINALES	76
ANEXO I	79
Artículo: Ácidos y bases en nuestra vida diaria.	80
Artículo: La Noche que Andrés llegó tarde	81
APÉNDICE I	84
Actividades. Hojas de trabajo	84
FUENTES DE CONSULTA	87

DEDICATORIAS

A la memoria de mi padre y de Nicolás.

A Hiromi, por ser la luz que ilumina cada uno de mis días.

A Javier, porque siempre ha estado a mi lado.

AGRADECIMIENTOS

Hay tanto para agradecer, hay tantas personas en mi vida a las que agradecer, por diferentes cosas que han hecho por mí...

- Papá, gracias por tu ejemplo silencioso, por enseñarme que en la vida lo único que cuenta es seguir adelante y seguir con valentía. Por enseñarme que el trabajo dignifica al hombre. Por todo tu cariño, comprensión y sobre todo tu alegría. Por apoyarme siempre, sin importar cuan absurdo fuera y sobre todo por ser mi papá.
- A Nicolás por enseñarnos una gran lección de vida.
- A ti mamá que sembraste en mí, la semilla de la superación, mediante tu amor y cariño. Porque no hay forma de agradecerte todo lo que me diste... tus consejos, tu confianza, tu apoyo pero sobre todo tu ejemplo. Gracias mamá.
- A Javier y a Hiromi por su apoyo infinito en la realización de este proyecto.
- A Cynthia, Flor, Fabiola y Paulina por estar siempre en las buenas y en las malas.
- A mi sobrina Fernanda por contagiarme su entusiasmo por hacer bien las cosas.
- A Kazuo por ser una parte importante en mi vida.
- A mis compañeros de la maestría que durante dos años intercambiamos experiencias que nos enriquecieron en nuestra vida personal y laboral.
- Familiares, amigos y conocidos que estuvieron de alguna manera involucrados en la realización de este sueño que hoy culmina.
- Al posgrado de Pedagogía de la Universidad Panamericana por el apoyo otorgado durante los estudios realizados en la Maestría en Educación.
- A la Doctora Margarita Espinosa por la dirección de este trabajo.

¡Mil gracias!

INTRODUCCIÓN

El estudio de la ciencia en general y la Química en particular, contribuye al desarrollo integral de la persona, debido a que promueve el desarrollo de actitudes y hábitos intelectuales de gran valor en la sociedad actual; facilita la comprensión de fenómenos que tienen lugar en nuestro entorno y ayuda a interpretar de forma racional la realidad, promoviendo actitudes críticas frente a hechos cotidianos.

Actualmente se ha observado que la enseñanza de la Química se encuentra en crisis a nivel mundial, debido a que la relación entre sociedad, ciencia y tecnología se encuentra cambiando rápidamente, pues la ciencia y la tecnología son abordadas como un sistema cognitivo para la producción de nuevos conocimientos. La eficacia de la tecnología hoy es un importante índice para la científicidad, del mismo modo que la teoría científica es un importante instrumento para la acción, la manipulación, construcción y transformación de diferentes productos en el mercado, frente a la creciente demanda de la población. Así, esta crisis ha ocasionado que se dificulte el aprendizaje de la química, observándose un continuo descenso de estudiantes en ciencias experimentales a nivel secundaria y en consecuencia no optan por estudiar una carrera universitaria en ciencias.

Asimismo, se observa una disminución en las habilidades procesuales en los estudiantes que comienzan el estudio de las asignaturas de química, que son básicas como, análisis, reflexión, resolución de problemas en diferentes contextos, planeación entre otras, que resultan útiles para otras carreras universitarias o terciarias tales como Medicina, Bioquímica, Nutrición y Enfermería, entre otras, debido a que la Química, como disciplina científica, abre nuevas etapas de producción de conocimientos, como la química sustentable, la biología molecular, la nanoquímica, la química en los alimentos entre otras, lo que ha provocado la necesidad de modernizar la educación, haciendo indispensable replantear qué, para qué, para quiénes y cómo enseñar química, a las nuevas generaciones que cada vez se les dificulta más el aprendizaje de la química.

En la actualidad, como docentes nos enfrentamos a adolescentes que presentan diversos problemas académicos, principalmente la falta de motivación para aprender a causa de una falta de interés y de lo que implica el valor que tiene acercarse al mundo; las generaciones de adolescentes actuales en general no buscan esforzarse y estudiar, por consiguiente, dado que aprender ciencia es una tarea intelectual compleja y exigente, que implica estudio, esfuerzo y compromiso, hace que su inserción en ella los lleve al fracaso, esto ocasiona que los alumnos no logren adquirir las destrezas necesarias, ya sea para elaborar una gráfica a partir de datos o para realizar observaciones a través del microscopio, o bien, en ocasiones pueden hacer lo que se les pide, pero no entienden lo que hacen y no saben explicar o aplicar en nuevas situaciones.

La falta de aprendizaje científico no sólo se limita a su utilidad o aplicación por parte de los alumnos, sino también al interés o a la relevancia. Como consecuencia de la enseñanza recibida, los alumnos manifiestan actitudes inadecuadas o incluso incompatibles con los fines de la ciencia, que se traducen sobre todo en una falta de motivación o interés por su aprendizaje. Lo que los lleva a adoptar posiciones pasivas, a esperar respuestas inmediatas en lugar de formularlas, a concebir los experimentos como demostraciones y no como investigaciones; y asumen que el trabajo intelectual es una actividad individual y no de cooperación y búsqueda conjunta.

Considero como profesional de la educación la importancia de identificar las dificultades en el aprendizaje de la química, para que los profesores puedan tomar decisiones adecuadas al seleccionar los contenidos que se van a enseñar, teniendo en cuenta su importancia en la estructura lógica de la disciplina, su potencial explicativo, su nivel de complejidad y su relevancia funcional y social. De tal forma que puedan despertar el interés y motivar a los alumnos al aprendizaje de la química.

Este trabajo académico plantea tres capítulos:

El primero, denominado “Educación Secundaria” aborda desde los antecedentes históricos que dieron origen a la creación hasta la consolidación de la Educación Secundaria en México. En sus inicios tenía como objetivo ampliar y perfeccionar la educación primaria superior y establecer un puente entre las primarias y las escuelas universitarias.

El segundo, denominado “Enseñanza de la Química” aborda cómo ha sido la enseñanza de las ciencias en la educación en México, haciendo énfasis en la enseñanza de la Química, los cambios en los programas y planes de estudio a lo largo del tiempo hasta el planteamiento del actual plan de estudio basado en competencias.

En el tercero, “Diseño instruccional para el aprendizaje de la Química” se hace una propuesta de enseñanza-aprendizaje de la química para estudiantes que cursan el tercer año de secundaria y es el primer contacto que tienen con el estudio de la química. El tema en que se centra la propuesta es en la comprensión de los ácidos y las bases.

Por ello, el objetivo general de esta investigación se centra en: Desarrollar una estrategia para generar actitudes que despierten la curiosidad, el interés y el gusto por la ciencia y sus métodos de investigación en alumnos de educación secundaria.

Por lo tanto la problemática planteada en los párrafos anteriores se desarrollarán en los tres capítulos donde se resaltarán la importancia de la Educación Secundaria en la sociedad mexicana. Así como la importancia del estudio de materias científicas para el desarrollo de actitudes y habilidades que permitan el desarrollo integral de la persona para que pueda plantear soluciones a problemáticas locales de forma responsable y puedan actuar en consecuencia.

CAPÍTULO I.

EDUCACIÓN SECUNDARIA

Dado que el tema central del presente trabajo es la generación de competencias científicas en alumnos de educación media, es importante hacer una descripción histórica del origen, creación y consolidación de la Educación Secundaria en México y su actual situación.

I.1. Antecedentes

En el siglo XIX la tendencia escolar en México ostentaba ciertas características comunes a casi todas las escuelas del Mundo: establecía los programas y contenidos que el niño debía de aprender; señalaba el método de enseñanza y se concedía mayor importancia al objeto de enseñanza. Era una tendencia centrada en el maestro, no había diferencias individuales y a su vez favorecía el individualismo. La enseñanza se centraba en la escuela tradicional que era autoritaria y estricta en disciplina. La escuela ofrecía dos mundos a los niños: la escuela y la vida.

Con base en el texto de Meneses, Tendencias Educativas Oficiales en México 1821-1911, 1998, puede señalarse que durante el mandato de Porfirio Díaz, de 1878 a 1907, se añadieron 5,043 escuelas primarias, 17 preparatorias, 6 escuelas técnicas y 14 normales, que satisfacían la demanda de una parte de la población pues la educación era eminentemente urbana, y estaba dedicada a la clase media y alta con muy poca atención a la clase rural y obrera. La educación primaria seguía una metodología basada en Rébsamen¹¹, mientras que la preparatoria se apoyaba en el positivismo con lo que disminuyó el analfabetismo un 23%.

¹¹ El trabajo de Enrique Rébsamen, sentó las bases del normalismo mexicano bajo la premisa de que, según sus palabras: "...lo que caracteriza a la escuela normal es la aplicación teórico-práctica de la doctrina para formar hombres y para formar ciudadanos, siendo esta doctrina científica y práctica..." (Guevara, 2011)

En 1891 se promulgó la Ley Reglamentaria de Educación, que estableció la educación como laica, gratuita y obligatoria. En 1911 en el interinato de Francisco León de la Barra, Francisco Belmar con apoyo de José L. Cossío y Esteban Maqueo Castellanos propuso la iniciativa de extender la educación rudimentaria a los indígenas con el objeto de enseñar a los individuos de raza indígena, a hablar, leer y escribir en español, además de ejecutar operaciones elementales de cálculo.

La educación primaria y preparatoria continuó sin cambios significativos, excepto en el cambio de los calendarios escolares promovidos por Francisco y I. Madero en diciembre 1° de 1911. Cabe aclarar que los gobiernos posteriores a Díaz no tocaron la primaria, aunque hay que indicar que poco después de la caída de Huerta, se hicieron cambios al plan de estudios de primaria.

En 1913, con el plan de García Naranjo, la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) se había despojado de la orientación positivista¹², para adoptar otra de sentido humanista. En 1915, Palavicini acordaba un nuevo plan de estudios debido a que la juventud mexicana necesitaba, una vez terminada la educación primaria superior, prepararse para continuar su cultura, ya con una técnica de inmediata aplicación en la lucha por la vida, ya con las bases preparatorias para adquirir conocimientos profesionales; por tanto el plan de estudios de la ENP se redujo a cuatro años de estudio y contenía las asignaturas para poder ingresar a cualquier carrera universitaria, adquirir los conocimientos de una profesión especial o dedicarse a diversas actividades. Con este nuevo plan de estudios se resolvió aparentemente el problema de la vinculación de la primaria con la preparatoria.

A pesar de esto, el 23 de enero de 1915, el general Cándido Aguilar, gobernador y comandante militar del estado de Veracruz, convocó un Congreso Pedagógico Estatal que se reunió del 15 de febrero al 9 de marzo del mismo año, donde el objetivo implícito era vincular la enseñanza primaria superior con la preparatoria para evitar la numerosa

¹² El positivismo era una doctrina que sólo reconocía la verdad derivada de las ciencias y estipulaba que aquello que carece de fundamentos científicos debe ser rechazado; por su parte, la conducta humana debe sujetarse en todos los casos a las leyes de las ciencias. (Guevara, 2011)

deserción registrada entre los alumnos de esta última. El propósito de hacer accesible la escuela secundaria era el comienzo de la popularización de la enseñanza, que se obtendría plenamente cuando la escuela hubiese llegado a todas las clases sociales en su triple aspecto: primario, secundario y especial, con adecuada subordinación entre cada uno de ellos y adaptación cuidadosa para satisfacer las necesidades de la vida contemporánea de la época.

El proyecto de la secundaria presentada por la comisión formada por el ingeniero Justiniano Aguillón de los Ríos, profesor Julio S. Montero, doctor Enrique Herrera Moreno y doctor Manuel F. Nájera, ofrecía el siguiente plan de estudios (Meneses, Tendencias Educativas Oficiales en México 1911-1914, 1998):

- Nociones de aritmética y álgebra y teneduría de libros
- Idioma francés (curso exclusivamente práctico)
- Física y química experimentales
- Dibujo
- Nociones de botánica, zoología; especialmente anatomía y fisiología humanas e higiene individual
- Economía doméstica (para mujeres)
- Trabajos manuales
- Lengua y literatura española
- Geografía general y de México
- Casos prácticos de trigonometría rectilínea
- Historia general y patria
- Nociones de mecánica. Elementos de cosmografía meteorología
- Psicología, lógica y patria
- Cultura física
- Instrucción cívica. Economía social
- Puericultura y nociones elementales de pedagogía (especiales para secundarias de niñas)

Con este plan de estudios, la cultura intelectual en la escuela secundaria comenzaría con una educación que proporcionarían las ciencias abstractas o de observación simple (matemáticas), seguiría con la de las ciencias experimentales (física y química), continuaría con las de clasificaciones o inductivas (química y biología) y terminaría con las ciencias enteramente concretas (sociología).

La cultura moral se enseñaría en un curso especial, la cultura física se daría por medio de ejercicios apropiados al aire libre y la cultura estética se obtendría con el ambiente estético de la escuela, por medio del dibujo, trabajos manuales, lenguaje, entre otros.

I.2. Creación de la Educación Secundaria

A mediados de 1923, el Dr. Bernardo Gastélum subsecretario de Educación Pública, propuso al Consejo Universitario una reorganización de los estudios preparatorios con una clara distinción de la enseñanza secundaria, como ampliación de la primaria, con los siguientes propósitos (Meneses, Tendencias Educativas Oficiales en México 1911-1914, 1998):

- 1) Realizar la obra correctiva de defectos y desarrollo general de los estudiantes, iniciada en la primaria
- 2) Vigorizar, en cada uno de los estudiantes la conciencia de solidaridad con los demás
- 3) Formar hábitos de cohesión y cooperación social
- 4) Ofrecer a todos gran diversidad de actividades, ejercicios y enseñanzas, a fin de que cada estudiante descubriera una vocación y pudiera dedicarse a cultivarla.

La Educación Secundaria sería la continuación de la educación primaria superior, no tendría el carácter de obligatoria y se desarrollaría normalmente en tres años con las siguientes enseñanzas:

- 1) Los medios de comunicación intelectual de la humanidad.
- 2) La naturaleza, física, química y biológicamente concebida.
- 3) La cuantificación de los fenómenos.
- 4) La vida social.

- 5) Los medios que ayudan a cada uno, para beneficio individual y colectivo, a llegar a ser agentes útiles en la producción, distribución y circulación de las riquezas, así como los ejercicios y actividades indispensables para mantenerse sano y reducir las deficiencias de cada cual.

La Educación Preparatoria Universitaria se desarrollaría en uno o dos años. Su intención se centraría en proporcionar una preparación profesional para el estudio de las carreras universitarias y formar, además, bachilleres que pongan de manifiesto un grado de cultura y que tendrá efectos equivalentes, cualquiera que fuera su clase, para el estudio de las carreras universitarias.

Esta propuesta fue adoptada y el 17 de diciembre de 1923, el Secretario de Educación Pública, José Vasconcelos¹³ aprobó la creación de la Educación Secundaria, de tal manera que se dividieron los estudios preparatorios en dos ciclos: la secundaria con tres años de duración (preparación general para la vida) y la preparatoria, para las profesiones.

I.3. La enseñanza secundaria

Este nivel de enseñanza se desarrolló paulatinamente en el Distrito Federal y en la República.

El plan firmado por Vasconcelos, establecía que la escuela normal para maestros habría dos ciclos de estudios: el primero abarcaba la escuela secundaria igual que se impartía en la ENP¹⁴; el segundo, lo conformaban las materias profesionales para la carrera de Profesor de Educación Primaria (Carranza, 2003).

El objetivo de la Educación Secundaria se enfocaba en ampliar y perfeccionar la educación primaria superior; la formación de valores, hábitos de cooperación, así como la formación de criterios para enfrentar las actividades del hombre en la sociedad, de tal forma que cada

¹³ Secretario de Educación Pública en el gobierno de Álvaro Obregón (1921-1924)

¹⁴ Escuela Nacional Preparatoria

estudiante descubriera su propia vocación.

La escuela secundaria establecía un puente entre las primarias y las escuelas universitarias; tenía métodos apropiados al periodo de la adolescencia, 13-16 años; era flexible en sus sistemas y proporcionaba habilidades suficientes para la actividad futura. Estas características hicieron necesaria la creación de un Departamento de Enseñanza Secundaria en 1925, impulsado por el maestro Moisés Sáenz, que se encargaría de las secundarias federales, de la inspección y control de las escuelas secundarias particulares, de la acción educativa de los estados de la República con las leyes y criterios de las nuevas escuelas secundarias. El fin de crear dicho Departamento se centró en poder dar solución pronta a los problemas relacionados con la enseñanza secundaria y de atender más eficazmente el funcionamiento de los cuatro planteles que empezaron a funcionar desde enero de 1926.

Finalmente la consolidación de la organización de las secundarias federales se dio por dos decretos presidenciales¹⁵ uno de agosto de 1925 y el otro de diciembre del mismo año. Con el primero se crearon dos planteles educativos de este género y con el segundo se dio vida independiente y personalidad propia al llamado ciclo secundario de la antigua ENP.

La Educación Secundaria contaba entonces con tres años de preparación general del alumno; incluía un oficio, pero excluía las materias optativas. Se contaba ya con escuelas nocturnas, oficiales, de los estados, particulares incorporadas a la SEP y no incorporadas. Conforme transcurrían los años, la escuela secundaria empezó a absorber todos los problemas de la enseñanza que antes comprendía el ciclo de la educación media completo (secundaria y preparatoria), en cuanto a Planes de Estudio, Programas y Métodos, debido a que se inició con el mismo Plan de Estudios preparatorio pero con ligeras modificaciones; más cerca de la lógica de la ciencia, que del desarrollo del adolescente, y no muy apto para atender las diferencias individuales de los educandos, además se presentaron, entre los estudiantes de secundaria, “síntomas alarmantes de grave indisciplina y desorientadas

¹⁵ El presidente en turno era Plutarco Elías Calles

inquietudes” (Meneses, Tendencias Educativas Oficiales en México 1911-1914, 1998). Por lo que ha sido necesario hacer cambios y modificaciones en los planes de estudio de educación secundaria desde su creación (Sandoval, 2002):

1. 1926-1931 por Moisés Sáenz durante la presidencia de Plutarco Elías Calles
2. 1932 por Narciso Bassols durante la presidencia de Pascual Ortiz Rubio
3. 1936 por Gonzalo Vázquez Vela durante la presidencia de Lázaro Cárdenas del Río
4. 1941-1944 por Octavio Véjar Vázquez durante la presidencia de Manuel Ávila Camacho.
5. 1945 por Jaime Torres Bodet durante la presidencia de Manuel Ávila Camacho
6. De 1947 a 1952 Modificaciones menores.
7. 1960 por Jaime Torres Bodet durante la presidencia de Adolfo López Mateos.
8. 1974-1975 por Víctor Bravo Ahuja a partir de los acuerdos de Chetumal de 1974 durante la presidencia de Luis Echeverría.
9. 1993 por Ernesto Zedillo Ponce de León durante la presidencia de Carlos Salinas de Gortari.
10. 2006 por Reyes Silvestre Támez Guerra durante la presidencia de Vicente Fox Quezada.

Con estos cambios y modificaciones a los planes de estudio se realizaron la reformulación de contenidos y materiales educativos, lo que implicó una reforma curricular y pedagógica, en donde los contenidos se renuevan y organizan por asignaturas, a su vez, se amplió y diversificó la producción de materiales educativos para alumnos y maestros; se hicieron propuestas sobre el enfoque pedagógico con el que se ha de trabajar, tratando siempre de cumplir con los objetivos por los que se creó la educación secundaria que debe brindar formación básica, preparar para los niveles superiores a aquellos que aspiran a continuar estudiando, preparar para el mundo del trabajo a los que dejan de estudiar y quieren o tienen que integrarse a la vida laboral y formar una personalidad integral.

I.4. La Educación Secundaria en la actualidad

La Educación Secundaria es un nivel educativo que se imparte en tres años; es propedéutica, es decir, necesaria para iniciar estudios de Educación Secundaria; ésta, puede impartirse en tres modalidades; escolar, no escolarizada y mixta; la secundaria escolar, se divide por sostenimiento, esto es, federal, estatal, autónomo y particular.

La Educación Secundaria General se proporciona a la población de 12 a 15 años de edad que concluyó la educación primaria.

Como se ha señalado, la Educación Secundaria en México se ha considerado un vínculo entre la Educación Primaria y Preparatoria, por lo que a partir de la firma del Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica en 1992 (ANMEB), se ubicó a la secundaria como un ciclo de la educación básica obligatoria, de nueve años, que entró en vigor a partir de 1993. En este contexto se concretó un nuevo plan de estudios, conocido como Plan 93, en donde se planteó como propósito esencial "(...) contribuir a elevar la calidad de la formación de los estudiantes que han terminado la educación primaria, mediante el fortalecimiento de aquellos contenidos que responden a las necesidades básicas de aprendizaje de la población joven del país y que sólo la escuela puede ofrecer. Estos contenidos integran los conocimientos, las habilidades y los valores que permiten a los estudiantes continuar su aprendizaje con un alto grado de independencia, dentro o fuera de la escuela; facilitan su incorporación productiva y flexible al mundo del trabajo; coadyuvan a la solución de demandas prácticas de la vida cotidiana y estimulan la participación activa y reflexiva en las organizaciones sociales y en la vida política y cultural de la nación" (SEP, Plan y programas de estudio 1993. Educación Básica. Secundaria., 1993).

El plan de estudios quedó estructurado de la siguiente forma:

Asignaturas académicas		
Primero	Segundo	Tercero
Español	Español	Español
Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas
Historia Universal I	Historia Universal II	Historia de México
Geografía general	Geografía de México	Orientación educativa
Civismo	Civismo	Física
Biología	Biología	Química
Introducción a la física y química	Física	Lengua extranjera
Lengua extranjera	Química	Asignatura opcional decidida en cada entidad
	Lengua extranjera	
Expresión y apreciación artísticas	Expresión y apreciación artísticas	Expresión y apreciación artísticas
Educación física	Educación física	Educación física
Educación tecnológica	Educación tecnológica	Educación tecnológica

Dando continuidad a este plan de estudios, la SEP inició la elaboración de una nueva reforma del nivel secundaria conocida como Reforma Integral a la Educación Secundaria (RIES), que más tarde cambió su nombre a Reforma de Educación Secundaria (RES) en 2004, que entraría en vigor a partir de 2006. En esta reforma se propone una Educación Secundaria que forme a los jóvenes para su participación en la construcción de una sociedad democrática, integrada, competitiva y proyectada al mundo, para lo cual, se hace necesario fortalecer progresivamente la educación secundaria atendiendo los siguientes aspectos (Reyes, 2009):

- Cobertura: ampliarla sustancialmente, hasta conseguir su universalización, en el menor tiempo posible.
- Permanencia: reducir sensiblemente los niveles de deserción y fracaso.

- Calidad: incrementar los resultados en materia de logros de aprendizaje.
- Equidad: diseñar modelos adecuados que atiendan las distintas demandas y necesidades y produzcan resultados equivalentes para todos los alumnos, independientemente de su origen y condiciones.
- Articulación: una escuela secundaria que se asuma como el último tramo de la educación básica y que se articule con los otros dos niveles educativos, tanto en su gestión como en su modelo curricular.
- Pertinencia: transformar el ambiente y las condiciones de la escuela para lograr un genuino interés y gusto de maestros y alumnos por la tarea que realizan.

El plan de estudios quedó estructurado de la siguiente forma (SEP, Reforma Integral de la Educación Básica. Planes y programas de estudio de 1993 y 2009., 2009)

Asignaturas académicas		
Primero	Segundo	Tercero
Español I	Español II	Español III
Matemáticas I	Matemáticas II	Matemáticas III
Ciencias I (énfasis en Biología)	Ciencias II (énfasis en Física)	Ciencias III (énfasis en Química)
Geografía de México y del mundo	Historia I	Historia II
	Formación cívica y ética I	Formación cívica y ética II
Lengua extranjera I	Lengua extranjera II	Lengua extranjera III
Educación física I	Educación física II	Educación física III
Tecnología I	Tecnología II	Tecnología III
Artes (música, danza, Teatro o artes visuales)	Artes (música, danza, Teatro o artes visuales)	Artes (música, danza, Teatro o artes visuales)
Asignatura estatal		
Orientación y tutoría	Orientación y tutoría	Orientación y tutoría

A partir de esta propuesta en el sexenio del Presidente de la República, Felipe Calderón Hinojosa, anunció una reforma más: “La Alianza por la Calidad de la Educación”, con ella, según el Gobierno federal, se propone impulsar “una transformación por la calidad educativa” (SEP, Plan de Estudios 2011. Educación Básica, 2011), la cual, estableció el desarrollo de competencias y habilidades, mediante la reforma a los enfoques, asignaturas y contenidos de la Educación Básica y la enseñanza del idioma inglés desde el nivel preescolar. Asimismo, propuso los compromisos de profesionalizar a los maestros y a las autoridades educativas, así como evaluar para mejorar, pues la evaluación debe servir de estímulo para elevar la calidad de la educación, favorecer la transparencia y la rendición de cuentas, y servir de base para el diseño adecuado de políticas educativas.

Esto dio origen a la Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB) en 2011, que define las competencias para la vida, el perfil de egreso, los Estándares Curriculares y los aprendizajes esperados que constituyen el trayecto formativo de los estudiantes, y que se propone contribuir a la formación del ciudadano democrático, crítico y creativo que requiere la sociedad mexicana en el siglo XXI, desde las dimensiones nacional y global, que consideran al ser humano y al ser universal (SEP, Plan de Estudios 2011. Educación Básica, 2011).

La Educación Básica, en sus tres niveles educativos, plantea un trayecto formativo congruente para desarrollar competencias, con el fin de que al concluirla, los estudiantes sean capaces de resolver eficaz y creativamente los problemas cotidianos que enfrenten, por lo que promueve una diversidad de oportunidades de aprendizaje que se articulan y distribuyen a lo largo del preescolar, la primaria y la secundaria, y que se reflejan en el Mapa Curricular.

Las competencias que deberán desarrollarse en los tres niveles de Educación Básica y a lo largo de la vida, procurando que se proporcionen oportunidades y experiencias de aprendizaje significativas para todos los estudiantes (SEP, Plan de Estudios 2011. Educación Básica, 2011):

- Competencias para el aprendizaje permanente. Para su desarrollo se requiere: habilidad lectora, integrarse a la cultura escrita, comunicarse en más de una lengua, habilidades digitales y aprender a aprender.
- Competencias para el manejo de la información. Su desarrollo requiere: identificar lo que se necesita saber; aprender a buscar; identificar, evaluar, seleccionar, organizar y sistematizar información; apropiarse de la información de manera crítica, utilizar y compartir información con sentido ético.
- Competencias para el manejo de situaciones. Para su desarrollo se requiere: enfrentar el riesgo, la incertidumbre, plantear y llevar a buen término procedimientos; administrar el tiempo, propiciar cambios y afrontar los que se presenten; tomar decisiones y asumir sus consecuencias; manejar el fracaso, la frustración y la desilusión; actuar con autonomía en el diseño y desarrollo de proyectos de vida.
- Competencias para la convivencia. Su desarrollo requiere: empatía, relacionarse armónicamente con otros y la naturaleza; ser asertivo; trabajar de manera colaborativa; tomar acuerdos y negociar con otros; crecer con los demás; reconocer y valorar la diversidad social, cultural y lingüística.
- Competencias para la vida en sociedad. Para su desarrollo se requiere: decidir y actuar con juicio crítico frente a los valores y las normas sociales y culturales; proceder a favor de la democracia, la libertad, la paz, el respeto a la legalidad y a los 39 derechos humanos; participar tomando en cuenta las implicaciones sociales del uso de la tecnología; combatir la discriminación y el racismo, y conciencia de pertenencia a su cultura, a su país y al mundo.

El Mapa curricular de la Educación Básica se representa por espacios organizados en cuatro campos de formación, que permiten visualizar de manera gráfica la articulación curricular. Además, los campos de formación organizan otros espacios curriculares estableciendo relaciones entre sí.

En el Mapa curricular puede observarse, de manera horizontal, la secuencia y gradualidad de las asignaturas que constituyen la Educación Básica. Por su parte, la organización

vertical en periodos escolares indica la progresión de los Estándares Curriculares de Español, Matemáticas, Ciencias, Segunda Lengua: Inglés y Habilidades Digitales. Es conveniente aclarar que esta representación gráfica no expresa de manera completa sus interrelaciones.

En consecuencia, la ubicación de los campos formativos de preescolar y las asignaturas de primaria y secundaria, alineados respecto a los campos de formación de la Educación Básica, se centran en sus principales vinculaciones¹⁶.

MAPA CURRICULAR DE LA EDUCACIÓN BÁSICA 2011

ESTÁNDARES CURRICULARES ¹		1 ^{er} PERIODO ESCOLAR			2 ^o PERIODO ESCOLAR			3 ^{er} PERIODO ESCOLAR			4 ^o PERIODO ESCOLAR		
HABILIDADES DIGITALES	CAMPOS DE FORMACIÓN PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA	Preescolar			Primaria						Secundaria		
		1 ^o	2 ^o	3 ^o	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	5 ^o	6 ^o	1 ^o	2 ^o	3 ^o
	LENGUAJE Y COMUNICACIÓN	Lenguaje y comunicación			Español						Español I, II y III		
				Segunda Lengua: Inglés ²	Segunda Lengua: Inglés ²						Segunda Lengua: Inglés I, II y III ²		
	PENSAMIENTO MATEMÁTICO	Pensamiento matemático			Matemáticas						Matemáticas I, II y III		
EXPLORACIÓN Y COMPRENSIÓN DEL MUNDO NATURAL Y SOCIAL		Exploración y conocimiento del mundo			Exploración de la Naturaleza y la Sociedad			Ciencias Naturales ³			Ciencias I (énfasis en Biología)	Ciencias II (énfasis en Física)	Ciencias III (énfasis en Química)
		Desarrollo físico y salud						La Entidad donde Vivo			Geografía ³		
								Historia ³			Geografía de México y del Mundo	Historia I y II	
DESARROLLO PERSONAL Y PARA LA CONVIVENCIA		Desarrollo personal y social			Formación Cívica y Ética ⁴						Asignatura Estatal		
											Formación Cívica y Ética I y II		
		Expresión y apreciación artísticas			Educación Física ⁴						Tutoría		
				Educación Artística ⁴						Educación Física I, II y III			
										Artes I, II y III (Música, Danza, Teatro o Artes Visuales)			

Los Estándares Curriculares se organizan en cuatro periodos escolares de tres grados cada uno. Estos cortes corresponden, de manera aproximada y progresiva, a ciertos rasgos o características clave del desarrollo cognitivo de los estudiantes. Los estándares son el referente para el diseño de instrumentos que, de manera externa, evalúen a los alumnos.

Los Estándares Curriculares integran esa dimensión educativa y establecen cierto tipo de ciudadanía global, producto del dominio de herramientas y lenguajes que permitirán al país su ingreso a la economía del conocimiento e integrarse a la comunidad de naciones que fincan su desarrollo y crecimiento en el progreso educativo.

Estándares Curriculares		
Periodo escolar	Grado escolar de corte	Edad aproximada
Primero	Tercer grado de preescolar	Entre 5 y 6 años
Segundo	Tercer grado de primaria	Entre 8 y 9 años
Tercero	Sexto grado de primaria	Entre 11 y 12 años
Cuarto	Tercer grado de secundaria	Entre 14 y 15 años

Con esto se espera que los estudiantes que concluyan su Educación Básica, puedan desenvolverse satisfactoriamente en cualquier ámbito en el que decidan continuar su desarrollo.

Como resultado del proceso de formación a lo largo de la Educación Básica, el alumno mostrará los siguientes rasgos (SEP, Plan de Estudios 2011. Educación Básica, 2011):

- a) Utiliza el lenguaje materno, oral y escrito para comunicarse con claridad y fluidez, e interactuar en distintos contextos sociales y culturales; además, posee herramientas básicas para comunicarse en Inglés.
- b) Argumenta y razona al analizar situaciones, identifica problemas, formula preguntas, emite juicios, propone soluciones, aplica estrategias y toma decisiones. Valora los razonamientos y la evidencia proporcionados por otros y puede modificar,

en consecuencia, los propios puntos de vista.

c) Busca, selecciona, analiza, evalúa y utiliza la información proveniente de diversas fuentes.

d) Interpreta y explica procesos sociales, económicos, financieros, culturales y naturales para tomar decisiones individuales o colectivas que favorezcan a todos.

e) Conoce y ejerce los derechos humanos y los valores que favorecen la vida democrática; actúa con responsabilidad social y apego a la ley.

f) Asume y practica la interculturalidad como riqueza y forma de convivencia en la diversidad social, cultural y lingüística.

g) Conoce y valora sus características y potencialidades como ser humano; sabe trabajar de manera colaborativa; reconoce, respeta y aprecia la diversidad de capacidades en los otros, y emprende y se esfuerza por lograr proyectos personales o colectivos.

h) Promueve y asume el cuidado de la salud y del ambiente como condiciones que favorecen un estilo de vida activo y saludable.

i) Aprovecha los recursos tecnológicos a su alcance como medios para comunicarse, obtener información y construir conocimiento.

j) Reconoce diversas manifestaciones del arte, aprecia la dimensión estética y es capaz de expresarse artísticamente.

La educación secundaria que corresponde a la educación media, desde su creación hasta la fecha, tiene como objetivo capacitar a los estudiantes para continuar con sus estudios universitarios o bien para integrarse al mundo laboral. Por lo que se han realizado múltiples reformas educativas que han derivado en la enseñanza por competencias que permitirán a los estudiantes la adquisición de habilidades, actitudes y valores para un correcto desempeño en la sociedad.

I.5. Formación científica en la Educación Secundaria según los planes oficiales en México

La enseñanza de las ciencias a nivel mundial, se fortaleció después de la Segunda Guerra Mundial con la preparación de los jóvenes para acceder a la universidad.

Después del lanzamiento del Sputnik por los soviéticos, en 1957, Estados Unidos empezó a invertir en iniciativas de desarrollo curricular a gran escala. Durante las dos décadas siguientes, la llamada “Edad de oro del desarrollo curricular en ciencias” se dio con el desarrollo de proyectos para la modernización de los contenidos y objetivos curriculares de las diferentes asignaturas científicas y la estructura de las disciplinas. Para los años ochenta y noventa los enfoques cambiaron, orientándose hacia situaciones de la vida cotidiana; relacionando la ciencia con las cuestiones sociales y tecnológicas; para desarrollar la formación científica básica en el contexto de una ciudadanía activa y responsable; utilizando actividades de resolución de problemas para desarrollar la creatividad y promover la toma de decisiones y las habilidades sociales, además de promover la autoestima de los estudiantes (Katzkowicz y Salgado, 2006).

Por lo que en la actualidad, la finalidad del estudio de las ciencias naturales se centra en lograr que los alumnos cuenten con una Formación Científica Básica, que se orienta a desarrollar de manera integrada las capacidades intelectuales, éticas y afectivas que les preparen para opinar, decidir y actuar en asuntos concernientes al mundo natural y el mundo sociotecnológico; la intención es formar personas con actitudes más científicas, con aproximaciones más razonadas y objetivas ante los problemas de la naturaleza y de la vida personal y social (SEP, Reforma Integral de la Educación Básica. Planes y programas de estudio de 1993 y 2009., 2009)

En el siguiente capítulo se hará una revisión detallada de cómo ha sido la enseñanza de las ciencias en México desde la creación de la escuela secundaria hasta nuestros días, haciendo especial referencia a la enseñanza de la química.

CAPÍTULO II.

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Este capítulo tiene como propósito explicar cómo se ha transformado la enseñanza de las ciencias en México en la educación media, desde la enseñanza tradicional hasta la enseñanza por competencias.

II.1. Antecedentes de la enseñanza de la ciencias en México

Cuando se aprobó la creación de la educación secundaria por José Vasconcelos en 1923, los programas de estudio de ciencias se presentaban a los estudiantes como un conjunto de contenidos cerrados, por lo que la concepción de que la ciencia genera conocimiento acumulativo que crece de manera vertical, se fue transmitiendo en la comunidad científica. En este contexto, se entendía el conocimiento científico como una construcción personal que se logra siguiendo una serie de reglas perfectamente ordenadas, las cuales configuran un único e inflexible método de generación y validación. Los programas de estudio de las ciencias en México, tradicionalmente dejaban de lado la incorporación de aspectos socialmente relevantes a la enseñanza, que hacían pensar que la ciencia procura verdades objetivas, indiscutibles y neutras.

Con la reforma curricular de 1993 se pretendía fortalecer la formación científica de los estudiantes y superar los problemas de aprendizaje que se habían presentado en este campo. En el plan de estudios se suprimieron de manera definitiva los cursos integrados de Ciencias Naturales y se establecieron dos cursos para el estudio de cada una de las disciplinas fundamentales del campo: la física, la química y la biología. Por otro lado, en el primer grado se incorporó un curso de Introducción a la Física y a la Química, cuyo propósito era facilitar la transición entre las formas de trabajo en la Educación Primaria y el estudio por disciplinas que se realiza en la Secundaria.

En esta reforma, los programas de ciencias tenían una visión global de la ciencia y frecuentemente hacía mención de temas que por lo común se consideran de frontera entre cada una de las ciencias naturales. Prefiriendo así, que apareciesen repeticiones aparentes en los distintos cursos, a presentar una visión fragmentada de la ciencia. Por lo mismo algunos de los temas que se discutían en el curso introductorio de primer año se desarrollaban con mayor profundidad en el segundo y tercer año. En especial, hay que aclarar, se buscaba que los contenidos de los cursos de Química no se presentaran con un énfasis teórico y abstracto, pues ello provocaba la animadversión de los estudiantes e influía negativamente en su formación (SEP, Reforma de la educación secundaria. Fundamentación curricular. Ciencias, 2006).

Los contenidos básicos de la asignatura estaban diseñados para estimular la curiosidad y la capacidad de análisis de los estudiantes sobre procesos químicos cotidianos que rara vez son motivo de reflexión. De esta manera, el estudio de la química ayudaba a erradicar prejuicios y actitudes negativas hacia la tecnología y la ciencia en general, permitiendo un acercamiento paulatino de los estudiantes a procesos químicos más complejos que se desarrollan en el mundo moderno, así como una mejor comprensión del papel que desempeña la química en la eliminación de la contaminación.

La enseñanza de la química pretendía ayudar a la expresión escrita de los estudiantes si se promovía el registro cuidadoso de sus actividades experimentales, lo cual también fomentaba la observación cuidadosa. El maestro podía orientar al alumno para construir su "bitácora experimental" y proponerle el tipo de información que había de incorporar en ella y en qué circunstancias su revisión debía ser esencial para resolver un problema. Adicionalmente, para ayudar a analizar el trabajo realizado, se podía proponer el trazado de histogramas u otras gráficas, dando los elementos para construirlos mediante uno o más ejemplos. En el mismo sentido se debía ofrecer la posibilidad de desarrollar y fomentar en los estudiantes el hábito de elaboración de informes escritos, sea de su trabajo experimental o de investigaciones bibliográficas abiertas. El informe escrito ayudaría al estudiante a ordenar, concretar, analizar, sistematizar y a comunicar sus resultados y conclusiones.

Sin embargo, los resultados del seguimiento del trabajo en las aulas, y en particular en los bajos niveles de desempeño alcanzados por los alumnos de Educación Secundaria en las evaluaciones nacionales e internacionales, revelaron la persistencia de diversos problemas, entre los que destacaron (SEP, Reforma de la educación secundaria. Fundamentación curricular. Ciencias, 2006):

- Poca comprensión de los conceptos científicos e incluso, en muchos casos, fortalecimiento de las “ideas previas”, de origen escolar y cultural, científicamente erróneas, con las que se acercan al estudio de dichos contenidos.
- Deformación del carácter y de la naturaleza de la ciencia, del proceso de producción de conocimiento y de la actividad científica. Igualmente se encuentra un fortalecimiento de actitudes, creencias y estereotipos erróneos respecto de la ciencia y del conocimiento científico.
- Escaso desarrollo de las habilidades del pensamiento científico.
- Falta de vinculación del aprendizaje con su utilidad y con el contexto social.
- Reforzamiento en los alumnos de estrategias de memorización a corto plazo para acreditar exámenes.
- Escaso desarrollo de habilidades relacionadas con la búsqueda, selección, interpretación y análisis de información, así como la comunicación oral y escrita.
- Limitada promoción de actitudes hacia el cuidado y la conservación del medio ambiente, el cuidado de la salud y la prevención de accidentes.

Así mismo, entre los problemas de la práctica docente destaca la aplicación de la metodología para la enseñanza de las ciencias. Si bien en sus aspectos generales el enfoque planteado por la SEP en 1993 se mantuvo vigente en la reforma de 2006.

En 2006, el propósito general de currículo de Ciencias para la educación secundaria es la consolidación de una formación científica, que brindaba (SEP, Reforma de la educación secundaria. Fundamentación curricular. Ciencias, 2006)

- Conocimientos de la ciencia (hechos, conceptos y teorías).
- Aplicaciones del conocimiento científico en situaciones reales y simuladas.

- Habilidades y estrategias para la construcción de conocimientos en la escuela (procedimientos de la ciencia y el uso de aparatos e instrumentos).
- Resolución de situaciones problemáticas de interés personal y social mediante la aplicación de habilidades y conocimientos científicos.
- Acercamiento inicial al campo de la tecnología, destacando sus interacciones con la ciencia y la sociedad.
- Cuestiones socio-económico-políticas y ético-morales relacionadas con la ciencia.
- Historia y desarrollo de la ciencia.
- Estudio de la naturaleza de la ciencia y la práctica científica.

En esta reforma, la selección de los contenidos básicos en química tenían el propósito de que los estudiantes fueran capaces de relacionarlos con lo que habían aprendido en otros contextos, aplicarlos en otros campos y aprovecharlos en situaciones reales, superando el uso de estrategias de memorización a corto plazo y orientándose a fortalecer procedimientos, valores, actitudes y conocimientos, de forma que los estudiantes obtenían un beneficio que trascendía sus aprendizajes escolares y les brindaba mayor autonomía para seguir aprendiendo.

De esta forma, la distribución de los contenidos atendía las capacidades de comprensión e interpretación de fenómenos por parte de los alumnos. Recuperando los conocimientos que ya han construido.

El plan de estudios de las ciencias naturales en la educación secundaria busca que los estudiantes (SEP, Reforma de la educación secundaria. Fundamentación curricular. Ciencias, 2006):

- Valoren la ciencia como una manera de buscar explicaciones, en estrecha relación con el desarrollo tecnológico y como resultado de un proceso histórico, cultural y social en constante transformación.
- Participen de manera activa, responsable e informada en la promoción de su salud, con base en el estudio del funcionamiento integral del cuerpo humano y de

la cultura de la prevención.

- Practiquen por iniciativa propia acciones individuales y colectivas que contribuyan a fortalecer estilos de vida favorables para el cuidado del ambiente y el desarrollo sustentable.
- Avancen en el desarrollo de sus habilidades para representar, interpretar, predecir, explicar y comunicar fenómenos biológicos, físicos y químicos.
- Amplíen su conocimiento de los seres vivos, en términos de su unidad, diversidad y evolución.
- Expliquen los fenómenos físicos con base en la interacción de los objetos, las relaciones
- de causalidad y sus perspectivas macroscópica y microscópica.
- Profundicen en la descripción y comprensión de las características, propiedades y transformaciones de los materiales, a partir de su estructura interna básica.
- Integren y apliquen sus conocimientos, habilidades y actitudes para proponer soluciones a situaciones problemáticas de la vida cotidiana.

Las reformas que se han realizado en la enseñanza de las ciencias no han permitido que los alumnos desarrollen habilidades y actitudes científicas de forma acertada, debido a los problemas de la práctica docente en los que destaca la aplicación de la metodología para la enseñanza de las ciencias. Lo que ha causado deserción en el estudio de carreras científicas.

Por ello se han elaborado reformas en las que se plantea una enseñanza basada en competencias por lo que es el propósito principal de la reforma actual.

II.2. Propósitos actuales de la enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria

En la enseñanza de las ciencias, se promueve el desarrollo de habilidades de razonamiento crítico y analítico indispensables para la investigación, entendida como búsqueda, sistematización, reformulación y constante transformación de los conocimientos.

A través de los procesos de observación, reinterpretación y transformación de los fenómenos abordados desde diversas perspectivas, que los estudiantes se apropian del saber científico y logran una mayor comprensión del mundo natural y social; en el entendido de que habrán de realizar un importante y significativo esfuerzo de integración, análisis y sistematización de los conocimientos y experiencias que aportan las cuatro asignaturas del campo de formación¹⁷.

A nivel internacional se pretende que la enseñanza de la ciencia se fundamente en estrategias de indagación. Dado que la Biología, la Física y la Química son ciencias experimentales que hacen uso de modelos teóricos de explicación, es indispensable el uso de modelos materiales, digitales y representacionales; así como de diversos tipos de herramientas y estrategias experimentales que conduzcan al desarrollo de habilidades de pensamiento científico, entre ellas: el cuestionamiento, la búsqueda de respuestas, la reflexión y la argumentación con base en información recabada a través de los experimentos o a través de la búsqueda bibliográfica con el apoyo de las TIC.

El modelo didáctico busca que la enseñanza de las ciencias se lleve a cabo a través de un proceso de indagación. Por lo que es fundamental que los docentes enseñen a los estudiantes a generar preguntas que los lleven a desarrollar alguna actividad de investigación que le permitan contestar su pregunta o generar nuevas preguntas que lo vayan guiando hacia las posibles respuestas.

¹⁷ Los campos de formación son: 1. Lenguaje y comunicación. 2. Pensamiento matemático. 3. Exploración y comprensión del mundo natural y social. 4. Desarrollo personal y para la convivencia.

II.3. Educar en Ciencias

Se debe dejar de lado la idea de que la ciencia corresponde a una serie de conceptos, leyes y teorías que muchas veces no tienen significado, ni aplicación en el mundo; se ha optado por considerarla una “actividad humana” que se desarrolla gracias a “valores epistémicos” (precisión, replicabilidad, simplicidad, entre otros), pero también humanos y sociales, y por lo tanto con capacidad para intervenir en el mundo para transformarlo. Ambos aspectos son importantes y deben cuidarse, y tanto unos como otros deben estar orientados hacia una finalidad educativa: ayudar al estudiante a llegar a ser un adulto competente en su vida a partir de la formación de un pensamiento crítico, para lo cual, es importante fijarse objetivos que lo hagan feliz conviviendo con todas las personas a las que considera sus iguales (SEP, Plan de Estudios 2011. Educación Básica, 2011).

II.4. Enseñanza de la química

El estudio de la química debe mostrar al alumno que se encuentra rodeado de fenómenos químicos y de aplicaciones técnicas derivadas del conocimiento de esta disciplina. Debe insistirse en la importancia del papel de la química y de la ciencia en la prevención y eliminación de procesos contaminantes, como una forma de fortalecer la educación ambiental. La lluvia ácida, el ozono como contaminante en la baja atmósfera y como protector en la alta atmósfera, el efecto de los motores de combustión interna, el uso correcto del agua y su limpieza, entre otros fenómenos y actitudes, son temas que conviene analizar en clase.

La enseñanza de la química en la Educación Secundaria ha atravesado, distintas etapas en lo referente a la formulación de sus finalidades, contenidos y métodos didácticos, cabe señalar que en los años 60 y 70 del siglo pasado se desarrolló una nueva orientación curricular, conocida en la didáctica de las ciencias como “enseñanza por descubrimiento”¹⁸,

¹⁸ Las ideas de Bruner sobre la importancia del descubrimiento en el proceso de aprendizaje supone crear un ambiente especial en el aula que le sea favorable. Entre los factores que hay que considerar están la actitud del estudiante, la compatibilidad, la motivación, la práctica de las habilidades y el uso de la información en la resolución de problemas y la capacidad para manejar y utilizar el flujo de información en la resolución de problemas. Por lo que el aprendizaje por descubrimiento exige una total integración de la teoría con la práctica.

la que fue de gran importancia porque incluyó contenidos como la “forma de hacer de la ciencia”, que habían sido obviados: ser científico por un día se convirtió en un lema y se pasó del aprendizaje a través del libro de texto al aprendizaje en el laboratorio. Surgieron nuevos proyectos curriculares que plantearon hacer énfasis en los procesos de la ciencia.

Estos cambios, realizados en las décadas de los años 60 y 70, han sido los más ambiciosos hasta el momento actual y, quizás, los que mayor incidencia han tenido en las aulas (SEP, Reforma de la educación secundaria. Fundamentación curricular. Ciencias, 2006). Sin embargo, los resultados no fueron los esperados: en la práctica se encontró que los objetivos de este movimiento en la enseñanza de las ciencias nunca se alcanzaron, por lo que fue necesario fortalecer la enseñanza de los contenidos conceptuales que parecían haber quedado en el olvido en los proyectos anteriores; y, finalmente, no se puede decir que sus logros fueran espectaculares, posiblemente porque iban dirigidos a una élite de la población con una finalidad determinada: formar futuros científicos.

Ya para la década de 1980 los resultados eran evidentes: un mayor distanciamiento entre el mundo de los científicos y el público en general, que puede ser considerado como analfabeto científico. De este modo, se crea el cimiento para la aparición de distintos movimientos a lo largo de las últimas décadas, bajo denominaciones como “Ciencia para todos”, “Ciencia-Tecnología-Sociedad” (cts) y “Alfabetización científica”.

La didáctica de las ciencias como un ámbito de conocimientos claramente identificable –relacionado con algunas ramas de las ciencias de la educación, de la psicología, de las ciencias cognitivas, de la sociología, de la antropología, de la epistemología, y con las disciplinas científicas mismas (física, química y biología), pero a la vez distinto de ellas–, está en crecimiento. Tiene su origen en la certeza racional y en el convencimiento profundo de que puede describirse, explicarse y potencialmente predecirse la manera como los individuos y los grupos conocemos los fenómenos y conceptos estudiados y elaborados por la ciencia.

En México, desde 1975, y sin sufrir cambio alguno hasta 1993, la enseñanza de las ciencias en la mayoría de las escuelas secundarias se desarrolló siguiendo un programa de ciencia integrada. Sin embargo, la falta de capacitación de los maestros, poco preparados para cubrir todas las ciencias en su labor, su distanciamiento con un plan de estudios en cuya elaboración participaron muy poco y la falta de apoyo y recursos, hicieron difícil la aplicación del plan en el aula.

Así, no es sino hasta 1993 que tiene lugar el cambio de planes de estudio en la Educación Secundaria, en el que la química pasa de presentarse como parte de los cursos de ciencias naturales a ofrecerse como una asignatura en sí misma. En el primer grado de la secundaria se brindaba la “Introducción a la física y la química”; en el segundo grado la “Química I” y en el tercer grado la “Química II”.

En la reforma de 2006 se los programas de Ciencias para la Educación Secundaria se estructuraron alrededor de ámbitos, atendiendo a la necesidad de visualizar las grandes líneas que organizan nociones, conceptos, procesos y principios básicos, así como las habilidades y las actitudes que pueden desarrollarse como parte del estudio de las ciencias. Dichos ámbitos abarcan aspectos clave para la comprensión e interpretación de la naturaleza. En el primer grado se brinda “Ciencias I” con énfasis en Biología, en segundo grado “Ciencias II” con énfasis en Física y en tercer grado “Ciencias III” con énfasis en química.

La didáctica que se planteaba para la enseñanza de las ciencias en esta reforma estaba basada en el constructivismo¹⁹.

¹⁹ El constructivismo surgió como una corriente epistemológica preocupada por discernir los problemas de la adquisición del conocimiento. El constructivismo plantea la formación del conocimiento “situándose en el interior del sujeto”. El sujeto construye el conocimiento de la realidad, ya que ésta no puede ser conocida en sí misma, sino a través de los mecanismos cognitivos de que se dispone, mecanismos que, a su vez, permiten transformaciones de esa misma realidad. De manera que el conocimiento se logra a través de la actuación sobre la realidad, experimentando con situaciones y objetos y, al mismo tiempo, transformándolos. Los mecanismos cognitivos que permiten acceder al conocimiento se desarrollan también a lo largo de la vida del sujeto (Díaz Barriga A. & Rojas H., 2010)

Actualmente la nueva reforma 2011 se basa en Estándares Curriculares de Ciencias que presentan la visión de una población que utiliza saberes asociados a la ciencia, que les provea de una formación científica básica al concluir los periodos escolares. Se presentan en cuatro categorías:

1. Conocimiento científico
2. Aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología
3. Habilidades asociadas a la ciencia
4. Actitudes asociadas a la ciencia

La progresión a través de los estándares de Ciencias debe entenderse como (SEP, Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI, 2011):

- Adquisición de un vocabulario básico para avanzar en la construcción de un lenguaje científico.
- Desarrollo de mayor capacidad para interpretar y representar fenómenos y procesos naturales.
- Vinculación creciente del conocimiento científico con otras disciplinas para explicar los fenómenos y procesos naturales, y su aplicación en diferentes contextos y situaciones de relevancia social y ambiental.

Por lo que en el **último año** de la Educación Secundaria donde se estudia la Química, se pretenden fortalecer los conocimientos, habilidades y actitudes para la toma de decisiones responsables e informadas relacionadas con la salud y el ambiente, asimismo propicia una autonomía creciente en la participación de los estudiantes en acciones comprometidas y participativas que contribuyan a mejorar la calidad de vida.

Los estándares plantean que los estudiantes identifiquen la unidad y diversidad de la vida con base en el análisis comparativo de las funciones vitales, que les permiten reconocerse como parte de la biodiversidad resultante del proceso de evolución. Se avanza en la comprensión de las propiedades de la materia y sus interacciones con la energía, así como en la identificación de cambios cuantificables y predecibles. Se enfatiza en cómo se

aprovechan las transformaciones en actividades humanas, a partir del análisis de sus costos ambientales y beneficios sociales. La búsqueda de explicaciones acerca del origen y evolución del Universo.

Además en este último periodo, los estándares plantean avances en la construcción de explicaciones con lenguaje científico apropiado y en la representación de ideas mediante modelos, que permiten acercarse a conocer la estructura interna de la materia; promueven la planeación y el desarrollo de experimentos e investigaciones; la elaboración de conclusiones, inferencias y predicciones fundamentadas en la evidencia obtenida; la comunicación diversificada de los procesos y los resultados de la investigación, la apertura ante las explicaciones de otros, el análisis crítico, para que los estudiantes fortalezcan su disposición para el trabajo colaborativo con respeto a las diferencias culturales y de género, así como la aplicación del escepticismo informado para poner en duda ideas poco fundamentadas. Se espera que conciban a la ciencia como una actividad en construcción permanente enriquecida por la contribución de mujeres y hombres de diversas culturas.

Los Estándares Curriculares son los siguientes (SEP, 2011):

1. Identifica las propiedades físicas de los materiales, así como la composición y pureza de las mezclas, compuestos y elementos.
2. Identifica los componentes de las mezclas, su clasificación, los cambios de sus propiedades en función de su concentración, así como los métodos de separación.
3. Identifica las características del modelo atómico (partículas y sus funciones).
4. Explica la organización y la información contenida en la Tabla Periódica de los Elementos, y la importancia de algunos de ellos para los seres vivos.
5. Identifica el aporte calórico de los alimentos y su relación con la cantidad de energía requerida por una persona.
6. Identifica las propiedades de los ácidos y las bases, así como las características de las reacciones redox.
7. Identifica las características del enlace químico y de la reacción química.

La enseñanza de las ciencias ha estado en constante cambio debido a que no ha sido fácil establecer un vínculo entre la enseñanza y el mundo real, por lo que la actual reforma curricular de 2011 basada en cuatro estándares curriculares para el aprendizaje de la ciencia propone que su enseñanza esté basada en el desarrollo de competencias que permitirán a los estudiantes concibir a la ciencia como una actividad en construcción permanente enriquecida por la contribución de gente de diversas culturas.

II.4.1. Enseñanza por competencias

La Educación Básica favorece el desarrollo de competencias, el logro de los Estándares Curriculares y los aprendizajes esperados, debido a que una competencia es la capacidad de responder a diferentes situaciones, e implica un saber hacer (habilidades) con saber (conocimiento), así como la valoración de las consecuencias de ese hacer (valores y actitudes) (SEP, 2011).

Los Estándares Curriculares son descriptores de logro y definen aquello que los alumnos demostrarán al concluir un periodo escolar; sintetizan los aprendizajes esperados que, en los programas de educación secundaria, se organizan por asignatura-grado-bloque; por ello es que son equiparables con estándares internacionales y, en conjunto con los aprendizajes esperados, constituyen referentes para evaluaciones nacionales e internacionales que sirvan para conocer el avance de los estudiantes durante su tránsito por la Educación Básica, asumiendo la complejidad y gradualidad de los aprendizajes.

Los aprendizajes esperados son indicadores de logro que, en términos de la temporalidad establecida en los programas de estudio, definen lo que se espera de cada alumno en términos de saber, saber hacer y saber ser; además, le dan concreción al trabajo docente al hacer constatable lo que los estudiantes logran, y constituyen un referente para la planificación y la evaluación en el aula. Así, permiten graduar progresivamente los conocimientos, las habilidades, las actitudes y los valores que los alumnos deben alcanzar para acceder a conocimientos cada vez más complejos, al logro de los Estándares

Curriculares y al desarrollo de competencias.

Las competencias, los Estándares Curriculares y los aprendizajes esperados proveerán a los estudiantes de las herramientas necesarias para la aplicación eficiente de todas las formas de conocimientos adquiridos, con la intención de que respondan a las demandas actuales y en diferentes contextos.

Enseñar ciencias, desde el punto de vista de las competencias, permite al docente dirigir el aprendizaje hacia el desarrollo de la capacidad para plantear preguntas investigables y de argumentar con base en pruebas, al fundamentar la actuación de los estudiantes.

El concepto de competencia en el campo educativo, tal como se conceptualiza actualmente, surge a finales del siglo XX (OCDE-DESECO, 2003), cuando se comprueba que el índice de fracaso escolar está en aumento a pesar de que en muchos países la educación es obligatoria para todos los estudiantes, como mínimo hasta los 16 años. Instituciones de diversa índole valoran que la escuela no prepara para las necesidades de la sociedad actual, ya que no consigue que la mayoría de los jóvenes desarrollen una relación pragmática con el saber.

Sus antecedentes se encuentran en el informe elaborado en 1994 a petición de la Unesco, por una comisión presidida por J. Delors, donde se habla de los “cuatro pilares de la educación” (aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir, y aprender a ser) (Delors, 1996). A partir de este documento, la Unión Europea impulsó cambios en los currículos de los países miembros, promoviendo, en primer lugar, la reflexión en torno a los saberes que tendrían que aprender los jóvenes para estar preparados y afrontar los retos con los que se encontrarán en su camino.

Se revisaron tres campos:

- Son fundamentales los saberes que posibilitan vivir y participar en una sociedad que queremos que sea democrática. Es decir, los jóvenes deben estar capacitados para plantearse problemas que afectan a todos y para buscar cómo resolverlos junto a otros, para interpretar la información y analizarla críticamente, para expresar sus ideas fundamentándolas en conocimientos (y no sólo en opiniones personales), para

argumentarlas en público y por escrito, para trabajar en equipo y consensuar puntos de vista.

- Las nuevas necesidades de la economía implican estar preparado para cambiar de trabajo y, por lo tanto, para no dejar de aprender nunca. La experticia no proviene de tener mucha experiencia y conocimientos de una profesión, sino de saber afrontar la resolución de los problemas complejos que se generan en el ejercicio de cualquier trabajo, y la responsabilidad se relaciona más con mostrar iniciativa cuando se produce un problema que con ejecutar bien las órdenes o los protocolos fijados por otros.
- En estos momentos la información está al alcance de todo el mundo a través de Internet, cosa que no pasaba hace 20 años. Por lo tanto, no hace falta que la escuela se dedique a transmitirla pero, en cambio, es necesario que ayude a construir y organizar en la memoria el conocimiento abstracto necesario para plantearse las preguntas que posibilitan encontrarla de manera eficiente, comprenderla y analizarla críticamente (y contribuir a su evolución y reconstrucción).

A partir de éstas y otras consideraciones (por ejemplo, relacionadas con el uso del tiempo libre) se introdujo el concepto de “competencia” para resumir todos estos tipos de saberes que se debería ayudar a desarrollar en el alumnado, por ello es que la definición más consensuada apunta a la capacidad de responder a demandas complejas y realizar tareas diversas de forma adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para conseguir una acción eficaz (OCDE-DESECO, 2003).

Se han definido competencias más específicas para la enseñanza de las ciencias. Una de las competencias que se incluye en la mayoría de currículos es la **competencia científica** entendida como la capacidad de usar el conocimiento científico para identificar cuestiones y obtener conclusiones a partir de pruebas, para comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce (OCDE, 2000).

Ser competente en el área de las ciencias implica, no sólo tener cierta información científica y la habilidad para manejarla, sino comprender también la naturaleza del conocimiento científico y de los poderes y las limitaciones que dicho conocimiento tiene. Por ello es que una formación científica completa debería asimismo fomentar en los estudiantes la convicción de que la ciencia puede modificar profundamente a la sociedad y a los individuos.

Ante esto hay que indicar que la evaluación de PISA²⁰ valora la disposición del joven a involucrarse como un ciudadano consciente de los asuntos relacionados con la ciencia, y dispuesto a pensar en las consecuencias del desarrollo científico sobre la tecnología, el medio ambiente y los recursos naturales (OCDE, 2000). Esta definición busca concretar el “para qué” aprender ciencias (el conocimiento es la base de toda competencia), al incidir en la capacidad de plantear preguntas investigables y de argumentar con base en pruebas al fundamentar la actuación. Para visualizar con qué cambios se relaciona esta visión curricular en la práctica es útil conocer el programa de evaluación PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes, de la OCDE), que tiene como finalidad evaluar competencias.

II.5. Contextualización y abstracción del conocimiento científico

Se propone que la enseñanza en ciencias parta del análisis de problemas que aporten experiencias a los estudiantes; diversas propuestas curriculares se elaboraron con base en el análisis de una situación contextualizada, que en la mayoría de los casos se utiliza sólo como “motivación”, que después se olvida o no se aplica para el aprendizaje de conceptos, es decir, por un lado se “estudia” sobre el contexto (generalmente informaciones) y, por el otro, los conceptos científicos abstractos.

²⁰ El nombre PISA corresponde con las siglas del programa según se enuncia en inglés: *Programme for International Student Assessment*, es decir, Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos. Se trata de un proyecto de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), cuyo objetivo es evaluar la formación de los alumnos cuando llegan al final de la etapa de enseñanza obligatoria, hacia los 15 años (OCDE, 2000).

El contexto elegido se tendría que ubicar en algún aspecto de la vida de los estudiantes (deben percibir el sentido de lo que aprenden), posibilitar la construcción de un saber significativo (de modelos teóricos básicos y transferibles al análisis de más situaciones) y, en especial, ser socialmente relevante (se relacione con el planteamiento y argumentación de actuaciones responsables). El conocimiento no se puede separar de las situaciones en las cuales se aprende, pero no quiere decir que no se pueda abstraer, ni transferir.

El conocimiento no debe confundirse con conocer y repetir muchas informaciones. Para que sea transferible, el saber almacenado en la memoria tiene que ser general, abstracto y complejo (distinto a ser complicado), aspecto que caracteriza a los modelos teóricos. Una suma de informaciones o datos no es conocimiento si no están integrados con objetos, experiencias y valores en un modelo teórico que les da sentido, y que posibilita explicar y predecir de acuerdo con situaciones o problemas distintos que se consideran para su construcción.

Un aspecto clave en la construcción del conocimiento (y de la competencia científica) es la capacidad de aprender a formular “buenas” preguntas. A partir del problema será importante plantear las preguntas que nos ayuden a construir el conocimiento necesario para darle respuesta. Cabe indicar que en ocasiones las primeras preguntas de los estudiantes pueden no ser significativas o son muy concretas, así que una tarea del docente será la de ayudarles a reformularlas, reduciéndolas a unas cuantas, pero ajustándolas a generales y significativas en relación con el modelo teórico que les será de utilidad para comprender el problema objeto de estudio.

De acuerdo con la edad de los estudiantes y sus conocimientos previos, las respuestas que se darán a estas preguntas podrán ser de distinto nivel de complejidad y exigirá realizar actividades muy distintas: determinar cómo comprobar las ideas que van surgiendo, recopilar información en Internet u otras fuentes, conectar el problema de adiestrar una rana o de audición con otros que el grupo aporta por haberlos vivido o que conoce, discutir los distintos puntos de vista, formalizar y escribir el nuevo conocimiento y, sobre todo,

preguntarnos en qué sentido este conocimiento (con los valores asociados) y lo que se ha vivido dentro del grupo, llevan a revisar o no la actuación. Por lo tanto, en coherencia con el concepto de competencia, el contexto escogido tendrá sentido en tanto responda a problemas auténticos y ayude a aprender un conocimiento abstracto que sea transferible y útil para reflexionar sobre las actuaciones –individuales y colectivas– y fundamentar posibles nuevas prácticas.

Otro de los aspectos básicos del concepto de competencia científica es la capacidad de identificar pruebas a partir de la realización de investigaciones. Su finalidad en la escuela no es tanto la de “conocer acerca del método científico”, sino de poner a prueba los modelos teóricos que se van generando para promover su evolución y disponer de argumentos basados en evidencias en los cuales fundamentar la actuación.

La ciencia se basa en pruebas que se utilizan para confirmar o no los modelos teóricos propuestos, ya que éstos deben ajustarse a los hechos que explican. Que un dato sea una prueba depende de si es confiable y válido, y lo será en función de la calidad de cómo se haya recabado, en si se han tomado otros para comparar y captar variaciones que permitan confiar en su validez, si se ha sometido a prueba el diseño experimental que ha posibilitado obtenerlo, y si hay posibilidad de interpretarlo en relación con el marco teórico de referencia.

Reconocer una evidencia implica desarrollar el pensamiento crítico, pensamiento razonable y reflexivo que se centra en decidir qué creer o hacer. El aprendizaje tiene un componente cognitivo y uno actitudinal, ya que es necesario estar dispuesto a preguntarse, a deducir conclusiones teniendo en cuenta la globalidad del problema, a buscar o dar razones fundamentadas en las pruebas, a encontrar alternativas, o a juzgar si las pruebas son suficientes.

En la caracterización de la competencia siempre se hace referencia a la importancia de ser capaz de “utilizar los diferentes lenguajes y símbolos para comunicarnos, el conocimiento y la información, y las diferentes tecnologías para la información y la comunicación”

(OCDE-DESECO, 2003). Se relaciona con saber leer críticamente, encontrar y comprender la información, escribir ideas propias para que otros las entiendan, y exponerlas y argumentarlas en público.

Otro de los aspectos que caracterizan la competencia se refiere a “funcionar en grupos sociales heterogéneos”. Las razones de la priorización de esta competencia se relacionan con la necesidad de saber convivir y trabajar con los demás en diferentes campos de actuación, en un mundo diverso y al mismo tiempo globalizado, de manera democrática y eficaz, con empatía y valorando la riqueza que aportan las diferencias en la resolución de los problemas. Y no hay que olvidar que en el desarrollo del conocimiento científico son fundamentales las relaciones entre las personas que integran la comunidad que investiga.

Se aprende desde la diversidad, es decir, por el hecho de que nuestras ideas, valores y maneras de hacer son diferentes a las de otros, y al compararlas de manera dialógica se pueden revisar los propios puntos de vista y, por lo tanto, aprender. Las grandes ideas no se aprenden porque un adulto (un compañero o el libro de texto) las proclame, sino porque al comparar las propias con las de los demás se toma conciencia de sus limitaciones y se decide revisarlas en el marco de modelos teóricos más acordes con los de la ciencia actual.

Dado que la enseñanza por competencias es reciente, los docentes deben reestructurar sus métodos de enseñanza tomando en cuenta las competencias que se desean desarrollar en los alumnos, por lo que el siguiente capítulo se presenta una propuesta de la enseñanza de la química basado en diseño instruccional para que los estudiantes desarrollen competencias científicas y a su vez despierten el interés y la motivación por el estudio de la química.

CAPÍTULO III.

DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA

Se han analizado los propósitos de la enseñanza de la química no sólo para el estudiante de Educación Secundaria, sino para la formación del pensamiento científico de la persona, por lo que se parte de diseñar a partir de la enseñanza de esta asignatura un diseño instruccional que posibilite el aprendizaje de este espacio curricular.

Cabe indicar que el curso de química se encuentra dirigido a estudiantes de tercero de secundaria en edades de entre 14 y 16 años; es el primer contacto que tienen con el estudio de la química por lo que presentan dificultades para la comprensión y aprendizaje de temas que son abstractos; esto debido en ocasiones al hecho de que los estudiantes llegan influenciados por la imagen negativa del entorno en el que viven y, por tanto, desmotivados a la clase de Química, lo que en general se ocasiona que los alumnos encuentren dificultades conceptuales, en el uso de estrategias de razonamiento y solución de problemas propios del trabajo científico.

Otro de los problemas que enfrenta el aprendizaje de la química es que los estudiantes mecanizan algunos procesos y procedimientos sin llegar a la comprensión, sin entender lo que están haciendo, y en consecuencia, no logran explicar, ni aplicar los contenidos y desarrollar los procesos en nuevas situaciones, por lo que se acostumbran a resolver problemas de un modo repetitivo, en vez de reflexionar y tomar decisiones por su parte.

Pese a los esfuerzos de los profesores, sin duda buena parte de estos problemas se deben a las prácticas escolares que tienden a centrarse más en tareas rutinarias o cerradas con escaso significado científico, que en verdaderos problemas con contenido científico, lo que lleva a dejar de lado el sentido del conocimiento científico y se limita su utilidad o aplicabilidad por parte de los estudiantes, así como el interés y relevancia, existiendo por

ende una falta de motivación por su aprendizaje. Justo, este es uno de los retos que se tiene que enfrentar en el proceso enseñanza-aprendizaje, cambiar las actitudes de los estudiantes conforme van viviendo nuevas situaciones en la clase de Química.

Los estudiantes requieren desarrollar la habilidad de analizar los contenidos de la asignatura y utilizar el material propio de la química como la tabla periódica, material de laboratorio, artículos con temas relacionados, entre otros, no siendo necesario que los estudiantes acumulen o reconstruyan todo el conocimiento que existe actualmente sobre la química, por lo que es relevante hacer una selección y diseño de material didáctico que resulte interesante y apropiado para que los alumnos puedan conocer, comprender y por tanto analizar la química desde otra perspectiva.

La aceleración del avance científico y técnico está orina que los conocimientos sean obsoletos, por lo que es necesario enseñar a los estuantes a utilizar bien el mismo. El cambio acelerado que se vive en la educación ha llevado a que los estudiantes estén cada vez más inmersos en la tecnología por lo que sus procesos de aprendizaje han cambiado debido a la sobre estimulación de imágenes, siendo necesario recurrir al uso de imágenes y prototipos para representar diversos aspectos técnicos y de contenidos científicos para poder captar la atención y el interés para motivar el aprendizaje de las ciencias.

El diseño instruccional se basa en la teoría de asimilación de Ausubel²¹ que considera el aprendizaje significativo como aquel en el que los nuevos conceptos o proposiciones se aprenden de manera sustantiva, es decir; captando su significado, y relacionándolos con aspectos pertinentes de la estructura cognoscitiva de una forma no arbitraria. De esta forma

²¹ David P. Ausubel (1918-2008). Su teoría sobre el aprendizaje significativo constituye uno de los aportes más relevantes dentro de la psicopedagogía actual. Postula que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva (Díaz Barriga, 2010)

los conocimientos nuevos como su organización en la estructura cognoscitiva se adaptan naturalmente al principio de diferenciación progresiva de hechos, leyes y teorías que conforman el conjunto de conocimientos científicos. En este proceso apenas se pone el énfasis en aspectos esenciales de la actividad científica que tienen relación directa con la motivación.

Este diseño instruccional es un material de apoyo a la clase de química, que es presencial, para que los estudiantes puedan asimilar de mejor forma los conocimientos de la química; en este caso específico, los conceptos de ácidos y bases.

III.1. Diseño Instruccional

El diseño se basa en el modelo ADDIE (Análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación); se enfoca en la parte teórica del tema; la parte experimental se llevará a cabo en el laboratorio escolar con apoyo y guía del profesor. Se dirige como se ha señalado hacia estudiantes de tercer año de secundaria que han cursado Ciencias I con énfasis en biología, Ciencias II con énfasis en física y que tienen que llevar el curso de Ciencias III con énfasis en química.

Se dirige el presente diseño hacia estudiantes de cualquier colegio²² de educación secundaria; para cubrir el tema que se propone, se espera que los estudiantes ya dominen los temas previos que son: formación de compuestos químicos, reacciones químicas, balanceo de ecuaciones químicas por el método de tanteo y nomenclatura química inorgánica.

La formación estará guiada por el profesor y será a un mismo ritmo de trabajo.

El **tema** en el que se centra es en la comprensión de los ácidos y las bases.

²² El colegio debe constar de internet, computadoras, proyectores, sala de usos múltiples y un laboratorio escolar que cuenta con el material, equipo y reactivos necesarios para el proceso enseñanza-aprendizaje.

A los alumnos se les proporcionará material impreso con el que trabajarán y evaluará el dominio de los contenidos y su comprensión.

III.1.1. Objetivos generales del curso

Al finalizar el curso se espera que los estudiantes:

- Valoren la ciencia como una manera de buscar explicaciones, en estrecha relación con el desarrollo tecnológico y como resultado de un proceso histórico, cultural y social en constante transformación.
- Practiquen por iniciativa propia acciones individuales y colectivas que contribuyan a fortalecer estilos de vida favorables para el cuidado del ambiente y el desarrollo sustentable.
- Avancen en el desarrollo de sus habilidades para representar, interpretar, predecir, explicar y comunicar fenómenos químicos.
- Profundicen en la descripción y comprensión de las características, propiedades y transformaciones de los materiales, a partir de su estructura interna básica.
- Integren y apliquen sus conocimientos, habilidades y actitudes para proponer soluciones a situaciones problemáticas de la vida cotidiana.

III.1.2. Objetivos particulares

El material de apoyo tiene como objetivo desarrollar actitudes y valores a través del diseño instruccional que estimule el interés por el estudio de la química, creando situaciones y diseñando tareas que resulten motivadoras, o que promuevan a la reflexión y aplicación de la ciencia en la solución de problemas de la vida cotidiana.

III.1.3. Plan de unidad

El plan de unidad corresponde al tema de ácidos y bases, está dividido por subtemas, que permiten a los alumnos una mejor comprensión de los conceptos de ácidos y bases.

Se eligió este tema puesto que los alumnos no logran hacer una clara distinción entre los efectos de un ácido y una base, pues creen que ambos causan quemaduras en la piel o corroen los metales de la misma manera y se confunden en la escala de pH, diciendo que el valor de pH aumenta al aumentar el “grado” de acidez de una sustancia.

Además este tema abarca problemáticas de salud pública y ambiental por lo que el aprendizaje puede ser significativo para los estudiantes al involucrarse en la posible solución de estas problemáticas.

5. Plan de unidad		
Profesor (a): Estela Romero Dávila	Nombre de la Unidad: Ácidos y bases	Tiempo: 10 sesiones divididas en actividades
Objetivo general:		
Identificar las principales características de los cambios químicos, específicamente en las reacciones de ácido-base. Buscar e interpretar la información adquirida y aplicarla en las reacciones que ocurren en nuestro entorno.		
Objetivos específicos:		
<ul style="list-style-type: none"> • Identifiquen la presencia de ácidos y bases en su entorno. • Caracterizar algunas propiedades macroscópicas de los ácidos y las bases. • Valorar la importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria química. • Identificar la reacción de neutralización y la formación de sales. • Explicar el comportamiento de los ácidos y las bases apoyándose en el modelo de Arrhenius. • Analizar cómo se forma la lluvia ácida y sus efectos en el ambiente. 		
Competencias:		
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para representar por medio de símbolos químicos el lenguaje oral. • Capacidad de trabajar en equipo. • Búsqueda y análisis de información. • Reconoce la importancia de la historia de la ciencia en el entendimiento de la misma. 		

Contenido temático	Actividades de enseñanza-aprendizaje	Recursos y materiales
I. ¿Qué son los ácidos y las bases?	1. Actividad introductoria: Lee una breve descripción sobre las ácidos y bases.	Artículo: "Ácidos y bases en nuestra vida diaria (Huerta, 2005).
	2. Actividad 1. Comienza a trabajar la tabla SQA, ¿qué sé, qué quiero saber, qué aprendí?	Tabla SQA
	3. Leer la información que se presenta a continuación sobre ácidos y bases.	Presentación power point.
	4. Pon en práctica lo aprendido. Resuelve los ejercicios que se te proporcionan.	Hojas de trabajo.
	5. Actividad 2. Clasificación de sustancias. Una vez que se haya completado la actividad, verificar con la animación.	Computadoras, internet y hoja de trabajo.
	6. Actividad 3. ¿Cuál es la importancia de los ácidos y las bases en la industria química?	Computadoras e internet.
	7. Ejercicios 1, 2 y 3.	
II. Reacciones de neutralización	1. Observa la animación de reacciones de neutralización. Escribe la reacción química que se está llevando a cabo.	Computadora y proyector
	2. Lee la información sobre las reacciones de neutralización.	
	3. Ejercicios 4.	

III. Ácidos y bases de Arrhenius.	1. Lectura de ácidos y bases de Arrhenius y animación.	Computadora y proyector.
	2. Lectura de ácidos y bases de Brönsted-Lowry	Computadora
	3. Ejercicios 5.	Hojas de trabajo
	4. Realizar la actividad experimental que se propone sobre la lluvia ácida.	Material e instalaciones de laboratorio
	5. Lectura de un artículo sobre la formación de lluvia ácida en la naturaleza y sus efectos.	Artículo: “La noche que Andrés llegó tarde” (Valdés, 1998)
	6. Actividad 4. Contestar el cuestionario después de leer el artículo.	Hojas de trabajo
IV. Cierre del tema	Actividad 5. Síntesis	Hojas blancas.
	Completa el cuadro SQA de la primera actividad	
Evaluación	La evaluación se realizará en dos etapas, la inicial y la sumativa que consta de la realización de todas las actividades y ejercicios a lo largo de la unidad. Esta evaluación se realizará a través de rúbricas de desempeño las cuales serán individuales y en equipo cuando la actividad así lo requiera. Y un examen de conocimientos adquiridos.	
Fuentes de consulta básica		Fuentes de consulta complementaria
Borgford, C., & Vonderbrink, S. A. (2005). <i>Las interacciones de la materia</i> (Vol. L). Austin: Holt, Reinhart and Winston. SEMARNAT. (2 de Abril de 2013). <i>Instituto Nacional de Ecología</i> . Obtenido de http://www.ine.gob.mx/calair-info-basica/554-calair-lluvia-acida		Dingrado, L., Gregg, K., Hainen, N., & Wistrom, C. (2004). <i>Química materia y cambio</i> . Colombia: McGraw-Hill. Hernández, G., Monteagut, P., & Sandoval, R. (1992). <i>Química en el mundo real</i> . México: Facultad de Química

<p>Talanquer, V., & Irazoque, G. (2008). <i>Química Ciencias 3</i>. México: Castillo.</p> <p>Zárraga, J. C., Rojero, A. R., & Celis, Y. P. (2008). <i>Química y Cambio</i>. México: Fernández editores.</p>	<p>UNAM.</p> <p>Ibargüengoitia Cervantes, M. E. (2004). <i>Química en microescala: manual de experimentos de química</i>. México: Universidad Iberoamericana.</p> <p>Phillips, J. S., Strozac, V. S., & Wistrom, C. (2004). <i>Química conceptos y aplicaciones</i>. Colombia: McGraw-Hill.</p>
---	---

Nota: los artículos y las hojas de trabajo se pueden consultar en el anexo I y apéndice I.

III.1.3.1. Desarrollo del contenido. Ácidos y Bases

Es común ver estas palabras unidas debido a que su connotación ha sido la de contrarios o antagónicos, es decir; uno tiene las propiedades opuestas a las del otro y sus acciones o efectos se contrarrestan, de allí que se diga que se neutralizan. Es casi imposible pensar el uno sin el otro, pues sus efectos contrarios a la vez que complementarios, son clave para muchos de los procesos químicos y biológicos.

Cabe indicar que los primeros conceptos se basaron en las propiedades organolépticas de ambos. La palabra ácido, procede del latín *acidus* que significa punzante, picante, y de *acies* que significa punta. La palabra alcali, como comunmente se les conocía a las bases en la antigüedad, procede del griego *alqili*, que significa cenizas de plantas, o del árabe *algali*, que significa ceniza de sosa.

A. Conceptos básicos

- Los **ácidos** son compuestos que aumentan la cantidad de iones hidronio (H_3O^+) cuando se disuelve en agua. Estos iones se forman cuando un ion hidrógeno (H^+) se separa de un ácido y se enlaza con una molécula de agua (H_2O) para formar un ion hidronio.
- Las bases o álcalis son todo compuesto que aumenta la cantidad de iones hidroxilo (OH^-) cuando se disuelven en agua (Hernández, 1992).

B. Recorrido histórico

En algunas de las culturas más antiguas antes de Cristo, ya eran conocidas y empleadas algunas sustancias ácidas o alcalinas; por ejemplo, los egipcios conocían la cal, el carbonato de sodio natural, la potasa y el amoníaco, utilizado con fines médicos y mágicos (para fumigar o hacer huir a los demonios), las que eran sustancias alcalinas o básicas que reconocían por sus propiedades organolépticas como olor, color, sabor y sensación jabonosa. Posteriormente conocieron el ácido acético, que se encontraba en los productos fermentados de frutas y que usaban como condimento y bebida refrescante. De este ácido

sabían que era capaz de deshacer las perlas.

Los chinos conocieron los álcalis procedentes de las cenizas plantas, pero no conocían los ácidos.

Los griegos utilizaron el mármol (carbonato de calcio) como corrector de la acidez de los vinos, lo cual revela la posibilidad de que tuvieran conocimiento de las reacciones de neutralización.

Los romanos elaboraron jabón, utilizando grasas animales y productos de la lixiviación de las cenizas de plantas, y en el siglo IV después de Cristo, eran capaces de preparar ácido nítrico.

Los árabes en el siglo VIII después de Cristo prepararon ácido sulfúrico, nítrico y arsenioso.

En los siguientes siglos, los ácidos, las bases y sus comportamientos despertaron gran interés, de tal forma que Helmut en el siglo XVII consideró que la digestión era un proceso ácido-base, similar a la fermentación, y François de la Boe junto con Otto Tachenius, explicaron la vida como la interacción entre ácidos y bases. En tanto, Nicolás Lémery, consideraba a los ácidos poseedores de “picos” cortantes que eran responsables de la sensación de picazón cuando se ponían en la piel. Mientras que los álcalis poseían “poros”, en los cuales podían entrar los “picos” de los ácidos, y de esta forma perdían su poder.

A finales del siglo XVII, Robert Boyle caracterizó por primera vez los ácidos y las bases. De acuerdo con Boyle: los ácidos dan color púrpura a la tintura de violetas originalmente azul cielo; eran capaces de disolver muchas sustancias y precipitar azufre de sus disoluciones en álcalis; cortaban la leche. Mientras que los álcalis tornaban de color verde la tintura de violetas (Hernández, 1992).

Con la información disponible en el siglo XVIII, un ácido era una sustancia de sabor agrio, agridulce, producía sensación picante en la piel, liberaba bióxido de carbono cuando estaba en contacto con piedra caliza y cambiaba de color azul a rojo, el tornasol. Una base era una

sustancia jabonosa o resbalosa al tacto y que cambiaba de color rojo a azul el tornasol. En 1779, Antoine de Lavoisier afirmó que el elemento común a todos los ácidos era el oxígeno, que significa formador de ácidos (*oxys* y *gennan*, productor ácido). Sin embargo en 1810, Humphrey Davy probó que el elemento común presente en todos los ácidos, era el hidrógeno y no el oxígeno.

En 1834, Michael Faraday demostró que todas las disoluciones de ácidos y bases eran electrolitos, lo que significaba que existían iones causantes del paso de energía eléctrica.

Svante Arrhenius en 1887 y Ostwald en 1894, basados en la teoría de Faraday, establecieron formalmente los primeros conceptos de ácido y base. De acuerdo con ellos, los ácidos eran sustancias que en disolución acuosa producían iones hidrógeno y las bases iones hidroxilo (Hernández, 1992).

La existencia de los ácidos y de las bases datan desde diferentes culturas antes de Cristo, y han estado presentes en nuestros días en múltiples actividades; sin embargo, sus propiedades y la forma en que reaccionan han sido estudiadas a profundidad sin que su comprensión sea fácil ni significativa para los estudiantes.

Por lo que es necesario hacer una comparación de estos para esclarecer las ideas erróneas

C. ¿Ácido o Base? Propiedades macroscópicas de los ácidos y las bases

En la antigüedad, para distinguir los ácidos de las bases se tenían que realizar experimentos. Si la sustancia desconocida era ácida, debía reaccionar con metales y liberar burbujas de hidrógeno como producto, cambiar el tornasol a rojo y reaccionar con el carbonato de calcio. Por el contrario, si la sustancia era básica, tenía que cambiar el tornasol a azul, no presentar reacción con los metales o carbonatos y desnaturalizar las proteínas de la clara del huevo.

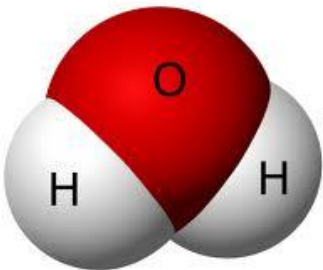


Por lo que hoy en día los ácidos y las bases se caracterizan (Dingrado, 2004) ¹³:

Ácidos	Bases
Donan iones H ⁺ (iones de hidrógeno) cuando se disuelven en agua.	Donan iones OH ⁻ (iones hidróxido) cuando se disuelven en agua.
Tienen sabor agrio (limón, vinagre, etc.).	Tiene sabor cáustico o amargo (a lejía), aspecto jabonoso.
Reaccionan con algunos metales como el cinc, y hierro, desprendiendo hidrógeno	Se usan en la fabricación de jabones a partir de grasas y aceites
En disolución acuosa enrojecen la tintura o papel de tornasol.	En disolución acuosa azulean el papel o tintura de tornasol
Decoloran la fenolftaleína enrojecida por las bases	Enrojecen la disolución alcohólica de la fenolftaleína
Al reaccionar con las bases, producen sales y neutralizan su actividad.	Neutralizan la acción de los ácidos
En disolución acuosa conducen la corriente eléctrica, experimentando ellos, al mismo tiempo una descomposición química	En disolución acuosa conducen la corriente eléctrica, experimentando ellos, al mismo tiempo una descomposición química
Concentrados destruyen los tejidos biológicos vivos (son corrosivos para la piel)	Suaves al tacto pero corrosivos con la piel (destruyen los tejidos vivos)
Tienen un valor de pH de 0 a 6.9	Tienen un valor de pH de 7.1 a 14

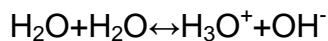
¹³ **Precaución:** Nunca trates de identificar un ácido o una base (o cualquier sustancia desconocida) probándola con la boca o poniéndola sobre la piel

D. ¿Qué es el pH?

Esta parte estará animada; se mostrarán de forma animada cada molécula. Por ejemplo:

Molécula	Nombre
	Agua H ₂ O
	Ion hidronio H ₃ O ⁺
	Ion hidróxido OH ⁻

El agua como anfótero¹⁴, reacciona con ella misma estableciendo un equilibrio ácido-base que se expresa por:



Con una constante K_w ¹⁵, igual a:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{OH}^-]$$

$$K_w = 10^{-14}$$

¹⁴ Anfótero: compuesto que puede reaccionar tanto con un ácido como con una base, es decir, que puede actuar como ácido o como base.

¹⁵ K_w es una constante conocida como producto iónico del agua, que vale 10^{-14} .

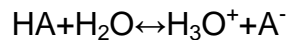
Cuando el agua se encuentra pura, se cumple la electro-neutralidad, es decir, las cargas positivas con iguales a las cargas negativas:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$$

Todo sistema en el que se cumpla esta igualdad se dice que es neutro, desde el punto ácido-base, entonces:

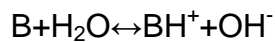
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/L}$$

Si se adiciona un ácido al agua pura, se forman H_3O^+ de acuerdo con la ecuación:



Dado que $k_w = [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{OH}^-]$ es un valor constante, el aumento de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ implica una disminución de $[\text{OH}^-]$.

Por otro lado si se agrega una base al agua, se forman OH^- de acuerdo con la ecuación:



Por la misma razón anterior, si $[\text{OH}^-]$ aumenta, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ disminuye.

Por lo que se infiere:

Una disolución es **ácida** si:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7} \text{ mol/L} \text{ y } [\text{OH}^-] < 10^{-7} \text{ mol/L}$$

Una disolución es **básica** si:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \text{ mol/L} \text{ y } [\text{OH}^-] > 10^{-7} \text{ mol/L}$$

Una disolución es **neutra** si:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/L}$$

Es por ello Soren Peter Lauritz Sørensen definió el pH, como el cologaritmo¹⁶ de la concentración de H^+ . Y con esto simplificó la representación de la acidez o de la basicidad de una sustancia.

El complemento al pH es el pOH, que no es otra cosa que el cologaritmo de la concentración de OH^- .

De tal forma que:

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

y si $K_w = [H^+] [OH^-]$, su logaritmo es igual a:

$$\log K_w = \log [H^+] + \log [OH^-],$$

y cambiando los signos:

$$-\log K_w = -\log [H^+] - \log [OH^-]$$

Por lo tanto:

$$pK_w = pH + pOH$$

y puesto que $K_w = 10^{-14}$, entonces:

$$\mathbf{14 = pH + pOH}$$

Condición que se cumple en cualquier disolución.

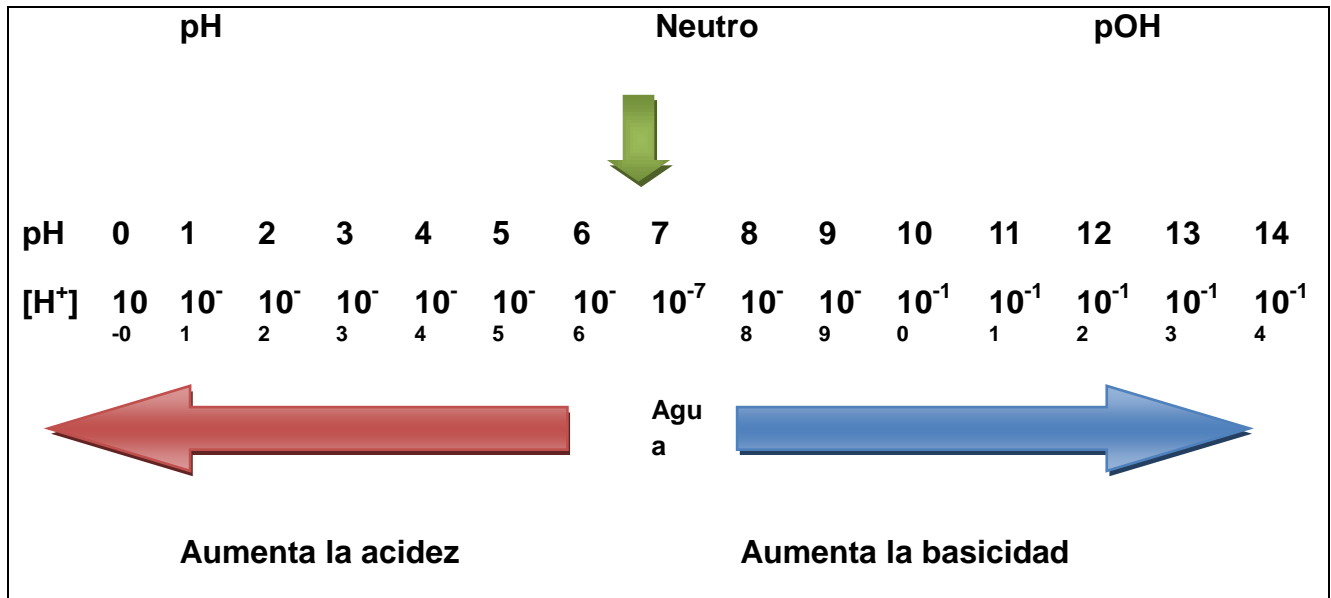
Ejemplo:

Si $[H^+] = 10^{-5}$ mol/L entonces el $pH = 5$ y el $pOH = 14 - 5 = 9$.

Si el $pH = 6$, $pOH = 8$, entonces $[H^+] = 10^{-6}$ mol/L y $[OH^-] = 10^{-8}$ mol/L

¹⁶ Se denomina cologaritmo de un número N, al logaritmo de su inverso 1/N.

Escalas de pH y pOH



E. Medición del pH

El pH de las soluciones puede determinarse con ayuda de instrumentos de medición o haciendo uso de los indicadores ácido-base.

Por medio de instrumentos se usa un pHmetro y una celda idónea (un electrodo indicador sensible al ion H⁺ y un electrodo de referencia). En este sistema se determina la fuerza electromotriz generada y se establece su equivalencia en términos de pH.

Por otro lado, resulta sencilla y muy útil la evaluación aproximada del pH por medio de indicadores ácido-base.

La palabra indicador proviene del latín *indicare*, que significa descubrir o revelar. Los primeros indicadores fueron de origen natural, que eran extractos de plantas como: Palo de Brasil, violetas, rosas rojas o el tornasol. Actualmente los indicadores sintéticos han sustituido a los naturales con ventaja de que es posible abarcar con ellos toda la escala de pH.

Los indicadores universales son mezclas congruentes de dan un determinado color para cada pH, se añaden a las soluciones cuyo pH se desea determinar y el color resultante se compara con una escala de colores que corresponde a cada valor de pH. También se utilizan papeles embebidos en ellos (papel indicador de pH), con lo que se simplifica aún más su uso.

Estos indicadores son ácidos débiles¹⁷ cuyos pares conjugados pueden representarse por HI/I⁻. El HI es la forma ácida y la I⁻ es la forma básica. La forma ácida HI, y la forma básica I⁻, tienen colores diferentes, o una es incolora y la otra colorida, y el principio del método se basa en esta propiedad.

Un indicador de forma HI se transforma en I⁻, o viceversa, en un intervalo aproximado de dos unidades de pH (intervalo de transición).

Tabla de indicadores ácido-base

Indicador	Intervalo de transición	Color	
		HI	I ⁻
Ácido pícrico	0.1 - 0.8	Incoloro	Amarillo
Rojo para-metileno	1.0 - 3.0	Rojo	Amarillo
Azul de timol	1.8 - 2.8	Rojo	Amarillo
Amarillo de metilo	2.9 - 4.0	Rojo	Amarillo
2,6-nitrofenol	2.0 - 4.0	Incoloro	Amarillo
Anaranjado de metilo	3.1 - 4.4	Rojo	Amarillo
Azul de bromofenol	3.0 - 4.0	Amarillo	Azul púrpura
Rojo congo	3.0 - 5.0	Azul	Rojo
Anaranjado de etilo	3.4 - 4.5	Rojo	Amarillo
Rojo de metilo	4.2 - 6.2	Rojo	Amarillo
Rojo cloro fenol	4.8 - 6.4	Amarillo	Rojo
Para-nitrofenol	5.0 - 7.0	Incoloro	Amarillo
Azul de bromotimol	6.0 - 7.6	Amarillo	Azul
Rojo fenol	6.4 - 8.0	Amarillo	Rojo
Fenolftaleína	8.0 - 9.8	Incoloro	Rojo-violeta

¹⁷ Un ácido débil es aquel ácido que no está totalmente disociado en una disolución acuosa.

Ejemplo: ¿Qué color tendrá la fenolftaleína cuando se adiciona a un refresco embotellado cuyo pH es < 3 ? De acuerdo con el intervalo de transición de la tabla de indicadores ácido-base.

Será incolora pues el viraje de color está en un intervalo de 8.0 a 9.8 de pH.

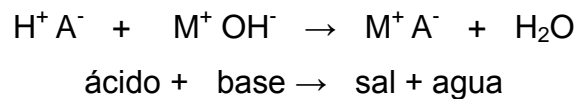
F. ¿Cómo interactúan los ácidos y las bases?

Reacción de neutralización

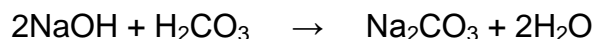
Cuando un ácido y una base reaccionan entre sí, se neutralizan, es decir, forman una solución neutra de agua y sal.

La reacción entre ácidos y bases se llama reacción de neutralización porque los iones hidrógeno (H^+), que están presentes en los ácidos y los iones hidroxilo (OH^-) que están en las bases, reaccionan para formar agua (H_2O), que es neutra. Otros de los iones ácidos y de las bases se disuelven en el agua. Si el agua se evapora, estos iones se unen formando un compuesto haloideo llamado sal. La sal es un compuesto iónico constituido por un catión proveniente de una base y un anión procedente de un ácido. La reacción de neutralización es una reacción de doble desplazamiento.

Esto se muestra mediante la siguiente reacción:



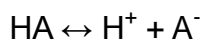
Por ejemplo: la reacción que se lleva a cabo entre el hidróxido de sodio y el ácido carbónico producen carbonato de sodio y agua:



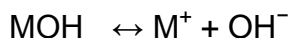
Si el agua pura es neutra, ¿cómo se convierte en ácida o básica una solución acuosa?

Modelo de Arrhenius de ácidos y bases

Svante Arrhenius en 1883 (Hernández, 1992), formuló estableció la hipótesis de la disociación iónica, dando solución teórica al enigma de la conducción eléctrica de las disoluciones acuosas de sustancias como los ácidos, las bases y las sales, frente al comportamiento de las demás sustancias (no electrólitos) en disolución acuosa. Arrhenius consideró que los electrólitos en contacto con el agua parten su molécula en dos corpúsculos materiales cargados eléctricamente, a los que llamó iones. Según su teoría, en medio acuoso los ácidos se disocian en iones positivos (H^+ , protones) y iones negativos (A^- , aniones). La disociación en iones de los ácidos puede expresarse mediante ecuaciones químicas:



Las bases se disocian en iones positivos (cationes) e iones negativos (OH^- , hidróxido) según ecuaciones como:

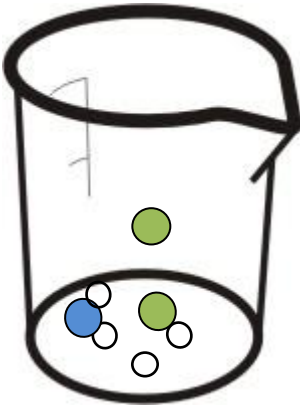


La disociación iónica de las sales produce iones positivos, como en las bases, e iones negativos, como en los ácidos, como:



En resumen, su modelo que establece que un ácido es una sustancia que contiene hidrógeno y se ioniza produciendo iones hidrógeno (H^+) o protones en solución acuosa. A su vez una base es una sustancia que contiene iones hidróxido (OH^-) y los libera al disociarse en solución acuosa.

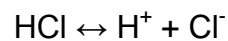
Animación: Se propone una animación en la que se pueda apreciar cómo un ácido y una base se disocian en solución acuosa para demostrar el modelo de Arrhenius.



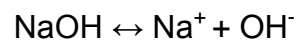
Molécula	Elemento que representa
○	Hidrógeno
●	Oxígeno
●	Cloro

Por ejemplo:

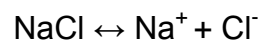
Para ácidos



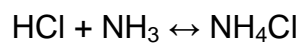
Para bases



Para sales

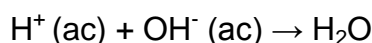


Como la teoría de Arrhenius sólo se puede aplicar en disoluciones acuosas; sin embargo, hay casos en los que se observan propiedades ácido-base en medios no acuosos, como por ejemplo la reacción



Se trata de una reacción de neutralización en la que el HCl se comporta como ácido y el NH₃ como base, sin necesidad de la disociación respectiva en iones H₃O⁺ y OH⁻. Existen muchas sustancias distintas de los ácidos y bases de Arrhenius que tienen propiedades ácidas y básicas como el amoníaco, los óxidos metálicos, el ión cloruro, los carbonatos, que no están consideradas por este modelo.

El modelo de Arrhenius permite explicar por qué la reacción de neutralización entre un ácido y una base produce agua. Si los ácidos generan iones H⁺ al disolverse en agua, y las bases producen iones OH⁻, la combinación de estos da lugar a una molécula de agua:



¿Qué significa ser donante o receptor de iones hidrógeno (H⁺)?

Modelo de Brösted-Lowry

En 1923 El químico danés Johannes Brönsted y el químico Thomas Lowry, independientemente, propusieron un modelo más amplio de ácidos y bases que se enfoca en el ion hidrógeno (H⁺). Este modelo engloba todos los aspectos de la teoría de Arrhenius, elimina la necesidad de una solución acuosa y amplía las sustancias que pueden considerarse ácidas y básicas.

Según Brönsted y Lowry, un ácido es la sustancia (moleculares o iónicas) donara iones H⁺ y una base es una sustancia (moleculares o iónicas) receptora de iones H⁺

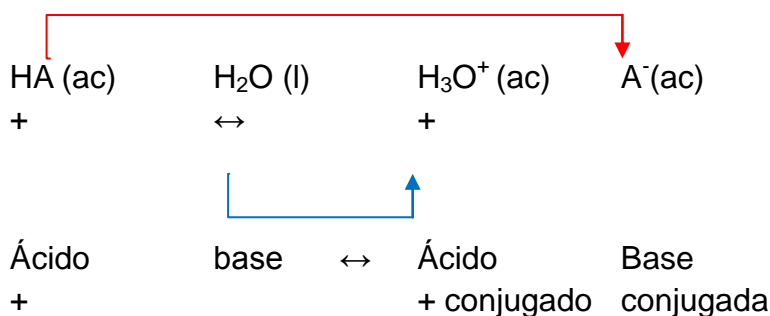
En su modelo, son ácidos de Brönsted-Lowry:

- moléculas como: HCl, H₂SO₄, H₃PO₄, H₂O
- cationes como: NH₄⁺, H₃O⁺
- aniones como: HSO₄⁻, H₂PO₄⁻, HS⁻

Son bases de Brønsted-Lowry:

- moléculas como: NH_3 , H_2O , CH_3NH_2
- aniones como: I^- , Cl^- , SO_4^{2-} , HPO_4^{2-} , OH^-
- cationes como: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_3\text{OH}]^+$

En el modelo presenta un **ácido conjugado**, que es la especie que se produce cuando una base acepta un ion hidrógeno de un ácido. Una **base conjugada** es la especie que resulta cuando ácido dona un ion hidrógeno a una base.



La base H_2O acepta un ion hidrógeno del ácido HA convirtiéndose en el ácido conjugado H_3O^+ . El ácido HA dona su ion hidrógeno convirtiéndose en la base conjugada A^- . Por lo tanto el ion H_3O^+ es el ácido conjugado de la base H_2O y el ion A^- es la base conjugada del ácido HA .

Un **par conjugado ácido-base** consta de dos sustancias relacionadas entre sí mediante la donación y aceptación de un solo ion hidrógeno.

Se puede concluir que un ácido de Brønsted-Lowry es una especie química, ion o molécula que contiene hidrógeno, y que es capaz de dejar en libertad un protón, por esta razón se le considera donador de protones. El ácido al perder un protón se convierte en su base conjugada.

Una base es una especie química, ion o molécula que es capaz de combinarse con un protón, por lo que se le considera como receptora de protones. Una base al fijar un protón, se convierte en su ácido conjugado.

Estos conceptos de ácidos y bases se extienden a todos los sistemas protónicos, lo cual constituye una ventaja, sin importar el estado físico y la presencia o ausencia del disolvente. Además, se hace posible establecer una escala de fuerza relativa de ácidos y bases, en términos de las constantes de acidez, con fundamento en la interacción con el disolvente.

G. ¿Cómo afectan los ácidos al ambiente?

Formación de lluvia ácida

Se espera realizar un video que explique la formación de la lluvia ácida con la siguiente información; pues se ha pensado que el video puede explicar esta formación a través de un experimento en el laboratorio donde se produzca lluvia ácida en pequeña escala a través de un experimento que se detalla más adelante.

También se utilizarán imágenes reales del daño que causa la lluvia ácida en la naturaleza y en las diferentes construcciones. Mientras se realiza el experimento se hace la narración de la formación de la lluvia ácida en el experimento y en la naturaleza.

La lluvia ácida es toda agua de lluvia cuyos valores de pH son inferiores a los de la lluvia normal. Es una de las consecuencias de la contaminación del aire, que hace referencia a la caída (deposición) de ácidos presentes en la atmósfera a través de la lluvia, niebla y nieve (también conocida como deposición húmeda).

Los ácidos que se forman son ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3) que se producen cuando la humedad presente en el aire se reacciona con los óxidos de nitrógeno (NO_x) y de azufre (SO_x), oxígeno y otras sustancias químicas emitidas por fábricas, centrales eléctricas y vehículos que queman carbón o productos derivados del petróleo. En presencia de luz solar aumenta la velocidad de la de estas reacciones. Finalmente, estas sustancias químicas caen acompañando a las precipitaciones, constituyendo la lluvia ácida.

Los contaminantes atmosféricos primarios que dan origen a la lluvia ácida pueden recorrer grandes distancias, siendo trasladados por los vientos cientos o miles de kilómetros antes de precipitar en forma de rocío, lluvia, llovizna, granizo, nieve, niebla o neblina. Cuando la precipitación se produce, puede provocar importantes deterioros en el ambiente.

La lluvia normalmente presenta un pH de aproximadamente 5.65 (ligeramente ácido), debido a la presencia del CO_2 atmosférico, que forma ácido carbónico, H_2CO_3 . Se considera lluvia ácida si presenta un $\text{pH} > 5$ y puede alcanzar el pH del vinagre ($\text{pH}=3$).

Los ácidos formados, se disuelven en las gotas de agua que forman las nubes y en las propias gotas de agua de lluvia, depositándose en el suelo.

Existe también otra forma de contaminación ácida conocida como deposición seca, y hace referencia a gases y partículas ácidos que son arrastrados por el viento, chocando contra edificios, coches, casas y árboles. Otra vía de arrastre son las lluvias fuertes. En este caso las sustancias ácidas se incorporan a la lluvia ácida, lo que contribuye a aumentar su acidez.

Aproximadamente la mitad de las sustancias ácidas en la atmósfera caen al suelo por procesos de deposición seca.

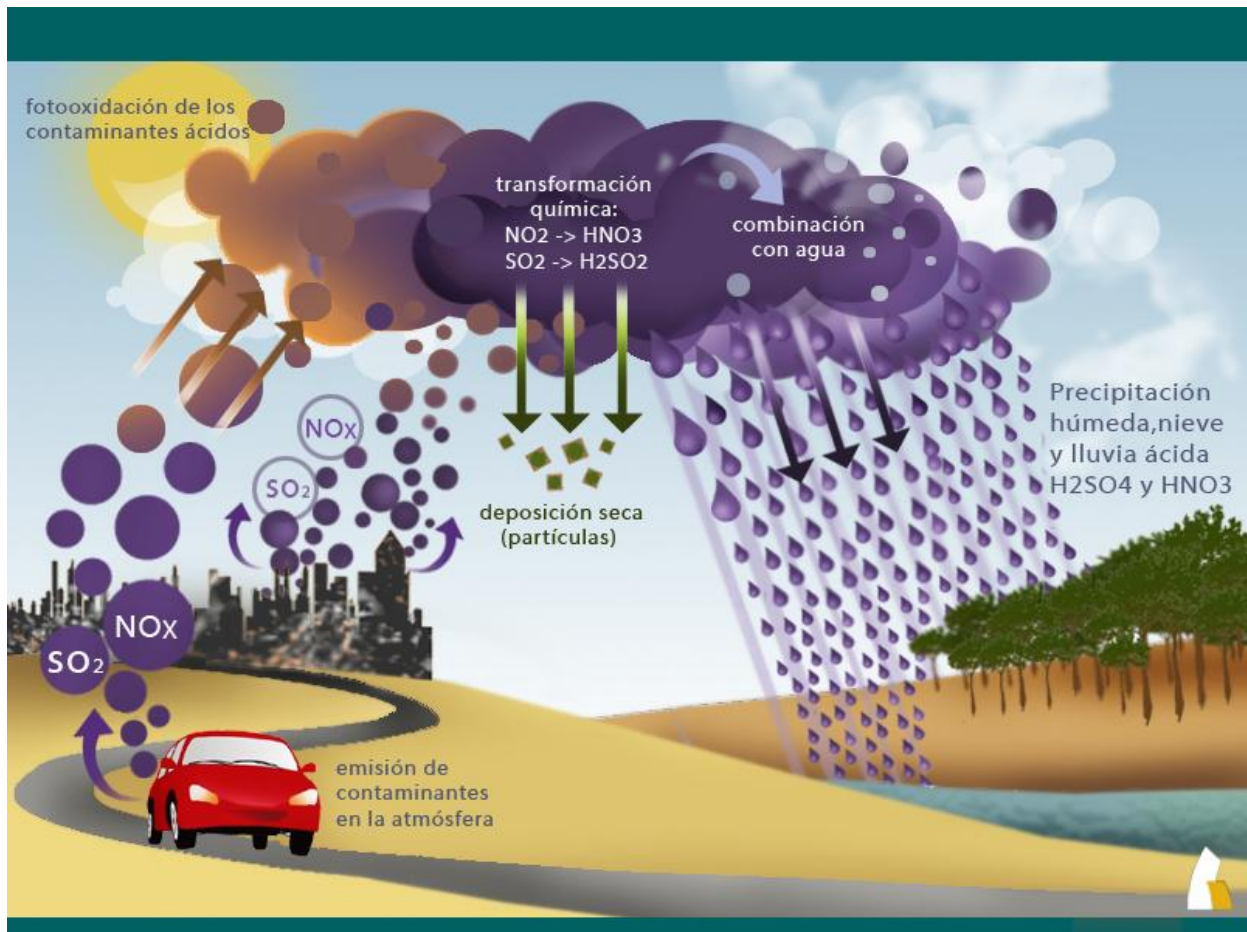


Figura 1. Formación de lluvia ácida en el ambiente.

¿Cuáles son los efectos de la lluvia ácida?

La lluvia ácida disminuye el pH en ecosistemas terrestres y acuáticos y permite la movilización de metales tóxicos, especialmente del aluminio. Ocasionalmente daña a bosques y suelos, peces y otros seres vivos, materiales de construcción y a la salud humana. Asimismo, la lluvia ácida actúa reduciendo la visibilidad.

En los bosques, se descomponen los nutrientes del suelo, dificultando el crecimiento natural de los árboles, las plantas, éstas pierden sus hojas y se debilitan, y depositan metales tóxicos como el aluminio que dificulta la respiración y la fotosíntesis de los vegetales. El daño se puede extender a los pastos de las praderas, perjudicando al ganado, y a los lagos, pudiendo ocasionar la muerte de gran cantidad de peces. Los efectos de la lluvia ácida en el

suelo pueden verse incrementados en bosques de zonas de alta montaña, donde la niebla contribuye a aportar cantidades importantes de los contaminantes ácidos.

Además contribuye a la degradación de los materiales de construcción y artísticos (mal de piedra) y la corrosión metálica. Los monumentos y edificios son sensibles a la acción de la lluvia ácida. Muchas ruinas han desaparecido o están por de hacerlo, a causa de este factor.

El daño que produce a las personas es indirecto, mediante el consumo de peces y agua potable contaminados por la lluvia ácida.

Salud humana

La cantidad de sulfatos y nitratos en los suelos es acumulativo, no se resolverá en poco tiempo y contribuye esto a la acidificación de las aguas subterránea por lo que tiene una fuerte incidencia en la salud humana. El efecto directo es la observación de metales en la cadena alimenticia, provocando acumulación de Pb en los huesos, riñones e hígado.

¿Cómo se puede reducir la lluvia ácida?

Para reducir la lluvia ácida es necesario disminuir la emisión de los compuestos químicos que dan origen a los ácidos, es decir, de los precursores de los ácidos, los cuales son principalmente el bióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (monóxido de nitrógeno, NO, y bióxido de nitrógeno, NO_2). Utilizando combustibles alternos y disminuyendo el uso de automóviles, energía eléctrica entre otras acciones.

También se puede disminuir la formación de SO_2 eliminando el azufre de los combustibles fósiles o atrapando los SO_x antes que se emitan a la atmósfera, mediante reacciones químicas que los transforman en especies químicas menos reactivas.

III.1.3.2. Ejercicios

Los ejercicios que se proponen a continuación están basados en la comprensión de los temas de las propiedades de ácidos y bases, el cálculo de pH y pOH a partir de datos conocidos, de indicadores ácido base, y su relación con sustancias y productos de la vida diaria.

Con esto se pretende que los alumnos puedan relacionar los conceptos de los ácidos y las bases con la vida diaria y puedan desarrollar habilidades y actitudes científicas al plantear y resolver cada uno de los ejercicios.

Ejercicio 1. Cálculo de los pH de algunas soluciones

Algunas especialidades farmacéuticas tienen los siguientes valores de pH. Evaluar el pOH y las concentraciones de H^+ y de OH^-

Producto	pH	pOH	$[H^+]$ mol/L	$[OH^-]$ mol/L
Jarabe de acacia	5			
Elixir de benadryl	7			
Characol	4.5			
Kaopectate	4.5			
Luminal	5.8			

Ejercicio 2. Cálculo de los pH de algunas soluciones

La concentración de H^+ requerida en algunos procesos es la siguiente. Evaluar pH, pOH y $[OH^-]$

Producto	pH	pOH	$[H^+]$ mol/L	$[OH^-]$ mol/L
Panificación de harinas			$10^{-5.5}$	
Producción de azúcar			$<10^{-8.1}$	
Prevención de la corrosión en calderas			$\leq 10^{-10}$	
Depuración de agua residuales			$10^{-7.2}$	
Precipitación de arcillas en suspensión acuosa			$10^{-4.7}$	

Ejercicio 3.

¿Qué color adquirirá el azul de timol cuando se agrega a la cerveza cuyo pH se encuentra alrededor de 4.5?

Ejercicio 4.

Escribe las reacciones químicas balanceadas de las siguientes reacciones de neutralización ácido-base.

Reactivos	Productos
Ácido nítrico e hidróxido de cesio	
Ácido bromhídrico e hidróxido de calcio	
Ácido sulfúrico e hidróxido de potasio	
Ácido acético e hidróxido de amonio	

Ejercicio 5

1. En la interacción entre el amoníaco y el ácido fluorhídrico, ¿cuáles son los conjugados de las especies reaccionantes?
2. Representa con un dibujo, proceso de disolución del nitrato de sodio, y del cloruro de aluminio. Recuerda el equilibrio que debe haber en el número de cargas.
3. Explica la razón por la que la explicación Faraday para el paso de corriente en las disoluciones ya no es aceptada.
4. Explica por qué el modelo de Arrhenius no fue aceptado por completo.
5. Indica cuál es la base conjugada de las siguientes especies químicas que actúan como ácidos: a) HNO_3 ; b) H_2O , c) NH_3 ; d) HCl ; H_2S
6. Según la teoría de Brönsted-Lowry, indica cuáles de las siguientes especies pueden actuar sólo como ácidos, cuáles sólo como bases y cuáles como ácidos y bases: a) HSO_3^- ; b) SO_3^{2-} ; c) HF ; d) HClO_2 ; e) Se_2^- ; f) HCO_2^- ; g) CO_2^{2-}

III.1.3.3. Actividades

Con las actividades que se proponen a continuación, se espera que los estudiantes puedan desarrollar habilidades y actitudes científicas que puedan despertar a curiosidad científica pues deben emplear el conocimiento científico adquirido para identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en hechos o evidencias con el fin de comprender y poder tomar decisiones sobre el mundo y los cambios que sufre mediante las actividades humanas, para su preservación.

Deben describir, explicar y predecir fenómenos, realizar investigaciones científicas e interpretar las evidencias y conclusiones científicas.

Actividad 1. ¿Qué sé, qué quiero saber, qué aprendí?		
Responde los dos primeras columnas de la tabla SQA, con base a las afirmaciones; la tercer columna la responderás al finalizar la unidad:		
Lo que sé	Lo que quiero saber	Lo que aprendí

Actividad 2. Clasificación de sustancias		
Formen equipos de tres personas, proporcione una lista de alimentos, sustancias de limpieza y de medicamentos utilizados para contrarrestar la acidez estomacal, para clasificarlos en ácidos y bases.		
Alimento sustancia o medicamento	Ácido / base	Criterio de clasificación
Hidróxido de sodio		
Pepto bismol		
Saliva		
Jugos gástricos		
Leche		
Coca-cola		
Jugo de naranja		
Limpiador de pisos		
Bicarbonato de sodio		
Pasta de dientes		
Leche de magnesia		
Sangre		
Café		
Cerveza		

Animación para verificar la clasificación de las sustancias que investigaron por medio de la animación, la cual, consta de vasos de precipitados con las diferentes sustancias y con ayuda del papel pH se medirá su valor y aparecerá una ventana con información que describa a la sustancia.



Café

Café:

Se denomina café a la bebida (infusión) que se obtiene a partir de las semillas tostadas y molidas de los frutos de la planta de café o cafeto (*Coffea*). La bebida es altamente estimulante, pues contiene cafeína. La acidez es una de las cualidades clave del sabor del café junto con el cuerpo y el aroma. Es una cualidad positiva y no se debe confundir con sabor agrio o amargo. La acidez ofrece un sabor nítido y agradable, que notas como una sensación de 'cosquilleo' en cada lado de la lengua. También lo podrías llamar sabor nítido, vibrante, vívido o brillante.

La acidez de un café depende de muchos factores, incluyendo el lugar de origen, el tipo de planta, la forma en que fue tostado y el método de elaboración empleado

Actividad 3. ¿Cuál es la importancia de los ácidos y las bases en la industria química?

- Formen equipos de dos personas y realicen una investigación sobre las diferentes sustancias que se utilizan y cómo desechan los residuos en uno de los siguientes negocios: tintorería, taller mecánico, lavado de autos, panadería, cafetería, maderería salón de belleza.
- Analicen la información obtenida y discutan sobre los problemas de contaminación generados por estos establecimientos.
- Propongan alternativas para solucionarlos. Elaboren un ensayo sobre su investigación.

Actividad 4. Formación de lluvia ácida en el laboratorio escolar

Materiales	Reactivos
1 frasco de vidrio con tapa 1 mechero de Bunsen 1 pinza de Crisol 1 jeringa de 5 mL, sin aguja	Agua Azufre en polvo Papel aluminio Un trozo de cáscara de manzana roja, un pétalo de flor de color
Procedimiento	
1. Se vierten 5 mL de agua en el frasco, se corta un trozo de cáscara de manzana y se coloca en el frasco vacío. Se corta un segundo trozo de cáscara de manzana y se aparta	

para hacer comparaciones posteriores.

2. En un trozo de papel aluminio con forma de charolita se llena con azufre en polvo.
3. Enciende el mechero de Bunsen y, sosteniendo con la pinza de Crisol quema el azufre, manteniendo la charolita de aluminio sobre el mechero hasta que se observe una llama azul en el azufre.
4. Colocar rápidamente la charolita con el azufre dentro del frasco y se tapa inmediatamente.
5. Se deja que el frasco se llene de humo (óxido de azufre).
6. El frasco se agita por 1 minuto suavemente.
7. Con el agitador se tomarán unas gotas del líquido contenido en el frasco y se deposita en el papel pH para verificar el pH de la sustancia que se formó.
8. Dejar reposar la cáscara de la manzana por 15 minutos y observar su apariencia. Compararla con la que se guardó aparte.

Actividad 5. Cuestionario

1. ¿Qué sustancia se forma cuando se quema el azufre?
2. ¿Qué pH se registró al disolver el SO_2 en el agua: ácido, neutro o básico?
3. ¿Qué cambios observaste en la manzana sometida al efecto de la lluvia ácida?
4. ¿De dónde provienen los óxidos de azufre y nitrógeno causantes de la lluvia ácida?
5. ¿Qué piensas acerca del efecto de la lluvia ácida sobre los tejidos vegetales y su repercusión sobre las cosechas?
6. ¿Qué crees que puedes hacer para, por lo menos, disminuir el problema que genera la lluvia ácida?

Actividad 6. Síntesis

Haz una síntesis sobre el tema de ácidos y bases presentado hasta aquí; identifica las ideas principales junto con una interpretación personal del tema.

La secuencia propuesta muestra varios aspectos importantes en el proceso enseñanza-aprendizaje:

- Hay una presentación evolutiva de los conceptos y teorías de la química, es decir; se parte de lo simple a lo complejo, permitiendo así una mejor comprensión de la construcción de dichos conceptos y teorías, así como las limitaciones de las mismas.
- Los ejercicios y las actividades propuestas implica aprender procedimientos de trabajo para interpretar y analizar la información debido a que los estudiantes deben traducir la información de un lenguaje a otro, interpretar fenómenos de acuerdo con

los modelos de la química, realizar cálculos matemáticos a partir de los mismos, utilizando estrategias de razonamiento, haciendo inferencias cuantitativas y cualitativas a partir de ellos.

- La comprensión de la información se basa en el uso de textos y materiales escritos, por lo que adquieren estrategias y habilidades para leer textos científicos, diferenciando la idea principal de la secundaria, captando la estructura del texto, haciendo resúmenes y aplicando los conocimientos al hacer una propuesta para reducir los daños al ambiente provocado por la lluvia ácida.
- Desarrollan la capacidad de argumentar, redescibir y comunicar los conocimientos usando un lenguaje propio de la química.

CONSIDERACIONES FINALES

Hacia finales del siglo XIX, la educación en México estaba organizada en escuelas primarias, preparatorias, técnicas y normales, que satisfacían la demanda de una parte de la población, pues sólo tenían acceso a ella la gente que vivía en las ciudades, descuidando así a la clase rural y obrera. En 1891 se estableció la educación como laica, gratuita y obligatoria. Sin embargo, en los inicios del siglo XX, los adolescentes que terminaban la educación primaria superior, podían optar a prepararse para continuar sus estudios, o bien al contar ya con una técnica de inmediata aplicación en la lucha por la vida, podían integrarse a la vida laboral. Esto en realidad era un problema pues no había un vínculo real entre la primaria y la preparatoria.

Fue por ello que en 1923, José Vasconcelos aprobó la creación de la Educación Secundaria, de tal manera que se dividieron los estudios preparatorios en dos ciclos: la secundaria con tres años de duración (preparación general para la vida) y la preparatoria, para las profesiones.

El objetivo de la Educación Secundaria se encaminaba en ampliar y perfeccionar la educación primaria superior; la formación de valores, hábitos de cooperación, así como la formación de criterios para enfrentar las actividades del hombre en la sociedad, de tal forma que cada estudiante descubriera su propia vocación. Estaba dirigido a adolescentes de 13-16 años de edad.

Por lo que desde su creación hasta nuestros días, la educación secundaria se cursa en tres años, en los que se busca que los adolescentes adquieran herramientas para aprender a lo largo de la vida, a través del desarrollo de competencias relacionadas con lo afectivo, lo social, la naturaleza y la vida democrática.

Desde 1993, la educación secundaria es básica y obligatoria desde y en 2006 se realizaron reformas para transformar sus elementos (planes y programas de estudio, formación y actualización de maestros, condiciones de las escuelas), con el fin de hacerlos más eficientes y apegados a las necesidades del mundo actual.

Los contenidos del programa de ciencias cuando se creó la educación secundaria se presentaban como un conjunto de conocimientos cerrados, por lo que la concepción de que la ciencia generaba conocimiento acumulativo se entendía como una construcción personal que se lograba siguiendo una serie de reglas, que sugerían un único e inflexible método de aprendizaje.

Por lo que se hicieron reformas educativas en las que actualmente la enseñanza de las ciencias promueve el desarrollo de habilidades de razonamiento crítico y analítico indispensables para la investigación, entendida como búsqueda, sistematización, reformulación y constante transformación de los conocimientos.

El modelo didáctico busca que la enseñanza de las ciencias se lleve a cabo a través de un proceso de indagación. Por lo que es fundamental que los docentes enseñen a los estudiantes a generar preguntas que los lleven a desarrollar alguna actividad de investigación que le permitan contestar su pregunta o generar nuevas preguntas que lo vayan guiando hacia las posibles respuestas.

Por lo que a los profesores de ciencias les corresponde tener una mirada amplia sobre la química que se enseña y que se va a enseñar en un futuro inmediato. De tal forma que los alumnos puedan desarrollar competencias científicas en función de las actividades que diseñe el profesor para que estas les sean significativas.

Actualmente la enseñanza de la química en la educación secundaria, se basa en un currículo “químicamente puro” que difícilmente propicia la construcción de una actitud científica de los alumnos frente a la vida. Los resultados de investigaciones educativas

sobre la enorme dificultad que tienen los estudiantes particularmente de secundaria para entender el abstracto e inobservable mundo microscópico y las representaciones simbólicas (como el lenguaje) de sustancias y procesos, ha generado que se modifique la enseñanza de las ciencias con base en el desarrollo de competencias científicas. Los docentes deben enfrentar el reto de aprender a enseñar competencias científicas ya que deben priorizar los contenidos de los currículos para que los estuantes puedan adquirir aprendizajes significativos.

Esto por la necesidad de tener cada vez más ciudadanos preparados y comprometidos para: participar en el análisis de problemas colectivos y globales, generar y poner en práctica propuestas alternativas en el cuidado del amiente teniendo el conocimiento científico suficiente para realizarlas, saber escuchar y argumentar de manera fundamentada poniendo en práctica habilidades de análisis y síntesis, se requiere trabajar en equipo para buscar soluciones a diversos problemas, abordar la resolución de problemas y tomar decisiones que beneficien a la comunidad.

El diseñar como parte de material de apoyo en la enseñanza de la química un diseño instruccional posibilita el aprendizaje debido a que se basa en la teoría de asimilación de Ausubel que considera el aprendizaje significativo como aquel en el que los nuevos conceptos o proposiciones se aprenden de manera sustantiva, captando su significado y relacionándolos con aspectos pertinentes de la estructura cognoscitiva de una forma no arbitraria logrando así que los conocimientos nuevos como su organización en la estructura cognoscitiva se adapten naturalmente al principio de diferenciación progresiva de hechos, leyes y teorías que conforman el conjunto de conocimientos científicos. En este proceso apenas se pone el énfasis en aspectos esenciales de la actividad científica que tienen relación directa con la motivación.

Anexo I

Artículos

Artículo: Ácidos y bases en nuestra vida diaria. (Huerta, 2005)

ÁCIDOS Y BASES EN NUESTRA VIDA DIARIA

Conocer lo que son los ácidos y las bases no sólo es útil en una clase de química, también para la vida cotidiana ya que muchos de ellos están presentes en los alimentos —a los que dan sabor— o en productos que utilizamos con frecuencia.

Los ácidos tienen sabor agrio (como el jugo de un limón) y reaccionan con algunos metales dando hidrógeno. Las soluciones básicas saben amargas y se sienten resbalosas (como los jabones), y reaccionan con los ácidos dando sal y agua. Las concentraciones de ácidos y bases se miden con una escala de pH. Una solución con un pH de 0 es fuertemente ácida; una solución con un pH de 14 es fuertemente básica y una solución con un pH de 7 es neutra. Así que la escala va del 0 al 14.

Muchos materiales que ocupamos o alimentos que ingerimos tienen un grado de pH. Por ejemplo, del 0 al 6, los ácidos para baterías ocupan el 0, el jugo gástrico, el 2; el jugo de limón, 2.3; los refrescos, 3; el vinagre, 3.5; los tomates, 4.5; el café, 5, y la leche, 6.5. Del 8 al 14, un antiácido ocupa el 9.4; los detergentes, el 10; la leche de magnesia, 10.8; el amoníaco doméstico, 11.2; la crema depiladora, el 13 y el limpiador de hornos y la lejía, el 14.

Cuando ingerimos un antiácido, como la leche de magnesia, para tratar de curar la acidez estomacal, lo que estamos produciendo en nuestro cuerpo es una *reacción de neutralización*. Ésta ocurre cuando se ponen en contacto un ácido y una base produciendo una sal y agua.

Conocer más de los ácidos y bases nos ayudará a distinguir mejor los alimentos o materiales que pueden aliviarnos o causarnos daño. Por eso vale la pena adentrarse en este rincón del mundo de la química.

Ricardo Yaphet Huerta Lozada

Estudiante de la Licenciatura en Química Industrial
Universidad Autónoma de Tlaxcala

¿Eres estudiante? ¿Te gusta escribir? Entonces este espacio es tuyo. Aquí puedes publicar tus comentarios, reflexiones y experiencias en torno a la ciencia. Envíanos un texto breve y adjunta tu nombre, dirección, teléfono y el nombre de la escuela a la que asistes. ¿Cómo ves? seleccionará el mejor texto que haya llegado a nuestra redacción antes del último día de cada mes, para publicarlo en la edición que saldrá al público 60 días después. Manda tus colaboraciones:
Revista ¿Cómo ves? Fax: 56652207
Correo electrónico: comoves@universum.unam.mx

Artículo: La noche que Andrés llegó tarde. (Valdés, 1998).

La noche que Andrés llegó tarde

Un relato sobre la lluvia ácida

(Ilustración)IntiMartínez

No siempre lo que cae del cielo son refrescantes gotas de agua. La lluvia puede acarrear diversas sustancias que afectan a los seres vivos y desgastan materiales tan resistentes como el mármol.

NORMA ESTABA preocupada porque Andrés no aparecía; ya eran las 9 de la noche y, como dijo al resto de la familia, “el niño todavía no llega”.

-Ay mamá, ¡ya bájale! –le dijo Eduardo mientras se rascaba los brazos-. Mira, en primer lugar Andrés ya está grande y en segundo, está lloviendo muy fuerte.

- Sí mamá –agregó Mariana-. Además, ya sabes que le gusta quedarse a platicar con sus cuates del la Prepa.

Norma volteó a ver a su marido esperando apoyo, pero él no se sentía bien del estómago, por lo que sólo recibió la clásica reclamación de de; “¿Dónde dejaron la botella del antiácido! ¡Anoche estaba aquí!”

Traía una acidez estomacal terrible, ocasionada por los “chilitos en nogada” que había comido. “Es que estaban muy sabrosos”, eso había puesto como excusa cuando Norma le dijo que al rato no se anduviera quejando de que le ardía el estómago.

-¡Ya llegué! –gritó Andrés mientras abría la puerta de la cocina con la delicadeza que lo caracterizaba; de un patadón.

Andrés estaba empapado de pies a cabeza.

¿cómoves?

-¡Qué bárbaro! ¡Mira nada más cómo llegaste! ¿Por qué traes los ojos tan rojos? –le preguntó su mamá, mirándolo fijamente.

- No sé, me arden mucho –contestó Andrés, mientras se los tallaba. Después se quitó la chamarra, entró al baño y salió enseguida con una toalla en la cabeza.

Mariana se dio cuenta de que ésta era una gran oportunidad para que los demás supieran lo que había aprendido en su clase de química, y en tono doctoral comenzó a explicarles:

- Lo que pasa es que está lloviendo y debido a la contaminación, la lluvia que caen en la ciudad es “lluvia ácida”, por eso a Eduardo le arden los brazos y a Andrés los ojos.

- Qué lluvia ácida ni que ocho cuartos –cortó bruscamente Norma-. ¿Qué andas haciendo con tus amigos?, ¿qué no has oído lo que dicen en la tele?

Para no tener que contestar, Andrés dijo rápidamente:

- Si mamá, la niña ñoña tiene razón. Por la contaminación, en muchos lugares de la Tierra cae lluvia ácida, que no sólo irrita la piel y los ojos, también corroe los metales, desgasta las esculturas de már-

Jesús Valdés Martínez

mol, e incluso daña los bosques y la vida en los ríos, lagos y lagunas. ¡Ah! Y además daña nuestras vías respiratorias.

Después de todo Andrés también había tomado clases de química.

-¡Uy, cuánto sabes! –comentó Mariana en tono de burla y añadió-, mira mamá, la lluvia siempre es ligeramente ácida debido a que el agua reacciona con el bióxido de carbono que hay en la atmósfera y produce ácido carbónico. Pero cuando el agua de la lluvia pasa por el aire contaminado, reacciona con algunas sustancias como el trióxido de azufre y produce ácido sulfúrico, o con el dióxido de nitrógeno y produce ácido nítrico. ¿Te das cuenta? –continuó, enfática- nos llueve agua con ácido sulfúrico y ácido nítrico.

- ¡Qué horror! –dijo Norma- eso suena peligroso.

- Y lo es –remató Mariana, encantada por el interés que mostraba Norma.

El papá los escuchaba a medias y aprovechó el breve silencio que siguió a las palabras de Mariana para preguntar de nuevo por la botella de antiácido. Como nadie le hizo caso, subió a buscarla a su cuarto.

Mariana estaba lista para seguir, pero Andrés intervino:

- Mi maestro del semestre pasado nos comentó que la lluvia ácida no sólo se produce donde se generan los contaminantes.



El origen de la lluvia ácida

Como el viento los puede arrastrar grandes distancias, la lluvia ácida llega a presentarse lejos del lugar donde se produjo la contaminación. También nos dijo que se había detectado neblina más ácida que el vinagre o el jugo de limón.

- ¡Órale! ¿Te imaginas bañarte con vinagre? –comentó Eduardo.

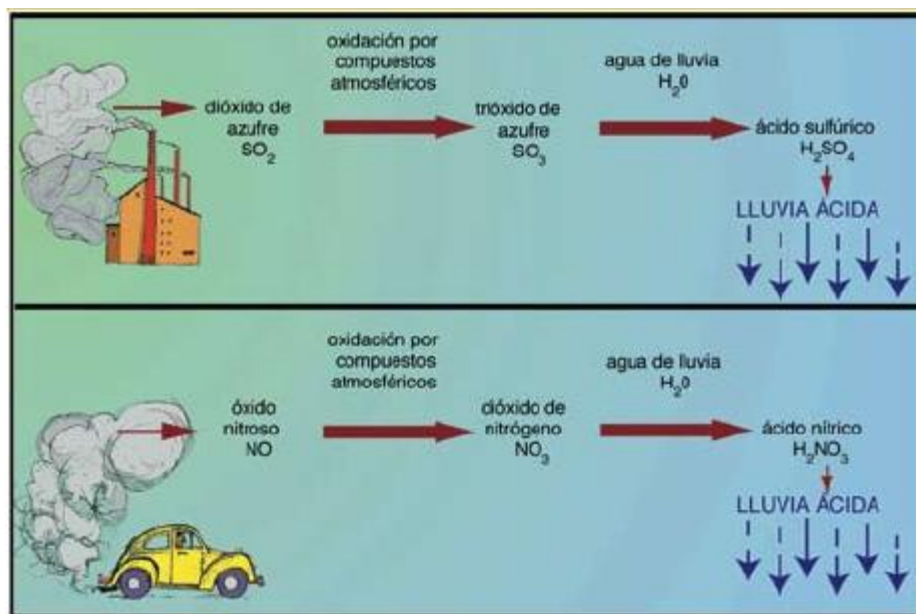
- ¡Pues seguro que tú no! ¿Cuándo fue la última vez que te bañaste? –preguntó Norma, que se pasaba la vida peleando con él para que se metiera en la regadera.

-Pus... el otro día –fue la respuesta. Por suerte para Eduardo, su mamá dejó el asunto y le preguntó a Mariana:

- ¿De dónde vienen los óxidos esos que provocan la lluvia ácida?

- Eso es lo que iba a explicar cuando se metió Andrésito –dijo Mariana, que a esas alturas ya se sentía conferencista-.

El dióxido de azufre lo producen sobre todo las centrales termoeléctricas. Este dióxido puede reaccionar con el ozono del aire y generar trióxido de azufre. Los coches y los camiones son los principales productores de óxido de nitrógeno, que al contacto con el oxígeno se transforma



noche, también debido a la producción de ozono por la luz solar.

-Oye Andrés, ¿ahora quién es el niño? –dijo Mariana.

- ¡Ya párenle! –atajó Norma-, parecen escuincles. En vez de pelear díganme si se puede hacer algo para reducir la lluvia ácida.

- ¡Yo se cómo! –dijo Eduardo, feliz de poder participar; recientemente había escuchado a su papá hablar de los coches nuevos-. Usando catalizadores en los coches.

-Pues sí Lalo, pero la cosa no es tan fácil –aclaró Andrés-. Aunque los convertidores catalíticos en los coches reducen la contaminación, las fábricas en donde se producen también contaminan con dióxido de azufre.

-Oye hijo, ¿qué no se puede también reducir esa contaminación? –preguntó Norma.

-Sí mamá, pero sale muy caro y repercute en el costo de la energía eléctrica.

- ¡Que está carísima! –comentó Norma.

En ese momento apareció el papá por la escalera.

-Si ya acabaron, háganme el favor de buscar el antiácido. Ya revisé en todos los cuartos y no está.

Mariana se acercó con la anhelada botella, que había descubierto un momento antes sobre el estéreo. La balanceaba de un lado a otro mientras decía a su padre: “guau, guau, si es perro te muerde”.

El ácido que cayó del cielo

La lluvia ácida puede afectar severamente la vida en lagos y ríos. El daño que causa parece estar relacionado, entre otras cosas, con el hecho de que el agua acidificada disuelve productos tóxicos de las rocas y suelos, y los lleva hasta los cuerpos de agua; estos productos envenenan a los peces y plantas que ahí habitan. Una prueba clara del efecto a distancia que tienen los contaminantes que producen la lluvia ácida es que muchos bosques y lagos en Canadá, alejados de las ciudades y las fábricas, se encuentran dañados por ésta.

Es posible disminuir la acidificación del agua de lluvia con el uso de convertidores catalíticos en los coches y camiones. Estos reducen hasta en un 90% la contaminación provocada por óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono e hidrocarburos; sin embargo, no eliminan los óxidos de azufre, que también producen los coches.

Los convertidores que se utilizan actualmente contienen entre otros metales platino, cuyo principal productor es Rusia. Paradójicamente, las fábricas rusas de platino y otros metales que también se emplean en los convertidores catalíticos, emiten grandes cantidades de dióxido de azufre. La cantidad producida equivale a una cuarta parte del óxido de nitrógeno que el catalizador eliminará en su vida útil! Afortunadamente esta contaminación se puede reducir colocando sistemas de lavado en las chimeneas de las fábricas, algo que ya sucede en Canadá.

Para nuestros suscriptores

La presente edición va acompañada por una guía didáctica, en forma de separata, para abordar en el salón de clases el tema de este artículo.

Jesús Valdés Martínez es investigador del Instituto de Química. Ha escrito artículos de divulgación científica en diarios y revistas. Actualmente se desempeña como Director de Vinculación de la DGDC, en la UNAM.

¿cómoves?



La neblina puede ser tan ácida como el jugo de limón o el vinagre.

fácilmente en dióxido de nitrógeno.

- ¡Te sacaste un diez! –la interrumpió Norma, con admiración- pero la verdad ya me perdí con tantos óxidos.

-Luego te hago un esquema –dijo Mariana, que quería terminar la explicación-. El dióxido de nitrógeno es de color rojizo y es el culpable del color café rojizo que tiene muchas veces el cielo de la ciudad de México.

-Ya ves mamá, yo por eso me voy en bicicleta a la escuela –comentó Andrés-. Por si no lo saben, hace poco se descubrió que la lluvia es más ácida durante una tormenta eléctrica. Mi maestro nos dijo que esto se debe a que durante las tormentas eléctricas aumenta la producción de ozono en la atmósfera. Además nos dijo que la lluvia es más ácida en el día que en la

Apéndice I

Actividades. Hojas de trabajo.

Actividad SQA. Antes de leer el artículo “Ácidos y bases en nuestra vida diaria”, completa la primer columna sobre lo que sabes acerca de los ácidos y de las bases. Después de leer, completa la columna de qué quieres saber sobre los ácidos y bases. Al terminar la unidad completa la última columna sobre lo que aprendiste de esta unidad.

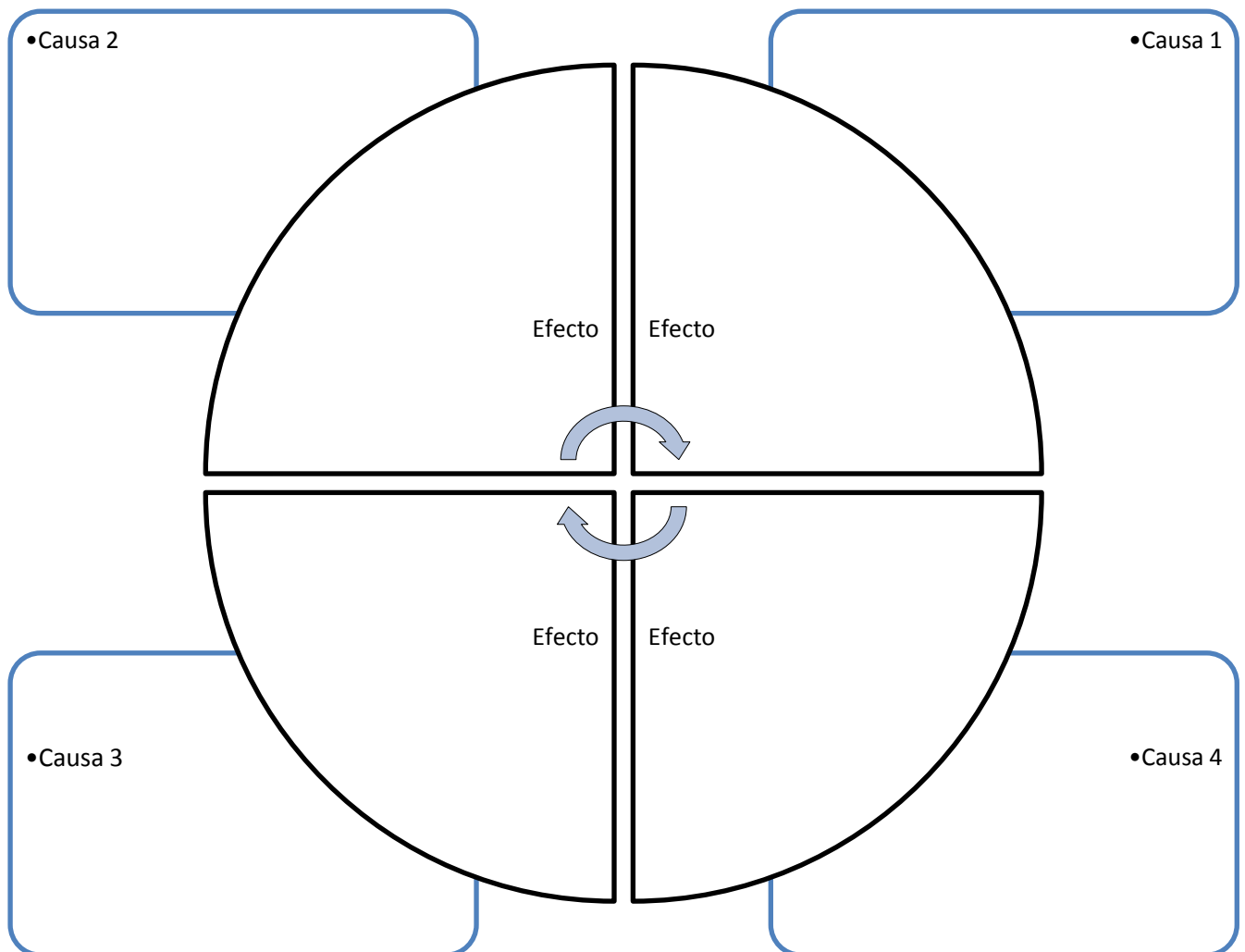
¿Qué sé?	¿Qué quiero saber?	¿Qué aprendí?

Nombre: _____

Fecha: _____ Grupo: _____

Lluvia ácida

Después de ver el artículo “La noche que Andrés llegó tarde” y de contestar el cuestionario completa el siguiente esquema describiendo las causas y efectos de la contaminación y de la lluvia ácida.



Nombre: _____

_____ fecha: _____ grupo: _____

Dibujo y reflexión sobre lluvia ácida

Realiza un dibujo sobre cómo podemos mitigar efectos que causa la lluvia ácida y haz una breve explicación.

Reflexión: ¿Es posible que las plantas y animales se adapten a los efectos causados por la lluvia ácida?, ¿La contaminación afecta de la misma manera al aire y al agua? ¿Se cuenta con los recursos económicos necesarios para mitigar los efectos de la lluvia ácida? ¿Podemos contribuir a mitigar el cambio climático modificando algunos de nuestros hábitos?

FUENTES DE CONSULTA

- Araya, V., Alfaro, M., & Andonegui, M. (2007). Constructivismo: Orígenes y Perspectivas. *Laurus* , 13 (24), 76-92.
- Bazant de Saldaña, M. (2006). Historia de la Educación Durante el Porfiriato. México: El Colegio de México.
- Borgford, C. &. (2005). Las interacciones de la materia (Vol. L). Austin: Holt, Reinehart and Winston.
- Cárabes, P. J. (2000). Fundamentos políticos jurídicos de la educación en México. México: Editorial Progreso.
- Carranza, J. A. (2003). 100 años de educación en México, 1900-2000. Xalapa: Limusa.
- Carrasco, J. B. (2004). *Estrategias de aprendizaje, para aprender mejor*. España: Ediciones RIALP S.A.
- Delors, J. (1996). La educación encierra un tesoro. México: Santillana UNESCO.
- Díaz Barriga A., F., & Rojas H., G. (2010). Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. México: Mc Graw Hill.
- Dingrado, L. G. (2004). Química materia y cambio. Colombia: Mc Graw Hill.
- Guevara, G. (2011). Clásicos del pensamiento pedagógico mexicano (Antología histórica). México: Instituto Nacional de Estudios Históricos de las Revoluciones de México.
- Hernández, G. M. (1992). Química en el mundo real. México: Facultad de Química UNAM.
- Huerta, R. (2005). Ácidos y bases en nuestra vida diaria. ¿Cómo ves? , 34.

- Ibargüengoitia Cervantes, M. E. (2004). Química en microescala: manual de experimentos de química. México: Universidad Iberoamericana.
- Jiménez, M. P., Caamaño, A., Oñorbe, A., & Pedinaci, E. y. (2003). Enseñar ciencias. Barcelona: GRAÓ.
- Katzkowicz, R., & Salgado, C. (2006). Proyecto: ConCiencias para la sostenibilidad. "Construyendo ciudadanía a través de la UNESCO.
- Méndez, Z. (2008). Aprendizaje y cognición. Costa Rica: EUNED.
- Meneses, M. E. (1998). Tendencias Educativas Oficiales en México 1821-1911. México: Centro de estudios educativos, Universidad Iberoamericana.
- Meneses, M. E. (1998). Tendencias Educativas Oficiales en México 1911-1914. México: Centro de estudios educativos. Universidad Iberoamericana.
- Monereo C., C. M. (2007). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje, formación del profesorado y aplicación en la escuela*. México: GRAO, de IRIF, S. L.
- OCDE. (2000). El programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve. París: OCDE.
- OCDE. (2006). PISA 2006. MARCO DE LA EVALUACIÓN. Organización para la cooperación y el desarrollo económico.
- OCEDE-DESECO. (2003). La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo. Geneva: Swiss Federal Statistical Office.
- Phillips, J. S. (2004). Química: conceptos y aplicaciones. Colombia: Mc Grow Hill.
- Pimienta Priteo, J. H. (2012). *Estrategias de enseñanza -aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias*. México: Pearson.
- Pozo, J. I. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Ediciones MORATA, S. L.
- Secretaria de Educación Pública, S. d. (4 de Julio de 2003). Subsecretaria de planeación y coordinación. Estadísticas Básicas del sistema educativo nacional.

Fin de cursos 2002-2003. Recuperado el 1 de Agosto de 2012, de <http://www.dgpp.sep.gob.mx/Estadi/Fin%20de%20curso%202002-2003/index.htm>

- Quiroz, R. (1998). La Reforma de 1993 de la Educación Secundaria en México: nuevo currículo y prácticas de enseñanza. *Investigación en la Escuela* , 75-90.
- Remedi, E. (1999). Encuentros de investigación educativa 95-98. México: Plaza y Valdés.
- Reyes, J. A. (2009). Adolescencias entre muros. Escuela secundaria y la construcción de identidades juveniles. México: FLACSO.
- Riordan, R. (1996). El desafío de la reforma institucional en México. Madrid, España: Siglo XXI editores.
- Sandoval, F. E. (2002). La trama de la Escuela Secundaria: institución, relaciones y saberes. México: Plaza y Valdés.
- SEP. (1993). Plan y programas de estudio 1993. Educación Básica. Secundaria. México: Secretaría de Educación Pública.
- SEP. (2006). Reforma de la educación secundaria. Fundamentación curricular. Ciencias. México: Secretaría de Educación Pública.
- SEP. (2009). Reforma Integral de la Educación Básica. Planes y programas de estudio de 1993 y 2009. México: Secretaría de Educación Pública 2009.
- SEP. (2011). Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI. México: Secretaría de Educación Pública.
- SEP. (2011). Plan de Estudios 2011. Educación Básica. México: Secretaría de Educación Pública 2011.
- SEP. (2011). Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación básica secundaria, Ciencias. (SEP, Ed.) México.

- Talanquer, V. &. (2008). Química Ciencias 3. México: Castillo.
- Valdés, J. (1998). La noche que Andrés llegó tarde. ¿Cómo ves? , 18-19.
- Villa, A., & Poblete, M. (2007). Aprendizaje basado en competencias. Bilbao: Ediciones Mensajero.
- Zárraga, J. C. (2008). Química y Cambio. México: Fernández editores