



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE QUÍMICA

DESARROLLO DE GUÍA DIDÁCTICA PARA
APOYAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA -
APRENDIZAJE DE CONCENTRACIÓN Y
FUERZA DE ÁCIDOS Y BASES

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA
SUPERIOR (QUÍMICA)

P R E S E N T A:

Q.F.B. CRISTINA HERNÁNDEZ CAMACHO

TUTOR:

DRA. CLARA ROSA MARÍA ALVARADO ZAMORANO – ICAT

COMITÉ TUTOR:

DR. LUIS MIGUEL TREJO CANDELA- FACULTAD DE QUÍMICA
DR. PLINIO JESÚS SOSA FERNÁNDEZ - FACULTAD DE QUÍMICA

MÉXICO, CDMX MARZO 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

Presidente:

Dra. Clara Rosa María Alvarado Zamorano

Vocal:

Dr. Plinio Sosa Fernández

Vocal:

Dra. Ana María Sosa Reyes

Vocal:

Dra. Yolanda Marina Vargas Rodríguez

Secretario:

Dr. Luis Miguel Trejo Candela

LUGAR DONDE SE REALIZÓ LA TESIS:

ICAT, UNAM, Ciudad Universitaria

TUTOR DE TESIS:

Dra. Clara Rosa María Alvarado Zamorano

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por darme la oportunidad de concluir con este importante proyecto.

A mi **Familia** por su amor, por apoyo incondicional y por inspirar en mí el deseo constante de superación.

A mis compañeros de generación los “**Mademsianos**” por comprensión, su apoyo, sus enseñanzas e invaluable amistad. Por todos los momentos compartidos que me hicieron crecer como persona y como docente.

A la **Dra. Clara Alvarado** por sus enseñanzas, sus consejos, su paciencia, su confianza, su apoyo y tiempo dedicado a la elaboración de esta tesis. Por ser mí tutora, por su amistad, por ser un gran ejemplo a seguir.

A mis **Sinodales** por sus valiosas aportaciones y guía en las diferentes etapas de la elaboración de este proyecto.

A la **UNAM** y a la **Facultad de Química** por brindarme la oportunidad de seguir superándome profesionalmente.

A la **DGAPA** por la beca recibida mediante el Programa de Formación de Profesores para el Bachillerato Universitario.

A los **Docentes de MADEMS** por sus valiosas enseñanzas y su apoyo.

Al **Colegio de Ciencias y Humanidades** plantel **Sur** por permitirme realizar mi práctica docente y una parte importante de mi tesis en sus instalaciones.

A **Patricia Velázquez** por su apoyo y guía durante mi práctica docente.

A los **estudiantes del Grupo 519 del CCH Sur** por su participación y apoyo en una parte importante de esta tesis. Gracias por su entusiasmo, su cariño, por enseñarme cosas valiosas que no están escritas en libros ni en artículos.

Agradezco a todas las personas que de alguna manera me apoyaron para concluir la maestría y a concluir mi tesis.

¡MUCHAS GRACIAS!

ÍNDICE

RESUMEN	1
ESTRUCTURA GENERAL DE LA TESIS	2
CAPÍTULO 1.	4
INTRODUCCIÓN	4
1.1 Justificación	6
1.2 Problema	8
1.3 Objetivos.....	11
1.3.1 Objetivos particulares	11
1.4 Alcances	12
1.5 Limitaciones.....	13
CAPÍTULO 2.	15
MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 Marco curricular.....	16
2.1.1 Características e importancia de la Educación Media Superior en México	17
2.1.2 Algunas instituciones de EMS en México.....	21
2.1.3 La importancia de las ciencias experimentales en la EMS	21
2.1.4 El Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)	23
2.1.5 Planes y programas de estudio del CCH.....	25
2.1.6 El tema de ácidos y bases en los planes y programas de estudio del CCH	26
2.2 Marco didáctico	28
2.2.1 Constructivismo.....	28
2.2.1 El papel del alumno y del docente	29
2.2.3 El aprendizaje	31
2.2.4 Estrategias de enseñanza	33
2.2.5 Trabajos Prácticos	38
2.3 Marco disciplinar	41
2.3.1 Importancia del tema de ácidos y bases en la EMS	41
2.3.2 Algunas dificultades que se pueden manifestar en el proceso de enseñanza - aprendizaje	42
2.3.3 Descripción de los modelos.....	46
2.3.3.1 Modelos ácido-base en la EMS	47

2.3.3.2 El modelo de ácidos y bases de Arrhenius	49
2.3.3.4 El modelo de ácidos y bases de Brønsted-Lowry	52
2.3.4 Modelos ácido-base (de Arrhenius y Brønsted-Lowry) en el contexto escolar.	55
CAPÍTULO 3.	60
METODOLOGÍA.....	60
3.1 Estructura general y metodología del desarrollo de la Guía Didáctica	61
3.1.1 Estructura general de la Guía Didáctica	61
3.1.2 Metodología del desarrollo de la Guía Didáctica	64
3.2 Metodología del desarrollo de los Trabajos Prácticos propuestos	65
3.3 Metodología del análisis de resultados de la aplicación de algunos trabajos prácticos	67
3.3.1 Primer ciclo.....	70
3.3.1.1 Planificar.....	70
3.3.1.2 Actuar	71
3.3.1.3 Observar	74
3.3.1.4 Reflexionar	75
3.3.2 Segundo Ciclo	77
3.3.2.1 Plan revisado	77
CAPÍTULO 4.	78
PRESENTACIÓN DE TRABAJOS PRÁCTICOS PROPUESTOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE TRES DE ELLOS.....	78
4.1 Descripción de los TP aplicados frente a grupo.....	79
4.1.1 Trabajo Práctico: Modelos sin pasarela	79
4.1.2 Trabajo Práctico: ¿Fuerte o débil?	85
4.1.3 Trabajo Práctico: ¿Fuerte o concentrado?	91
4.2 Descripción de los TP no aplicados frente a grupo.	99
4.2.1 Trabajo Práctico: ¿Qué le está pasando al piso?.....	99
4.2.2 Trabajo Práctico: Arrhenius vs Brønsted-Lowry.....	99
4.2.3 Trabajo Práctico: Reporteros y editores.....	99
4.3 Resultados de los TP aplicados	100
4.3.1 Trabajo Práctico “Modelos sin pasarela”	100
4.3.2 Trabajos Prácticos: ¿Fuerte o débil? Y ¿Fuerte o concentrado?	101

CAPÍTULO 5.	105
CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE LA GUÍA DIDÁCTICA Y DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS IMPLEMENTADOS.....	105
5.1 De la Guía Didáctica (GD).....	106
5.2 De la aplicación de los Trabajos Prácticos (TP).	107
CAPÍTULO 6.	111
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	111
CAPÍTULO 7.	122
- ANEXO 1 -	122
GUÍA DIDÁCTICA PARA APOYAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE CONCENTRACIÓN Y FUERZA DE ÁCIDOS Y BASES.....	122
ÍNDICE.....	125
1. PRESENTACIÓN.....	126
2. INTRODUCCIÓN	129
3. ALGUNOS DE LOS ENUNCIADOS MÁS IMPORTANTES INVOLUCRADOS	137
4. MAPA CONCEPTUAL.....	142
5. ASPECTOS HISTÓRICOS.....	143
6. IMPORTANCIA DEL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS DE FUERZA Y CONCENTRACIÓN DE ÁCIDOS Y BASES.....	145
7. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ANTECEDENTES REQUERIDOS PARA SU APRENDIZAJE.	149
8. DIFICULTADES CONCEPTUALES, PROCEDIMENTALES Y ACTITUDINALES EN SU PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE Y APORTACIONES SUGERIDAS PARA MINIMIZARLAS.	153
9. EJEMPLOS DE TRABAJOS PRÁCTICOS (TP) A DESARROLLAR.	160
10. SUGERENCIAS PARA LA PRUEBA Y/O EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DEL TEMA Y, PARTICULARMENTE, DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS.....	245
11. ALGUNOS CONCEPTOS ESPECÍFICOS IMPORTANTES PARA APOYAR EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS.....	258
12. ANEXOS DE LA GUÍA DIDÁCTICA.	266
13. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.	307
- ANEXO 2 -	319
ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE LA GUÍA DIDÁCTICA	319

RESUMEN

Los fenómenos ácido-base son frecuentes en la naturaleza y en nuestro entorno, desempeñan un papel muy importante en diversos ámbitos del mundo que nos rodea como, por ejemplo, en la industria, la salud, la vida cotidiana, el ambiente, etc. Razones por la que es común que esta temática posea un lugar indispensable en diversos planes y programas educativos en México (principalmente a nivel Medio Superior y Superior, en licenciaturas del área químico-biológica).

En el ámbito escolar a Nivel Medio Superior, el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de ácidos y bases presenta diversas problemáticas como dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales. Con base en este contexto y tomando en cuenta que el tópico de la Química ácido-base es muy extenso, se decidió enfocarse sólo en algunos conceptos; así, para la elaboración de esta tesis se planteó el desarrollo de una Guía Didáctica para apoyar el proceso de enseñanza - aprendizaje de los conceptos centrales de fuerza y concentración de ácidos y bases.

Para desarrollar la Guía Didáctica se utilizó principalmente la investigación documental y el modelo de investigación-acción. Como parte importante de la Guía Didáctica se diseñaron seis Trabajos Prácticos, de los cuales tres se aplicaron y evaluaron con estudiantes de un grupo de Química III, del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la UNAM.

De manera más detallada, en esta tesis se presenta una Guía Didáctica que aborda los conceptos de concentración y fuerza de ácidos y bases (principalmente de Arrhenius), Trabajos Prácticos (actividades de enseñanza-aprendizaje que involucra a los alumnos en la observación y/o manipulación de objetos que se están estudiando), diversos ejemplos que resaltan la importancia del aprendizaje del tema, aspectos históricos relacionados, información sobre los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y Brønsted-Lowry, aspectos didácticos, etc.

Los resultados obtenidos de los Trabajos Prácticos aplicados en general mostraron que después la intervención en el aula, hubo avances importantes en algunos contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. La Guía Didáctica es una herramienta dirigida al docente (que no sustituye el libro de texto y que no es un manual), la cual además de apoyar el proceso de enseñanza – aprendizaje de los conceptos en cuestión, también pretende contribuir a los programas de formación y actualización del profesorado de Química, fundamentalmente a Nivel Medio Superior.

Palabras clave: Guía Didáctica, fuerza de ácidos y bases, concentración de ácidos y bases, Trabajos Prácticos, Educación Media Superior.

ABSTRACT

Acid-base phenomena are frequent in nature and in our environment, they play a very important role in various areas of the world, for example, in industry, the health, the daily life, the environment, etc. Reasons why it's common that this topic is present a relevant place in different levels and educational programs in Mexico (mainly at higher school education and higher education in chemical-biological area licenses).

In the school context in high school education, the teaching-learning process of the subject of acids and bases presents different problems such as conceptual, procedural and attitudinal difficulties.

Based on this context and taking into account that the topic of acid-base chemistry is very extensive, it was necessary to focus only on some concepts; thus, for the writing of this thesis, the development of a Didactic Guide was proposed that supports the teaching-learning process of the central concepts of strength and concentration of acids and bases.

For the development of the Didactic Guide, documentary research and the action-research model were used mainly. As an important part of the Didactic Guide, six Practical Works were designed, of which three were applied and evaluated with students from a group of Chemistry III, from the College of Sciences and Humanities (CCH) of the UNAM.

In more detail, this thesis presents a Didactic Guide that approach the concepts of concentration and strength of acids and bases (mainly Arrhenius model), Practical Works (teaching-learning activities that

involve students in observation and/or manipulation of objects being studied), various examples that highlight the importance of learning the subject, related historical aspects, information on the Arrhenius and Brønsted-Lowry models of acids and bases, didactic aspects, etc.

The results obtained from the Practical Works applied in general showed that after the intervention in the classroom, there were important advances in some conceptual, procedural and attitudinal contents. The Didactic Guide is a tool aimed at the teacher (which does not replace the textbook and is not a manual), which in addition to supporting the teaching-learning process of the concepts in question, also aims to contribute to the training programs and updating of Chemistry teachers, mainly in high school education.

Keywords: Didactic Guide, strength of acids and bases, concentration, Practical Works, high school education.

ESTRUCTURA GENERAL DE LA TESIS

El presente estudio comprende ocho capítulos, cada uno de los cuales se describe brevemente a continuación:

Capítulo 1. Presenta la introducción, la justificación, hace explícitos los objetivos, los alcances y limitaciones de la propuesta, y a su vez, esboza brevemente un panorama general de los capítulos que lo conforman.

Capítulo 2. Contiene el marco teórico, el cual se divide en tres secciones:

La primera detalla el marco curricular, donde se describen algunas características y la importancia de la Educación Media Superior en México. Centra la atención en la Educación Media Superior impartida por la UNAM, particularmente en el Colegio de Ciencias y Humanidades, realizándose un breve análisis de sus planes y programas de estudio, destacando el tratamiento de la Química ácido-base y del tema de concentración.

La segunda sección aborda el marco disciplinar, donde se detalla la importancia del tema de fuerza y concentración de ácidos y bases en la vida cotidiana y en algunos de los planes y programas de Educación Media Superior, más importantes en México. Se describen diversas dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química, en especial, las relacionadas con el tema bajo estudio, e incluso las asociadas a tópicos como modelos, y los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico.

La tercera parte contiene el marco didáctico, en el cual se describe dentro de una postura constructivista el papel del profesor y el del estudiante. Se detallan

algunas estrategias de enseñanza, la importancia de lograr un aprendizaje significativo y se remarca la importancia de los trabajos prácticos en el aula de clase.

Capítulo 3. Describe la metodología que se utilizó para el desarrollo de la Guía, así como los fundamentos a partir de los cuales se llevó a cabo la planificación, la aplicación, el análisis y la modificación de los trabajos prácticos desarrollados frente a grupo, así como los fundamentos de otros trabajos prácticos que se propusieron.

Capítulo 4. Muestra los resultados de la aplicación de algunos Trabajos Prácticos propuestos, así como consideraciones, recomendaciones y perspectivas, derivadas del análisis de los trabajos prácticos aplicados frente a grupo.

Capítulo 5. Presenta las conclusiones finales e implicaciones con respecto a la elaboración de la Guía Didáctica y de la aplicación de algunos de los Trabajos Prácticos desarrollados.

Capítulo 6. Contiene la bibliografía y referencias de los diferentes documentos consultados para la elaboración de la tesis.

Capítulo 7. Engloba los anexos asociados a esta tesis: en el Anexo 1 se incluye una versión preliminar de la Guía Didáctica, y en el Anexo 2 se describe a detalle el análisis y los resultados de algunos Trabajos Prácticos de la Guía Didáctica que se aplicaron frente a grupo.

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se centra en el desarrollo de una Guía Didáctica para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de fuerza y concentración de ácidos y bases, con la finalidad de ser un documento de apoyo dirigido al profesor de Química del nivel de Educación Media Superior.

La Guía Didáctica que se desarrolla en esta tesis, de manera análoga a la Guía Didáctica elaborada por Alvarado (2012), contiene información recopilada de numerosas y diversas fuentes de información (libros, artículos de revistas nacionales e internacionales, etc.), así como propuestas de Trabajos Prácticos, desarrolladas ex profeso para la Guía, con el propósito de apoyar el desarrollo de los contenidos del tema por parte del profesor y, así mismo, sirve como soporte para la realización de trabajos prácticos por parte de los alumnos. De manera, se pretendió que contuviera información que favoreciera la reflexión con respecto a: la vinculación del tema con el entorno cotidiano, principalmente de los alumnos; el desarrollo histórico y personajes que aportaron conocimientos al tema; dificultades (conceptuales, procedimentales y actitudinales) que se manifiestan durante su proceso de enseñanza-aprendizaje; estrategias didácticas, recomendaciones y experiencias de otros profesores e investigadores educativos sobre la impartición del tema; modelos ácido-base; Trabajos Prácticos para desarrollarlos con los alumnos; etc.

Es importante mencionar que la Guía Didáctica “no sustituye al libro de texto”, si no que pretende proveer al profesor de aspectos didácticos y disciplinares que generalmente no se encuentran contenidos en libros de texto convencionales de Química (por ejemplo conocimientos previos necesarios para abordar el tema; aspectos didácticos; dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales; aspectos históricos, etc.) de forma que es una propuesta enfocada a enriquecer la labor del profesor, considerando sus intereses y experiencia.

Es de suma importancia aclarar que la Guía Didáctica “no es un manual”, ya que el documento que se propone se caracteriza principalmente por ser flexible, en el cual el profesor es libre de consultar y seleccionar la información y/o Trabajos

Prácticos de su interés, dependiendo de sus necesidades y las de sus estudiantes, así como de los recursos que se tengan disponibles (reactivos, material de laboratorio, materiales didácticos, infraestructura, tiempo, etc.). No se requiere seguir o apegarse a procesos/secuencias rígidas que no permitan modificaciones; por ejemplo, cada Trabajo Práctico se diseñó de manera que se puede aplicar de forma aislada de los demás Trabajos Prácticos, sin necesidad de seguir una secuenciación definida y de ser considerado indispensable por el docente, pudiéndose aplicar todos secuencialmente (ya que los Trabajos Prácticos están articulados entre sí), o bien en forma independiente.

Se reitera el hecho de que la Guía Didáctica no es un manual, ya que éste consiste en un texto rígido que muestra paso por paso la forma de realizar una actividad o procedimiento como, por ejemplo, los manuales de laboratorio de ciencias experimentales utilizados en las escuelas. Un manual es un documento rígido, el cual generalmente requiere seguir una serie de pasos; y es precisamente esa limitación lo que se trata de evitar.

La estructura de la Guía Didáctica propuesta se describe a detalle en el Capítulo 3. “Metodología”.

1.1 Justificación

La acidez y la basicidad son fenómenos y procesos frecuentes en la naturaleza y en nuestro entorno cotidiano, algunos de ellos tienen papel determinante en diferentes sectores, por ejemplo en el ámbito industrial y ambiental son relevantes en la fabricación de detergentes, en la obtención de metales, en la producción de fertilizantes, en la generación de la lluvia ácida, etc.; otros juegan un papel preponderante en la homeostasis de los seres vivos, y están relacionados con padecimientos como la acidosis, la alcalosis, la gastritis, etc. De manera concreta, se describen a continuación algunos ejemplos:

- ❖ En la industria metalúrgica se utiliza ácido clorhídrico concentrado (38%) como agente lixivante para eliminar las impurezas de hierro de arcillas, obteniéndose así caolinita de alta pureza. La caolinita es una arcilla de considerable importancia en la industria, que se utiliza en la obtención de

porcelana, cosméticos, medicamentos, pinturas, cerámica, entre otros (Cabo de Villa-Figueiral *et al.*, 2017).

- ❖ En la industria alimenticia es común el uso de una gran variedad de agentes antimicrobianos para conservar las propiedades de los alimentos, algunos de ellos son ácidos débiles. Por ejemplo, Rodríguez (2011) menciona a los ácidos propiónico, sórbico, y benzoico como compuestos que inhiben el crecimiento de mohos y/o levaduras.
- ❖ Derivado principalmente de la combustión de combustibles fósiles, el creciente aumento de la producción de óxidos no metálicos, ha incrementado el fenómeno de la lluvia ácida y problemáticas asociadas. Granados y colaboradores (2010) describen que la lluvia ácida se forma cuando los óxidos de azufre, de nitrógeno y de carbono, se combinan con el agua, produciéndose respectivamente ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3) y ácido carbónico (H_2CO_3). Entre otras afectaciones esta puede alterar el contenido en nutrientes de los suelos forestales. Lixivia y arrastra nutrientes fundamentales de los suelos, tales como el potasio, el calcio y el magnesio, privando a los árboles y otra vegetación de estos elementos básicos para la vida.
- ❖ Algunos destapacaños contienen una base fuerte, el hidróxido de sodio (NaOH). Esta disolución que se forma disuelve la grasa que se asocia con la obstrucción de tuberías o la mugre atrapada, también disuelve los filamentos de proteínas de cabello, que generalmente obstruyen las tuberías (López y Gutiérrez, 2018; p. 262).

Lo anterior resalta cómo el aprendizaje del tema de ácidos y bases es importante en la Educación, en este caso específicamente en el currículo de la Educación Media Superior: Por un lado, por ser una temática fundamental para los estudiantes que ingresarán a carreras de Área II como Medicina, Química, Odontología, etc.; y por otra parte, en la vida cotidiana estamos en constante contacto con diversos ácidos y bases, y el manejo inadecuado de algunos de ellos pueden representar riesgos o producir en el ambiente una alteración de su equilibrio, cuyas consecuencias pueden repercutir no solo en la calidad de la vida

humana, sino también en la integridad de la vida de las diversas especies que habitan en los ecosistemas.

Por ello, es importante la enseñanza efectiva del tema de los ácidos y las bases en las escuelas, principalmente para crear conciencia y formar ciudadanos capaces de cuidar su salud y su ambiente.

Debido a que el tópico de la Química ácido-base es muy amplio y abarca diversos conceptos y varios modelos explicativos, se decidió enfocar la propuesta de la Guía Didáctica en los conceptos de fuerza y concentración. Dichos conceptos fueron identificados entre otros por Alvarado (2012) como conceptos centrales de la Química ácido-base (expresados por profesores mexicanos con experiencia para impartir el tema de acidez y basicidad en el aula a Nivel Medio Superior), conceptos que se caracterizan por ser los más relevantes que forman parte del conocimiento disciplinario en los que el profesor generalmente divide el tema para su enseñanza (Alvarado *et al.*, 2013; Alvarado y Garritz, 2009; Alvarado *et al.*, 2015).

1.2 Problema

El proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de concentración y fuerza ácidos y bases, como otras temáticas que constituyen los planes y programas de Química en Educación Media Superior, presenta diversos conflictos debido a la gran cantidad de dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales, relacionadas con el tema. Como por ejemplo, las concepciones alternativas, los problemas asociados al lenguaje, la visión ahistórica de la ciencia, la actitud poco favorable para su aprendizaje, la dificultad al trasladarse entre los diferentes niveles de aproximación, etc. Entre estas dificultades resaltan las concepciones alternativas, las cuales según Balocchi y colaboradores (2005), se refieren a las explicaciones construidas por los estudiantes basadas en la experiencia propia, para hacer inteligibles objetos y fenómenos naturales. Su nombre deriva precisamente de que son concepciones alternas que difieren a las concepciones aceptadas en el ámbito científico.

Algunas de las concepciones alternativas relacionadas con el tema de fuerza y concentración de ácidos y bases, son las siguientes: “Fuerza es sinónimo de concentración” (Fortman, 1994; Hand, 1989; Alvarado-Zamorano *et al.*, 2013); “Un ácido fuerte es siempre un ácido concentrado” (Demircioglu *et al.*, 2005); “Los ácidos o las bases fuertes no reaccionan” (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a); “Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos” (Ross y Munby, 1991; Figueroa *et al.*, 2006) y “La fuerza de los ácidos y las bases se relaciona con daño y dolor” (Jiménez-Liso *et al.*, 2000).

Es importante conocer las diferentes dificultades que se pueden manifestar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, para así procurar acciones (como diseñar o implementar actividades, realizar aclaraciones, entre otras) con la finalidad hacerlas explícitas y tratar de disminuirlas, considerando que pueden obstaculizar notoriamente el aprendizaje adecuado del estudiante.

Por otra parte, en ocasiones, se hace énfasis en la idea de que el progreso del aprendizaje de los alumnos se debe a la efectividad de la aplicación de actividades de enseñanza, pero es relevante reconocer que el profesor desempeña un papel clave en el aula, por ser quien debe guiar a los estudiantes a través de las diversas temáticas del curso. Por esta razón, es de suma importancia que el profesor sea consciente de las dificultades que pueden presentar los estudiantes y como intentar minimizarlas, que tome en cuenta la importancia de que los alumnos posean los conocimientos previos requeridos antes de abordar nuevas temáticas, que se vinculen los tópicos desarrollados con la vida cotidiana de los estudiantes, etc. Lo cual, sumado a la implementación de diversas actividades de enseñanza-aprendizaje influye positivamente en el progreso de los estudiantes.

Este tipo de conocimientos y habilidades, generalmente se adquieren por los profesores a través de la experiencia, en algunos casos mediante cursos, eventos académicos, diplomados o posgrados que enriquecen a los docentes de ciencias experimentales con fundamentos didácticos que les ayudan a mejorar su práctica. Pero es un hecho que los profesores en México, y en muchos otros países, frecuentemente no acceden por diversas razones a la lectura de artículos de

revistas especializadas en investigación en la enseñanza y el aprendizaje en el campo de las ciencias experimentales, tampoco es frecuente que acudan a eventos académicos, que les permitan compartir la experiencia de otros profesores y a información que les ayude a mejorar y/o promover la reflexión sobre su práctica docente.

Dentro del contexto anterior, se dio origen al planteamiento de la propuesta que se desarrolla en el presente trabajo, la cual consiste en el desarrollo de una Guía Didáctica, documento cuya finalidad principal es proporcionar información y sugerencias a los profesores en formación o con poca experiencia en la planificación y el desarrollo en el aula, del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases, dirigida fundamentalmente para el nivel de enseñanza Medio Superior.

Parte importante de la Guía Didáctica es una recopilación resultante de una amplia búsqueda y del análisis de diversos documentos, tales como artículos de reconocidas revistas nacionales e internacionales en el campo de la enseñanza de las ciencias experimentales, libros, tesis y otras fuentes documentales.

En la Guía Didáctica destaca la incorporación de Trabajos Prácticos como actividades de enseñanza-aprendizaje (actividades experimentales, análisis de lecturas e imágenes, etc.); los cuales se desarrollaron específicamente para la Guía, evaluándose algunos de ellos con alumnos del curso de Química III del Colegio de Ciencias y Humanidades - Plantel Sur.

De esta manera, con la Guía Didáctica se pretende contribuir a los programas de formación y actualización de profesores de Química de bachillerato, acercar información diversa que puede ser de suma utilidad a los profesores, e incluso motivarlos para que lean artículos sobre temas educativos de interés o que participen en eventos académicos de diversa índole (congresos, talleres, diplomados, etc.), y para que adviertan que muchas dificultades que se le presentan en el aula, también las han tenido otros docentes y conozcan cómo han lidiado con ellas.

En resumen el presente proyecto representa una propuesta innovadora, con una importancia palpable y que está enfocada en subsanar de alguna manera la necesidad de actualización de los docentes, al ofrecer una diversidad de información relevante de manera concreta y definida a través de un documento accesible, es una forma de apoyar a los profesores en formación o que poseen poca experiencia en la planificación/ desarrollo del tema en el aula, etc.

1.3 Objetivos

Objetivo General

- ❖ Desarrollar una Guía Didáctica que proporcione información, trabajos prácticos, recomendaciones y sugerencias a los docentes, para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de fuerza y concentración de ácidos y bases.

1.3.1 Objetivos particulares

- ❖ Efectuar la búsqueda, análisis y selección de información para integrar la Guía Didáctica.
- ❖ Diseñar, aplicar y evaluar trabajos prácticos que apoyen la enseñanza-aprendizaje de fuerza y concentración de ácidos y bases, en el nivel de Educación Media Superior, principalmente con base en algunas de las dificultades relacionadas al tema.
- ❖ Contribuir al aprendizaje significativo de los conceptos fuerza y concentración de ácidos y bases, a nivel macroscópico, microscópico y simbólico.
- ❖ Contribuir a la formación y actualización del profesorado de ciencias experimentales de Educación Media Superior, principalmente de Química.
- ❖ Continuar mi formación académica mediante el desarrollo de un proyecto que me permitió adquirir conocimientos, experiencia y habilidades, sobre cómo planificar y desarrollar en el aula un tema de interés en el campo de la Química, en el nivel de la Enseñanza Media Superior.

1.4 Alcances

La Guía Didáctica tiene como finalidad apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema; está dirigida especialmente al docente que es novato o que posee poca experiencia impartiendo el tópico, ofrece información que puede orientarle y enriquecer su labor y, a su vez, propone diversos trabajos prácticos que los alumnos pueden llevar a cabo bajo la orientación del profesor, tanto en el salón de clase, en el laboratorio o, incluso, extraclase.

La Guía trata de acercar a los profesores a la experiencia en el tema de otros docentes e investigadores educativos, y a información que les ayude a mejorar y/o promover la reflexión sobre su práctica docente, ya que es frecuente que por diversas razones no accedan a la lectura de artículos de revistas especializadas en investigación en la enseñanza y el aprendizaje en el campo de las ciencias experimentales, tampoco es usual que asistan a eventos académicos (congresos, cursos y talleres, etc.) o que compartan sus experiencias a través de trabajo colegiado.

La Guía recopila diversas dificultades relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje de fuerza y concentración de ácidos y bases, a nivel macroscópico, submicroscópico y simbólico, reportadas en la literatura; también, compila las recomendaciones de profesores, incluso mexicanos (Alvarado, 2012), de investigadores educativos y propias, para disminuirlas.

Con base en algunas de las dificultades más frecuentes, principalmente ciertas concepciones alternativas sobre el tema, se diseñaron propuestas de trabajos prácticos, que se desarrollaron desde una perspectiva constructivista.

A pesar de que en la Guía se describen los modelos ácido-base estudiados generalmente a Nivel Medio Superior (modelo de Arrhenius y de Brønsted–Lowry), los trabajos prácticos se enfocaron inicialmente hacia la enseñanza del modelo de Arrhenius, considerando que su adecuada comprensión puede facilitarle a los estudiantes entender las razones por las cuales es necesario hacer un cambio de modelo durante el desarrollo del curso, y por lo tanto, entender por qué se debe utilizar el modelo de Brønsted–Lowry. Pero, hay que resaltar que algunos de los

trabajos prácticos pueden ser abordados desde la perspectiva de ambos modelos, dependiendo del conocimiento de los estudiantes.

Además, una gran ventaja de los trabajos prácticos es que no poseen una secuencia estricta, pero si están vinculados entre sí, lo que permite modificar el orden de su aplicación dependiendo del interés, la necesidad o la disponibilidad de recursos del docente.

1.5 Limitaciones

La temática de ácidos y bases es muy amplia, por lo cual este trabajo se centra únicamente en el tópico de fuerza y concentración. No se abordan directamente temas relacionados importantes como neutralización, pH, etc.

Se optó por diseñar trabajos prácticos enfocados al estudio del modelo de ácidos y bases de Arrhenius, debido a que una comprensión deficiente de este modelo dificulta el abordaje y la comprensión del modelo de Brønsted–Lowry, así como las razones por las cuales es conveniente y necesario cambiar el modelo a lo largo del desarrollo de la química ácido-base durante el ciclo escolar de bachillerato. De manera que, la propuesta trata de promover que los estudiantes comprendan la importancia y las razones que conllevan a estudiar el modelo de ácidos y bases de Brønsted–Lowry.

Cabe mencionar que, en general, los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases se abordan con escaso énfasis en los programas de estudio de Educación Media Superior, así, por ejemplo, en los del CCH se sugiere únicamente como estrategia para analizar las teorías ácido-base de Arrhenius y Brønsted-Lowry, realizar una investigación bibliográfica de diversos conceptos relacionados, entre ellos el de “fuerza de ácidos y bases de Brønsted-Lowry” y “ácidos y bases fuertes y débiles de Arrhenius” (Programas de Estudio de Química I a IV) (CCH, 1996), investigación que en ocasiones no se revisa a detalle en clase, lo cual se percibió por experiencia propia durante el desarrollo de mi Práctica Docente.

En los trabajos prácticos que se proponen, la duración y la profundidad en que se desarrollan los conceptos de fuerza y concentración son mayores, por lo que el

profesor debe evaluar las ventajas que representa que los estudiantes los comprendan para abordar posteriormente temas relacionados con ellos.

De manera puntual, las limitaciones de la propuesta que se desarrolla a través de esta tesis son: Por motivos principalmente de tiempo se enfoca en el modelo de ácidos y bases de Arrhenius, en vez de abarcar también ampliamente el de Brønsted-Lowry; otra limitación importante es que debido al poco tiempo disponible, no todos los trabajos prácticos diseñados para la propuesta se pudieron implementar en el aula de clase y por ende, solo algunos de ellos se pudieron evaluar y rediseñar; además, por la misma razón no se pudo realizar una evaluación profunda de la Guía Didáctica por expertos en el tema.

CAPÍTULO 2.

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Este capítulo se encuentra dividido en tres secciones, descritas brevemente a continuación:

La primera sección consiste en el marco curricular, que señala la importancia y algunas características de la Educación Media Superior en México; se enfoca la atención en la impartida por la UNAM, específicamente la ofrecida por el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). Fundamentalmente, se realiza una revisión de la Química ácido-base y de Concentración en sus programas de estudio.

En la segunda parte se desarrolla el marco didáctico, se abordan temas como la postura constructivista en la educación, el papel del profesor y del estudiante, algunas estrategias de enseñanza, el aprendizaje significativo, los trabajos prácticos en el aula de clase, etc.

La tercera sección detalla el marco disciplinar, el cual destaca la importancia del tema de fuerza y concentración de ácidos y bases, principalmente en la vida cotidiana, la industria y la salud, así como en algunos programas de estudio de instituciones representativas de Educación Media Superior en México. Se detallan algunas dificultades que se manifiestan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química, en especial, las relacionadas con el tema en cuestión. También, se abordan temas de interés relacionados como los niveles de representación usados en Química (macroscópico, submicroscópico y simbólico), el lenguaje, los modelos, etc.

2.1 Marco curricular

En este apartado se esboza un panorama general de algunas de las características y relevancia de la Educación Media Superior (EMS) en México, prestando particular atención a la importancia de las ciencias experimentales en los planes y programas de estudio.

Se realiza una breve reseña sobre el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), en la cual se mencionan algunos de sus antecedentes históricos, estructura y generalidades de sus planes y programas. Así mismo, se presenta una revisión de

la Química ácido-base en las asignaturas de Química I, II y III, con respecto a la forma y profundidad con la que se aborda en dichas asignaturas.

2.1.1 Características e importancia de la Educación Media Superior en México

La Educación Media Superior (EMS) en México constituye un nivel educativo trascendente para nuestro país, debido a la cantidad considerable de estudiantes que atiende: en el ciclo escolar 2016-2017 su matrícula aumentó aproximadamente en 218 500 estudiantes con respecto al ciclo anterior, alcanzando más de 5.2 millones de alumnos (SEP, 2016); y a su papel determinante en el desarrollo individual y social de los ciudadanos mexicanos. Está dirigida principalmente a la población estudiantil cuya edad oscila entre los 15 y los 18 años, edad que se caracteriza por importantes cambios físicos y cognitivos.

Los estudiantes cursan este nivel educativo en instituciones estatales, federales o privadas. Su duración depende del plan de estudios y de la modalidad en la que se curse, la cual puede ser escolarizada, mixta o no escolarizada. Mayoritariamente tienen una duración de tres años, aunque hay otros de dos, por ejemplo, en los bachilleratos de las universidades autónomas de San Luis Potosí, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; y, existe una pequeña proporción de programas de cuatro años, como son los de algunos bachilleratos de arte. Los planes están organizados en torno a asignaturas o materias que se administran semestral, cuatrimestral o anualmente (Alcántara y Zorrilla, 2010).

La EMS está constituida por tres modelos educativos: bachillerato general, bachillerato tecnológico y profesional técnico. Los cuales se describen de manera resumida a continuación:

- 1) El bachillerato general tiene carácter propedéutico y prepara a los estudiantes en diferentes disciplinas y ciencias, para que posteriormente puedan cursar estudios de tipo superior.

- 2) El bachillerato tecnológico es bivalente: prepara a los alumnos para el ingreso a la educación superior y los capacita para que tengan oportunidad de incorporarse en actividades agropecuarias, pesqueras, forestales, industriales y de servicios, así como del mar.
- 3) La educación profesional técnica prepara a técnicos en actividades industriales y de servicios; a diferencia de los modelos anteriores, éste es terminal (EDSEN, 2016).

Lo anterior nos lleva hacia el hecho de que en el nivel medio superior existe una gran diversidad de instituciones y planteles, cada uno de los cuales pretende resaltar por medio de sus planes y programas de estudio, los contenidos que les permiten dar una formación integral a los estudiantes de su bachillerato; habilidades y capacidades indispensables para un desempeño adecuado en la sociedad en que viven y que atiendan las exigencias del mundo actual altamente tecnificado (Ulloa y Chamizo, 2005). La existencia paralela de una amplia gama de programas de estudio, según se estima alrededor de 200 programas distintos a nivel nacional (Blanco, 2007), ha generado durante años desarticulación y dispersión en dicho nivel educativo. Para subsanar lo anterior, como parte de la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), en 2008, se implantó el Marco Curricular Común (MCC) del Sistema Nacional de Bachillerato, el cual está orientado a dotar a la EMS de una identidad que responda a sus necesidades presentes y futuras, y tiene como base las competencias genéricas, las disciplinares y las profesionales; las cuales se describen en la Tabla 2 (Diario Oficial, 2008). De esta manera el MCC, trata de promover la movilidad de los estudiantes entre diversas instituciones, y planes y programas del país.

Tabla 2. Competencias genéricas, disciplinares y profesionales de la EMS.

Competencias		Objetivos
Genéricas		Comunes a todos los egresados de la EMS. Son competencias clave, por su importancia y aplicaciones diversas a lo largo de la vida; transversales, por ser relevantes a todas las disciplinas y espacios curriculares de la EMS, y transferibles, por reforzar la capacidad de los estudiantes de adquirir otras competencias.
Disciplinares	Básicas	Comunes a todos los egresados de la EMS. Representan la base común de la formación disciplinar en el marco del SNB.
	Extendidas	No serán compartidas por todos los egresados de la EMS. Dan especificidad al modelo educativo de los distintos subsistemas de la EMS. Son de mayor profundidad o amplitud que las competencias disciplinares básicas.
Profesionales	Básicas	Proporcionan a los jóvenes formación elemental para el trabajo.
	Extendidas	Preparan a los jóvenes con una calificación de nivel técnico para incorporarse al ejercicio profesional.

Por otro lado, se debe mencionar que la importancia de la EMS, en general, radica en que su finalidad es dar a los estudiantes un panorama general de conocimientos, ampliando los revisados en el nivel básico (preescolar, primaria y secundaria); así como promover en los estudiantes valores, habilidades y actitudes que los hagan competentes para desarrollarse en la sociedad y en el ámbito laboral actual.

Aunado a esto, la tarea de la EMS no solo consiste en atender el ámbito intelectual de los alumnos, sino que también debe promover un sano desarrollo emocional y físico de los estudiantes.

De esta manera, la EMS es más que un mero vínculo entre la educación básica y la educación superior, pues la función que cumple es formar a los futuros ciudadanos del país, lo cual significa que los jóvenes que egresan de la EMS son piezas determinantes en el progreso y la construcción de un país capaz de responder a los cambios constantes de la sociedad y de una economía globalizada.

De forma más detallada, el impacto de la EMS se centra en tres ámbitos que repercuten en el futuro del país, los cuales son descritos por Székely (2009):

- ❖ El primero, es la consolidación de la democracia y la construcción de ciudadanía, ya que al integrarse al bachillerato los estudiantes están en las primeras etapas de su adolescencia, pero al egresar, aproximadamente a los 18 años, ya son ciudadanos, es decir, cuentan para entonces con derechos y obligaciones.
- ❖ El segundo, es la estabilidad y el progreso social, ya que los jóvenes en edad de cursar el bachillerato y que cuentan con la oportunidad de estar en el sistema educativo, son menos propensos a la violencia, a las adicciones y a otros riesgos que quienes están fuera de él.
- ❖ El tercero tiene que ver con el desarrollo y la prosperidad, debido a que es en el bachillerato donde los jóvenes comienzan a perfilar su trayectoria profesional, y en la medida que la educación sea pertinente y de calidad, se contará con los recursos humanos necesarios para mejorar los niveles de productividad y competitividad de México.

Los párrafos anteriores remarcan brevemente la importancia que representa la EMS en México, no sólo por su carácter propedéutico sino también por su carácter formativo integral. Y por ello, es natural que la preocupación de la sociedad mexicana por este nivel educativo se haya reflejado en la promulgación en 2012 de la obligatoriedad de este nivel educativo por parte del Estado Mexicano (Diario Oficial, 2012).

La aprobación de la obligatoriedad de la EMS impuso la necesidad de acelerar su ritmo de crecimiento, dado que para 2022 se debe asegurar el acceso universal a todos los jóvenes en edad de cursar este nivel educativo (Márquez, 2014).

Sumado a esto, en la actual reforma educativa se han planteado tres objetivos que están dirigidos hacia el mejoramiento de la educación básica y la EMS: el primero es responder al reclamo social de mejorar la calidad de la educación; el segundo es reducir la desigualdad en el acceso a la educación; y, el tercero consiste en involucrar a los padres de familia y a la sociedad mexicana en su conjunto en la transformación de la educación (SEP, 2015).

Como se ha podido observar, la preocupación de la sociedad mexicana con respecto a la EMS ha resaltado en los últimos años el reconocimiento de su papel determinante para la sociedad y, a su vez, ha impulsado el desarrollo de la EMS en México.

2.1.2 Algunas instituciones de EMS en México

De entre la gran diversidad de instituciones educativas se debe mencionar que la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN), son dos de las instituciones representativas de educación superior pública de México; ambas cuentan con planteles de EMS (Alvarado, 2014).

En este trabajo de tesis se da énfasis a la UNAM, institución que ofrece una opción para la EMS denominada bachillerato universitario, la cual se da a través de tres subsistemas conocidos como la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y el Bachillerato a Distancia B@UNAM (bachillerato dirigido a personas hispanoparlantes que radican en el extranjero y a instituciones educativas en territorio mexicano) (B@UNAM, 2017). La ENP y el CCH tienen una duración de tres años y el B@UNAM de dos años y medio, aproximadamente; el ciclo escolar en la ENP se maneja de forma anual; los del CCH y el B@UNAM de manera semestral.

A pesar de pertenecer a la UNAM, existe una notable diferencia en la intensidad de contenidos en los programas de estudio de las asignaturas que se imparten y, en general, en la metodología empleada por los profesores, con respecto a la enseñanza de la Química en la ENP, en el CCH (Chamizo y Garritz, 1988) y en el B@UNAM. Es importante señalar que el presente trabajo centra la atención en la opción de bachillerato universitario representado por el CCH.

2.1.3 La importancia de las ciencias experimentales en la EMS

La ciencia es parte integral de la cultura humana, es producto de ésta y al mismo tiempo contribuye a crearla y ampliarla; por tanto, cualquier ciudadano, sea o no científico, necesita una cierta comprensión de la ciencia, de sus posibilidades y

límites. Esto incluye no sólo los conocimientos de la ciencia, sino sus procedimientos y sus limitaciones, así como la estimación de sus implicaciones prácticas y sociales (CCH, 2006).

Por ello, las ciencias experimentales son una de las áreas que tienen en común una gran parte de los diversos planes y programas de EMS en el país, debido a que esta área contribuye a conseguir uno de los principales objetivos de la EMS, que es formar ciudadanos capaces de interactuar con su entorno de manera crítica, responsable e informada.

De esta manera, el objetivo de las asignaturas que pertenecen al área de ciencias experimentales, es dar herramientas a los estudiantes que les ayuden a comprender e interpretar diversos fenómenos de la naturaleza, a participar en la solución de problemas, a hacer predicciones, a desarrollar conciencia y aptitudes científicas y tecnológicas.

Además, contar con principios de una cultura científica permite adoptar una actitud responsable y reflexiva frente a sucesos en los diferentes ámbitos de la sociedad, así como participar activamente y con fundamentos en la toma de decisiones.

Para diversos autores, esto significa que la enseñanza de las ciencias tiene como fin la alfabetización científica de los estudiantes, concordando en este texto con la perspectiva expuesta por el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) sobre la misma, la cual hace referencia a que: los individuos posean conocimiento científico y sean capaces de usarlo para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y esbozar conclusiones sobre cuestiones relacionadas con la ciencia basadas en evidencia; así mismo, que comprendan los rasgos característicos de la ciencia como una forma de conocimiento y búsqueda humana; que sean conscientes de cómo la ciencia y la tecnología dan forma a nuestro entorno material, intelectual y cultural; y, que tengan disposición para involucrarse en cuestiones relacionadas con la ciencia y con ideas científicas como un ciudadano reflexivo (OCDE, 2009).

Por otra parte, dentro de las asignaturas que conforman el área de las ciencias experimentales de la EMS en México, resaltan la Física, la Biología y la Química, esta última asignatura es en la cual se enfoca el presente trabajo.

El estudio de la Química en la EMS es importante debido a que ayuda a los estudiantes a comprender diversos procesos y fenómenos que nos rodean en la vida cotidiana, como por ejemplo los que están relacionados con la salud, el ambiente, la cocina, etc.; y, es fundamental en procesos de industrias tales como la farmacéutica, la metalúrgica, la alimentaria, la cosmética, etc.

2.1.4 El Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)

El 26 de enero de 1971 se creó el Colegio de Ciencias y Humanidades, “el CCH”. Por una parte fue una respuesta de la UNAM, durante el rectorado del Dr. Pablo González Casanova, para atender una creciente demanda de ingreso a nivel medio superior en la zona metropolitana. Al mismo tiempo, las autoridades universitarias lo vieron como la creación de un motor permanente de innovación de la enseñanza universitaria y nacional, que debería ser complementado con esfuerzos sistemáticos que mejoraran a lo largo de todo el proceso educativo, nuestros sistemas de evaluación de lo que enseñamos y de lo que aprenden los estudiantes (Blanco, 2007).

La misión del CCH es que sus estudiantes sean sujetos, actores de su propia formación, de la cultura de su medio, capaces de obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos clásicos y tecnológicos para resolver con ello problemas nuevos. Sujetos poseedores de conocimientos sistemáticos en las principales áreas del saber, de una conciencia creciente de cómo aprender, de relaciones interdisciplinarias en el abordaje de sus estudios, de una capacitación general para aplicar sus conocimientos, formas de pensar y de proceder, en la solución de problemas prácticos. Con todo ello, tendrán las bases para cursar con éxito sus estudios superiores y ejercer una actitud permanente de formación autónoma (CCH, 2015).

Además de esa formación como bachilleres universitarios, el CCH busca que sus estudiantes se desarrollen como personas dotadas de valores y actitudes éticas fundadas; con sensibilidad e intereses en las manifestaciones artísticas, humanísticas y científicas; capaces de tomar decisiones, de ejercer liderazgo con

responsabilidad y honradez, de incorporarse al trabajo con creatividad, para que sean al mismo tiempo, ciudadanos habituados al respeto, diálogo y solidaridad en la solución de problemas sociales y ambientales (CCH, 2015).

Para poder lograr tales objetivos, el CCH tiene por principio considerar a los estudiantes como individuos capaces y responsables de su propia educación, como individuos activos dentro y fuera del salón de clase. Lo cual indica que existe un mayor énfasis en el concepto de aprendizaje que en el de enseñanza. Por ello, la metodología aplicada por el CCH fomenta la adquisición de la capacidad autoinformativa, mediante el involucramiento de los estudiantes en la realización de proyectos, trabajos de investigación, prácticas, etc.

De manera más detallada, la metodología aplicada por el CCH pretende promover el desarrollo de un alumno crítico, que aprenda a aprender, a hacer y a ser; entendiendo por ello lo siguiente (CCH, 2015):

- ❖ Aprender a aprender: El alumno será capaz de adquirir nuevos conocimientos por propia cuenta, es decir, se apropiará de una autonomía congruente a su edad.
- ❖ Aprender a hacer: El alumno desarrollará habilidades que le permitirán poner en práctica lo aprendido en el aula y en el laboratorio. Supone conocimientos, elementos de métodos diversos, enfoques de enseñanza y procedimientos de trabajo en clase.
- ❖ Aprender a ser: El alumno desarrollará, además de los conocimientos científicos e intelectuales, valores humanos, cívicos y, particularmente, éticos.

Además, se debe remarcar que esta perspectiva no es congruente con el papel de un profesor que funge como simple trasmisor de conocimiento. Para el CCH, el papel del docente es el de un Guía, un compañero responsable del alumno al que propone experiencias de aprendizaje, para permitirle adquirir nuevos conocimientos y tomar conciencia creciente de cómo proceder, para que por su propia cuenta y mediante la información, reflexión rigurosa y sistemática, lo logre. En este sentido, el trabajo del docente del Colegio consiste en dotar al alumno de

los instrumentos metodológicos necesarios para poseer los principios de una cultura científica-humanística (CCH, 2015).

Por otro lado, para llevar a cabo su misión, a lo largo de su trayectoria, el CCH se ha transformado y avanzado para responder a las demandas educativas, una de las maneras en las que respondió ante estas demandas fue actualizando su plan de estudios en 1996, aún cuando se debe mencionar que actualmente el CCH nuevamente se encuentra en medio de un proceso de actualización de sus planes y programas de estudios, con lo cual se espera dar respuesta a las demandas sociales y educativas contemporáneas.

En la actualidad, el CCH cuenta con cinco planteles (Azcapotzalco, Naucalpan, Oriente, Sur y Vallejo), cuatro de los cuales se ubican en la Cd. Mx y uno en el Estado de México (Naucalpan). Actualmente imparten clases en los turnos matutino y vespertino.

Es importante señalar que el CCH atiende a una población estudiantil de más de 56 mil alumnos, con una planta docente superior a 3 mil profesores (CCH, 2016).

2.1.5 Planes y programas de estudio del CCH

El plan de estudios vigente del CCH se cursa en seis semestres, estructurados de la siguiente manera:

En los cuatro primeros semestres se cursan seis asignaturas obligatorias en cada uno de ellos. En el quinto y sexto semestres se cursan siete asignaturas en cada uno de ellos, las cuales pueden elegirse de acuerdo con los intereses profesionales de los estudiantes.

Se debe mencionar que el programa de estudios vigente del CCH se agrupa en cuatro áreas del conocimiento: matemáticas, ciencias experimentales, histórico-social y talleres de lenguaje y comunicación. Estas áreas se abordan mediante diferentes asignaturas obligatorias en los primeros cuatro semestres, los cuales tienen un carácter formativo básico para los estudiantes.

En el quinto y sexto semestre se da la opción a los estudiantes de elegir asignaturas optativas de entre las cuatro áreas disponibles según sus intereses; este bloque tiene un carácter propedéutico que prepara a los estudiantes para el ingreso a estudios superiores.

2.1.6 El tema de ácidos y bases en los planes y programas de estudio del CCH

La Química ácido-base se aborda fundamentalmente en las asignaturas de Química, las cuales se cursan en primer semestre (Química I), segundo semestre (Química II), quinto semestre (Química III) y sexto semestre (Química IV) (CCH, 1996).

El tema de ácidos y bases se aborda por primera vez en la segunda unidad (Oxígeno, componente activo del aire) de Química I, estudiándose las reacciones químicas mediante las que se obtienen los óxidos, los hidróxidos, los ácidos y las sales.

Es hasta la primera unidad (Suelo, fuente de nutrimentos para las plantas) de Química II, donde se aborda de manera más amplia. En esta asignatura se diferencian mediante sus propiedades a los ácidos y las bases, se reconoce el pH como una medida para determinar el carácter ácido, básico o neutro de una sustancia, y se estudia el modelo de ácidos y bases de Arrhenius.

Este tema se estudia con mayor profundidad en la tercera unidad (Fertilizantes: productos químicos estratégicos) de Química III, abordándose los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y de Brønsted-Lowry, así como los conceptos de fuerza de ácidos y bases descritos en cada uno de los modelos. Se analizan ambos modelos para describir el proceso de neutralización, y se plantea que mediante el modelo de Brønsted-Lowry, se estudie la reversibilidad y el equilibrio de las reacciones ácido-base para obtención de fertilizantes. En esta unidad se propone abordar los conceptos relacionados con el tema de ácidos y bases dando una visión del impacto de la química en los ámbitos económico, político, social y ambiental.

Como se puede observar, la manera en la que se aborda la temática ácido-base en el programa de estudios, pretende que a medida que se avanza en las asignaturas de Química se profundice cada vez más en el tema, asemejándose a un proceso de aprendizaje en espiral.

Particularmente, Química III es la asignatura en la cual se centra la atención de la propuesta de esta tesis, ya que en esta asignatura se introduce el concepto de fuerza de ácidos y bases.

En Química IV se abordan tópicos relacionados con la Química ácido-base, fundamentalmente en la primera unidad (Las industrias del petróleo y de la petroquímica), tocando temáticas relacionadas con ácidos orgánicos como ácidos carboxílicos, reacciones de compuestos orgánicos con ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, etc.

En cuanto al concepto de concentración, se aborda desde la primera unidad (Agua, compuesto indispensable) de Química I, estudiándose el concepto en disoluciones, así como diferentes formas de expresarla: % en masa y % en volumen; además se promueve la resolución de problemas y el análisis de situaciones relacionadas con cálculos en diferentes disoluciones.

Algunos profesores también la enseñan expresándola como molaridad y normalidad. Cabe resaltar que el concepto concentración es comúnmente mencionado y trabajado en clase durante las cuatro asignaturas de Química, puesto que se relaciona con temáticas como estequiometría, ácido-base, equilibrio químico, etc., y es ampliamente mencionado en la realización de prácticas experimentales.

2.2 Marco didáctico

A grandes rasgos, en este apartado se menciona la postura a partir de la que se elaboró la presente propuesta, la cual corresponde de manera particular al constructivismo sociocultural; con base en esta perspectiva sobre la enseñanza-aprendizaje, se describe el papel que desempeña el docente y el estudiante en dicho proceso y se hace énfasis en la concepción del aprendizaje.

Se describen algunas estrategias compatibles con la postura del constructivismo y que son generalmente utilizadas en el aula de clase como, por ejemplo, lluvia de ideas, interrogatorio, trabajo colaborativo, etc.

También se introduce y se desarrolla la concepción de Trabajo Práctico desde la perspectiva de Millar y se resalta su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

2.2.1 Constructivismo

El constructivismo es una postura sobre la enseñanza-aprendizaje que guía las prácticas instruccionales de muchos docentes (Uzuntiryaki *et al.*, 2010; Díaz-Barriga y Hernández, 1999; Porlán *et al.*, 1995).

Según Serrano (2011), dentro del constructivismo el conocimiento se concibe como un proceso de construcción genuina del sujeto y no un despliegue de conocimientos innatos, ni una copia de conocimientos existentes en el mundo externo. De manera tal que, el conocimiento deriva de un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada y reinterpretada por la mente; proceso en el cual la mente del individuo va construyendo progresivamente modelos explicativos, cada vez más complejos y potentes para explicar los fenómenos que le rodean.

A partir de la concepción constructivista se derivan diferentes enfoques en la educación, de los cuales resalta el constructivismo psicogenético de Piaget y el constructivismo sociocultural de Vygotsky; este último es en el cual el presente texto se centra.

Para Lev S. Vygotsky, la educación debe promover el desarrollo sociocultural y el cognoscitivo del alumno (Guzmán *et al.*, 1994), para él lo que determina el desarrollo del ser humano se relaciona con la actividad colectiva y la comunicación, la cultura (signos), la apropiación de la cultura (enseñanza y educación), la actividad individual y el desarrollo psíquico del individuo. De esta manera, Vigotsky considera a la educación formal (la educación recibida en la escuela), como fuente de crecimiento del ser humano, si en ella se introducen contenidos contextualizados, con sentido y orientados no al nivel actual de desarrollo del individuo, sino a la zona de desarrollo próximo (Chaves, 2001).

Bodrova y Leong (2004; 35, 36, 38) describen que la zona de desarrollo próximo es una forma de concebir la relación entre el aprendizaje y el desarrollo, donde se toma al desarrollo no como un punto en una escala sino como un “continuum” de conductas o grados de maduración; de manera que el desarrollo ocurre en dos niveles que limitan la zona: el nivel bajo que corresponde al desempeño independiente (lo que sabe y puede hacer solo el individuo) y el nivel superior que se denomina nivel de desempeño asistido (lo máximo que el individuo puede lograr con ayuda). Además, mencionan que la zona de desarrollo próximo no es la misma para todos los individuos, y no es estática, pues cambia conforme el individuo alcanza niveles superiores de pensamiento y conocimiento.

Otro punto de interés radica en que dentro del constructivismo sociocultural es de suma importancia el factor social, el cual juega un papel determinante en la construcción del conocimiento, ya que concibe que una persona construye significados actuando en un entorno estructurado e interactuando con otras personas de forma intencional (Serrano y Pons, 2011).

2.2.1 El papel del alumno y del docente

A diferencia de la concepción tradicional del alumno como un ente pasivo, poco creativo y poseedor de una mente en blanco, lista para ser llenada por los conocimientos que le transmitirá el profesor, en el constructivismo sociocultural el estudiante se concibe como un sujeto activo y responsable en el proceso de

enseñanza-aprendizaje, capaz de interactuar dentro de su contexto social de aprendizaje, donde puede cuestionar, participar, compartir, evaluar ideas, e ir construyendo poco a poco su conocimiento (Carvajal y Gómez, 2002; Traver *et al.*, 2005).

Desde este enfoque, la enseñanza está centrada en el alumno; se toma en cuenta que los estudiantes ingresan a clases con ideas pre-existentes y estas ideas interactúan con su aprendizaje presente, de forma que, se le da importancia al conocimiento previo (no necesariamente corresponde a concepciones alternativas) para la construcción de nuevo conocimiento, ya que éste ayuda a los estudiantes a encarar sus concepciones y modificarlas, si es que no son adecuadas para explicar algún fenómeno nuevo (Uzuntiryaki *et al.*, 2010).

De esta manera, se puede decir que la actividad constructiva del alumno es un elemento mediador entre la enseñanza del profesor y los aprendizajes que lleva a cabo (Serrano y Pons, 2011), razón por la cual el papel del estudiante como un sujeto activo es uno de los ejes principales dentro del constructivismo sociocultural.

Por otra parte, desde este enfoque la función del docente no puede reducirse a la de simple transmisor de la información, ni a la de facilitador del aprendizaje, en el sentido de concretarse tan sólo a arreglar un ambiente educativo enriquecido, esperando que los alumnos por si solos manifiesten una actividad autoestructurante o constructiva. Si no que dentro de este enfoque constructivista, “el docente se constituye en un organizador y mediador en el encuentro del alumno con el conocimiento” (Díaz-Barriga y Hernández, 1999; 3).

Esto es relevante pues hace evidente que los estudiantes requieren una ayuda sistemática y planificada, a fin de facilitarles el acceso a un conjunto de saberes y formas culturales que se consideran esenciales para integrarse en la sociedad en la que se encuentran inmersos, de una manera activa, constructiva y crítica (Serrano y Pons, 2011).

De esta manera, el docente desarrolla su labor como un guía que debe motivar al estudiante para que logre el aprendizaje, funge como un organizador de ideas que lo orienta, que lo asesora en la discriminación de información, que considera a sus

alumnos como sujetos activos y responsables en el proceso de enseñanza-aprendizaje, quien cuestiona para promover el conocimiento, que trata de relacionar la nueva información con la que los alumnos ya poseen, que asigna importancia al contexto social del aprendizaje, etc. (Alvarado, 2014; Carvajal y Gómez, 2002).

Además, los docentes que implementan el constructivismo en sus prácticas permiten a los estudiantes aplicar su nuevo conocimiento a través de exámenes, presentaciones, discusiones, o actividades donde los estudiantes integran el conocimiento con nuevas situaciones (Uzuntiryaki *et al.*, 2010).

2.2.3 El aprendizaje

Desde la perspectiva del constructivismo sociocultural, se considera que el aprendizaje involucra la transformación del sujeto, una modificación de sus esquemas cognitivos y conductuales, por lo que el aprendizaje implica un proceso de cambio, reflexión y descubrimiento (Alvarado, 2014; Carvajal y Gómez, 2002; Pozo, 1997; Amat, 2000, 85; Díaz-Barriga y Hernández, 2002, 35). Esto quiere decir que los estudiantes sólo pueden aprender los contenidos escolares, en la medida en que despliegan ante ellos su actividad mental constructiva generadora de significados, lo que conlleva a que el aprendizaje sea siempre un proceso de construcción o reconstrucción (Serrano y Pons, 2011).

Se debe tomar en cuenta que los estudiantes poseen, con anterioridad a toda enseñanza sistemática, un cierto número de ideas sobre un concepto, fenómeno, objeto, etc., a las cuales se les denomina representaciones, éstas son relevantes pues el aprendizaje de una noción científica depende de dichas representaciones, ya que a través de ellas el individuo interpreta la información que le llega del medio. Además, las representaciones de los alumnos no evolucionan por simple maduración, pareciendo cada vez más evidente que es necesario un contexto didáctico que facilite su modificación (Giordan, 1989).

En este sentido, Pozo (2003) describe que adquirir conocimiento no es eliminar representaciones u objetos de conocimiento por otros, sino supone reconstruir y

multiplicar las representaciones que se poseen sobre un objeto, ser consciente y conocer explícitamente estas múltiples representaciones, pudiendo diferenciar de esta manera los diferentes contextos en las que son adecuadas.

Desde este modelo explicativo “los procesos de aprendizaje explícito tienen una función constructiva, ya que producen nuevas formas de aprendizaje por reestructuración que no sería posible sin la explicitación de aprendizajes anteriores” (Pozo, 2003, p. 36), de forma tal que, para construir una nueva representación es necesario exteriorizarla y relacionarla de forma consciente con otras representaciones, lo cual permite generar nuevas estructuras que le confieren un nuevo significado a la representación.

Esto expresa que, para adquirir los conocimientos científicos que se generan por la cultura es necesario reconstruir diversas representaciones, para lo cual es crucial recibir una instrucción que demande hacer explícitas las representaciones que posee un individuo, y trabajar sobre ellas, lo que posibilita la modificación, multiplicación e integración de éstas; generando así nuevas representaciones y sistemas de relaciones entre ellas.

A partir esta postura para que el aprendizaje se lleve a cabo es preponderante tomar en cuenta que los estudiantes no son recipientes vacíos, pues cuando llegan a las aulas de clase ya poseen conocimientos sobre diversos fenómenos, los cuales emergen a partir de su interacción individual con objetos o fenómenos, por la influencia de la publicidad o de interacciones sociales, al asociar palabras o imágenes con los nuevos significados, etc. Por lo que es importante tomar en cuenta dichos conocimientos, pues pueden facilitar u obstaculizar el aprendizaje del estudiante, debido a que “todo saber se construye a partir de conocimientos anteriores, sean éstos estructurados o no (Soussan, 2003)”.

Generalmente el aprendizaje escolar tiende a fomentar en los estudiantes la repetición o reproducción con exactitud de las ideas expuestas en el aula; pero la idea básica del enfoque constructivista es que aprender y enseñar, lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican transformar la mente de quien aprende, que debe reconstruir a nivel personal los

productos y procesos culturales con de fin de apropiarse de ellos. De manera que, no puede concebirse ya el aprendizaje como una actividad sólo reproductiva o acumulativa (Pozo, 1997).

De esta forma, “el aprendizaje ocurre cuando la persona involucrada puede enlazar ideas que impliquen una construcción de significados personales” (Garritz, 2006). A este aprendizaje se le conoce como aprendizaje significativo, el cual describió el psicólogo y pedagogo David Ausubel, como el aprendizaje que “surge cuando el aprendiz como constructor de su propio conocimiento, relaciona los conceptos a aprender y les da un sentido a partir de la estructura conceptual que ya posee” (Román y Díez, 1999, p. 134). De manera que, “durante el aprendizaje significativo, el alumno relaciona de manera no arbitraria y sustancial la nueva información con los conocimientos y experiencias previas y familiares que ya posee en su estructura de conocimientos” (Díaz-Barriga y Hernández, 2002, p. 41).

2.2.4 Estrategias de enseñanza

La docencia es una actividad compleja por lo que “el conocimiento de la materia por parte del profesor es una condición necesaria pero no suficiente” (Amat, 2000, p. 60), lo cual resalta la relevancia de las aptitudes didácticas de los profesores; y como parte de estas aptitudes, en su labor emplear diversas estrategias de enseñanza.

En general, se concibe que “una estrategia es un plan de acción para lograr un objetivo” (Elosúa, 1993), consiste en “procedimientos utilizados por el docente para promover aprendizajes significativos, que implican actividades conscientes y orientadas a un fin” (Parra, 2003, p. 8), lo que indica que son herramientas que utiliza el profesor para facilitar a los estudiantes la construcción del conocimiento.

Las estrategias por las que opta utilizar el profesor dependen de varios factores como su concepción sobre el aprendizaje, los objetivos de la clase, el número de alumnos, el tiempo disponible dentro del aula, las influencias institucionales, etc.

Por lo que, es esencial para los docentes activos tener un extenso repertorio de estrategias de enseñanza (Eggen y Kauchak, 2001, p. 21).

A continuación se mencionan de manera resumida algunas estrategias que son compatibles con la postura del constructivismo sociocultural, y que fueron retomadas para el diseño de los diversos trabajos prácticos elaborados para la Guía Didáctica en cuestión.

Algunas estrategias son:

❖ **Lluvia o tormenta de ideas.** Consiste en reunir a un grupo de personas para que propongan ideas que permitan solucionar o analizar un determinado problema (Amat, 2000, p. 102), es comúnmente utilizada para recopilar información de manera aleatoria sobre los conocimientos de los estudiantes; como, por ejemplo, acerca de lo que saben antes del comienzo de una clase y se retoma esa información como punto de partida.

❖ **Interrogatorio.** Hace referencia a la serie de preguntas que se realizan a los alumnos con un objetivo específico, el cual según Wals (2007, p. 44) puede utilizarse para motivar a la clase; sondear el conocimiento adquirido del cual hay que partir; verificar el aprendizaje; promover que en conjunto con el profesor, se busque la aplicación del conocimiento en la vida cotidiana; motivarlos para que elaboren trabajos tanto individualmente como grupales; así como fomentar que los alumnos elaboren síntesis de lo aprendido.

La realización de preguntas puede “estimular a los estudiantes a procesar y reflexionar sobre el contenido, reconocer las relaciones y las implicaciones de sus ideas clave, pensar críticamente sobre él, y utilizarlo en la resolución de problemas, toma de decisiones, o en otras aplicaciones de orden superior” (Brophy, 2001). Si lo que se pretende es que los estudiantes desarrollen habilidades más complejas, realizar preguntas es una buena opción; ya que, al utilizar preguntas no se limita al estudiante a realizar una recitación del tema, se le estimula para que reflexione, critique, reconozca la importancia y proponga posibles soluciones en torno a un tópico en particular.

De esta manera, las preguntas realizadas por el profesor son una herramienta poderosa que puede ser usada para promover la formación por parte del alumno de conclusiones específicas defendibles, preguntas como: ¿Por qué?, ¿Cómo lo sabes?, ¿En qué basas eso?, ¿Qué te hizo decir eso?, ¿Qué pasaría si ...?, etc.; requieren que el alumno dé evidencias para formular conclusiones (Eggen y Kauchak, 2001, p. 78).

Con base en lo anterior, es importante remarcar que el docente debe elaborar a sus alumnos preguntas que estimulen la participación dentro y fuera del aula, la reflexión y que finalmente faciliten el conocimiento en el educando (Wals, 2007, 44).

- ❖ **Trabajo colaborativo.** Eggen y Kauchak (2001, p. 373) lo describen como un grupo de estrategias de enseñanza que tiene por finalidad comprometer a los alumnos a trabajar en colaboración para alcanzar metas comunes, es un esfuerzo para aumentar la participación de los alumnos, proporcionarles liderazgo y experiencia en la toma de decisiones en grupo.

Trabajar en colaboración requiere que los estudiantes sean activos, conscientes y que se responsabilicen por su propio aprendizaje; y, a su vez, fomenta que los alumnos aprendan a explicar, comprometerse, negociar y motivar cuando participan como miembros de un grupo (Eggen y Kauchak, 2001, p. 378).

Promueve beneficios afectivos y sociales, tales como el aumento de interés de los alumnos, la valoración de la asignatura, el aumento en actitudes positivas y las interacciones sociales entre los estudiantes que difieren en el género, la raza, la etnia u otras características (Brophy, 2001). También, fomenta “la adquisición de valores y habilidades sociales (ayuda mutua, tolerancia, disposición al diálogo, empatía), el control de los impulsos, la relativización y el intercambio de puntos de vista” (Díaz-Barriga y Hernández, 2002, p. 108).

Esta estrategia es funcional debido a que los alumnos son recompensados por trabajar juntos (Eggen y Kauchak, 2001, p. 379); a la vez que, ofrece la oportunidad que los estudiantes con menores habilidades aprendan de sus

pares más avanzados y la comprensión de éstos se incrementa cuando tratan de explicar sus ideas a sus compañeros de equipo (Eggen y Kauchak, 2001, p. 380).

Además, se debe mencionar que en esta forma de trabajo es importante que exista por parte del estudiante una responsabilidad con el grupo, al mismo tiempo que una individual; donde la “responsabilidad individual asegura que cada miembro del equipo aprenda el contenido” (Eggen y Kauchak, 2001, p. 377), lo que es de suma importancia para la efectividad de dicha estrategia.

- ❖ **Trabajo individual.** En él las tareas asignadas son resueltas por los alumnos de forma aislada (Amat, 2000, p. 85), poniendo a prueba sus conocimientos y habilidades personales.
- ❖ **Trabajo mixto.** Se caracteriza por manejar de manera simultánea el trabajo individual con el trabajo colectivo (Amat, 2000, p. 85), posee la ventaja de fomentar la responsabilidad del estudiante tanto a nivel de grupo como a nivel individual.
- ❖ **Exposición o clase interactiva.** Consiste en la exposición oral sobre una temática de estudio por parte del docente; se caracteriza por estimular la participación del alumno y no sólo se enfoca al monólogo del profesor (Wals, 2007, p. 42). Durante una clase interactiva, el docente puede juzgar la comprensión del alumno informalmente, mediante preguntas (Eggen y Kauchak, 2001, p. 293), a diferencia de lo que sucede en una clase donde la comunicación dentro de la exposición tiene solo un sentido (de profesor a alumno), impidiendo que el profesor monitoree la comprensión del alumno.
- ❖ **Discusión de ideas.** Hace referencia a la acción de analizar entre varias personas una temática, exponiendo y defendiendo cada uno su postura, bajo la dirección constante del profesor (Wals, 2007, p. 46). Esta modalidad se puede iniciar, por ejemplo, con base en trabajos expuestos por los estudiantes, a partir de los cuales se inician las discusiones confrontando

ideas y/o resoluciones de problemas, con la finalidad de llegar a conclusiones grupales, complementar las ideas y/o aclarar las dudas (Wals, 2007, p. 41).

A través del proceso de discusión que se lleva a cabo en un grupo, se “fomenta el desarrollo de estrategias cognitivas que pueden ser de más calidad que el razonamiento individual, propio de una situación de aprendizaje más individualista” (Elosúa, 1993).

Esta estrategia alienta la participación activa de los alumnos y requiere que éstos construyan sobre sus esquemas existentes y que integren el viejo conocimiento al nuevo (Eggen y Kauchak, 2001, p. 293).

Mediante preguntas, los docentes no sólo impulsan la participación de los alumnos, sino que también monitorean el progreso del aprendizaje, dándoles la oportunidad de adaptar sus representaciones si fuera necesario (Eggen y Kauchak, 2001, p. 293).

- ❖ **Predecir, observar y explicar (POE).** Es una “estrategia de enseñanza que permite conocer qué tanto comprenden los alumnos sobre un tema al ponerlos ante tres tareas específicas: primero, el alumno debe predecir los resultados de algún experimento que se le presenta o que él mismo realiza, a la vez que debe justificar su predicción; después, debe observar lo que sucede y registrar sus observaciones detalladamente, y, finalmente, debe explicar el fenómeno observado y reconciliar cualquier conflicto entre su predicción y sus observaciones” (Hernández y López, 2011).

Se debe mencionar que es común utilizar el POE en actividades de tipo experimental, pero puede utilizarse en actividades diferentes tales como el análisis de una simulación, un modelo, un video, etc.; de hecho, gracias a su flexibilidad “puede adaptarse a eventos que no se observan directamente, lo que permite su uso en historia, literatura o matemáticas” (Chamizo, 1997).

Esta estrategia promueve el desarrollo de la autoexpresión y las habilidades de comunicación, y se puede utilizar en la enseñanza de conceptos (Özdemir *et al.*, 2011). Se utiliza de manera individual o colaborativa, y puede ayudar a los estudiantes a explorar y justificar sus propias ideas individuales,

especialmente en la etapa relacionada con la predicción y el razonamiento (Kearney y Treagust, 2000).

Las estrategias presentadas anteriormente son algunos ejemplos de las que en general son ampliamente utilizadas en el salón de clase, además, es común encontrarse con actividades o trabajos prácticos donde se utilizan una o varias de ellas en distintos momentos; cada una con una finalidad específica que contribuye al logro de los objetivos de la actividad en cuestión.

Es importante mencionar que las estrategias de enseñanza se deben emplear como procedimientos flexibles y adaptativos a las distintas circunstancias de enseñanza (Parra, 2003, p. 9).

2.2.5 Trabajos Prácticos

Para desempeñar parte de su labor docente, los profesores frecuentemente se apoyan en actividades, las cuales poseen objetivos específicos, necesitan para su implementación diversos recursos, requieren diferentes tiempos de aplicación, etc. Estas actividades tienen como finalidad facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje y su naturaleza depende de diversos factores como el tema bajo estudio, el objetivo perseguido, los recursos disponibles, la creatividad del profesor, la disponibilidad de tiempo, las creencias del profesor respecto a la enseñanza y el aprendizaje, etc.

En la enseñanza de las ciencias las actividades que se realizan generalmente consisten en experimentos, debido a que se busca que los estudiantes tengan contacto directo con fenómenos y objetos, pretendiéndose que los observen, los manipulen, realicen predicciones, etc. Sin embargo, en esta tesis se considera que no es estrictamente necesario utilizar siempre actividades experimentales para desarrollar diversos conocimientos, actitudes y habilidades en los alumnos, pues existe una gran variedad de actividades o mejor dicho de “Trabajos Prácticos (TP)” que se pueden implementar en clase.

Los TP se conciben como cualquier actividad de enseñanza-aprendizaje que involucre a los estudiantes en la observación o manipulación de objetos y materiales (o representaciones de éstos) que se estén estudiando (Millar, 2004; Millar *et al.*, 1999, p. 36).

De manera que, un TP involucra tanto actividad conceptual como manual y puede llevarse a cabo en el laboratorio, en el salón de clase, o bien, fuera de ellos. Incluye actividades de enseñanza (como demostraciones del profesor) y de aprendizaje (en las cuales los alumnos trabajan con objetos o materiales reales o sus representaciones, tales como simulaciones de computadora, grabaciones de video de sucesos que pueden ser demasiado peligrosos, difíciles o costosos para trabajarlos “en vivo”, imágenes, artículos, etc.) (Alvarado, 2012).

De esta manera, los TP ofrecen la oportunidad de implementar, con los estudiantes, actividades sin necesidad de contar estrictamente con recursos o instalaciones especializados, con reactivos caros o peligrosos; pudiéndose, por ejemplo, aprovechar diversas opciones disponibles de las TICs.

También, se debe mencionar que un papel importante del TP es ayudar a los estudiantes a desarrollar vínculos entre observaciones e ideas, lo que es relevante, pues la ciencia implica una interacción entre las ideas y la observación (Abrahams y Millar, 2008). Y cuando la enseñanza de los conceptos está implicada, la transmisión simplemente no funciona. El alumno debe desempeñar un papel activo en "asumir" los nuevos conocimientos. Tiene que "dar sentido" a sus experiencias y el discurso de la clase de ciencia utilizarlo para "construir significados" (Millar, 2004). Esta concepción sobre TP manifiesta claramente una postura constructivista, en la cual se pretende que el alumno sea un miembro activo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es importante señalar que, con la implementación de los TP se pretende fomentar la comprensión del tema abordado, por lo cual tienen una función más allá de solo motivar al estudiante; lo que pone de manifiesto la importancia de revisar y reflexionar en conjunto con los alumnos, las ideas desarrolladas a través del TP, para que de esta manera se pueda apoyar su comprensión del tema.

Para el desarrollo de los TP se hace uso de diversas estrategias para alcanzar los objetivos planteados; Millar (2004) describe que las estrategias tienen un objetivo común el cual consiste en hacer que los estudiantes piensen y actúen. Para ello, se puede utilizar alguna estrategia para estimular el pensamiento de los alumnos de antemano, una estrategia explícita que promueva que los estudiantes piensen en las ideas explicativas involucradas, de modo que no se enfoquen solamente en lo observable; de esta manera, la tarea práctica podría ser responder a una pregunta que el alumno ya está pensando, utilizar una estructura de predicción-observación-explicación (POE), etc.

Es relevante señalar que, para diseñar y/o implementar un TP es importante tratar de “crear ambientes de aprendizaje, que provoquen la actividad mental y física de las alumnas y los alumnos, el diálogo, la reflexión, la crítica, la cooperación y participación, la toma de consciencia y la autorregulación; ambientes que contribuyan a clarificar, elaborar, reorganizar y reconceptualizar significados que permitan interpretar el mundo” (Chaves, 2001).

Además, como indica Jiménez (2002), se debe considerar que los fenómenos cotidianos no deben servir sólo para introducir o motivar, sino para plantear situaciones problemáticas de las que surja la teoría para aplicar ésta a la vida diaria, de forma que los aprendizajes escolares sirvan de enlace entre lo científico y los problemas sociales.

2.3 Marco disciplinar

En este apartado se menciona de manera general la importancia del tema de ácidos y bases en la EMS y, en especial, de la fuerza y concentración de los mismos, la cual se ha ido describiendo en apartados anteriores.

Se señalan algunas de las dificultades asociadas al estudio de la temática que se pueden manifestar en el aula de clase, resaltándose entre éstas las concepciones alternativas.

Se muestra de manera resumida la descripción del concepto de modelo, y de los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y Brønsted-Lowry, particularmente con respecto a los conceptos de fuerza.

Además, se describe la manera en que se aborda la temática ácido-base en nivel medio (secundaria) y la importancia que tiene tomar en cuenta esta primera aproximación para poder planificar la enseñanza del tema en el bachillerato.

2.3.1 Importancia del tema de ácidos y bases en la EMS

El tema de ácidos y bases posee un lugar importante en diversos planes y programas de la EMS en México, como en el caso del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), el Colegio de Bachilleres (CB), etc.

Esto es debido a que los fenómenos relacionados con la acidez y la basicidad son recurrentes en diversos ámbitos, ya sea en la vida cotidiana, la industria, el ambiente, la salud, etc. Por ejemplo, para Hein y Arena (2010, 374) el tema es importante ya que los ácidos son indispensables en la fabricación de detergentes, plásticos y acumuladores para automóviles; se utilizan para preparar diversos platillos y bebidas, así como para liberar burbujas de CO_2 durante el horneado del pan; también debido a que las bacterias de la boca generan ácidos que pueden dañar el esmalte dental y producir caries, etc. Estos autores resaltan el hecho de que las propiedades ácido-base de las sustancias se encuentran en todas las áreas de nuestra vida.

Tomando en cuenta que la EMS tiene por finalidad fomentar en los estudiantes una cultura científica general (alfabetización científica), es relevante la enseñanza de dicha temática para que los alumnos con base en sus conocimientos puedan tomar decisiones de manera informada con respecto principalmente al cuidado de su salud y su ambiente. Además, el estudio del tema pretende promover la comprensión y aplicación de conocimientos básicos relacionados, que serán de utilidad para los estudiantes que van a ingresar a carreras principalmente de Área II como Química, Medicina, Odontología, Veterinaria y Zootecnia, etc.

A pesar de que el tópico de ácidos y bases abarca diversos conceptos y varios modelos explicativos, por cuestiones principalmente de disponibilidad de tiempo se limitó el alcance del presente trabajo a los conceptos de fuerza y concentración. Dichos conceptos fueron identificados entre otros por Alvarado (2012) como conceptos centrales (expresados por profesores mexicanos para impartir el tema de acidez y basicidad en el aula de nivel medio superior), los cuales se caracterizan por ser los más relevantes que forman parte del conocimiento disciplinario en los que el profesor generalmente divide el tema para su enseñanza (Alvarado *et al.*, 2013; Alvarado y Garritz, 2009).

A continuación para profundizar en el tema se desarrollan brevemente diversas temáticas relacionadas, como concepciones alternativas, concepto de modelo, modelos ácido base estudiados generalmente en la EMS (modelo de Arrhenius y de Brønsted-Lowry), etc.

2.3.2 Algunas dificultades que se pueden manifestar en el proceso de enseñanza - aprendizaje

En la literatura se pueden encontrar diversas dificultades relacionadas con la enseñanza-aprendizaje de la Química, como lo son la imagen distorsionada de la ciencia, problemas asociados al lenguaje, una actitud poco favorable para su aprendizaje, la dificultad al trasladarse entre los diferentes niveles de aproximación, la visión ahistórica de la ciencia, etc.

Pero en esta parte se hace hincapié en las concepciones alternativas, las cuales se encuentran en la categoría de dificultades de tipo conceptual.

Las concepciones alternativas, según Balocchi y colaboradores (2005), se refieren a las explicaciones construidas por los estudiantes basadas en la experiencia propia, para hacer inteligibles objetos y fenómenos naturales. Su nombre deriva precisamente de que son concepciones alternas que difieren a las concepciones aceptadas en el ámbito científico.

Wandersee y colaboradores (1994) describen que estas tienen su origen en un conjunto diverso de experiencias personales, incluyendo la observación directa y la percepción, la cultura, el lenguaje, así como las explicaciones de los profesores y los materiales didácticos. Y a su vez, resaltan que las concepciones alternativas son contextualmente válidas y racionales para el alumno y en ocasiones pueden hasta generar incluso otras concepciones.

Algunas de las concepciones relacionadas con el tema de fuerza y concentración de ácidos y bases, recopiladas de diversas fuentes, se presentan organizadas a manera de resumen en la Tabla 2.1 que se muestra a continuación.

Tabla 2.1. Concepciones alternativas con respecto a fuerza y concentración de ácidos y bases.

Concepción alternativa	Nivel académico en el que fueron detectadas *	Referencia
La fuerza es más importante que la concentración de un ácido o una base.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
La fuerza de un ácido o de una base determina la acidez del medio.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
Los ácidos fuertes producen valores de pH bajos.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
Los ácidos débiles producen valores de pH altos.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
Los ácidos fuertes provocan el descenso brusco del pH del tapón sobre el que se	U	Jiménez-Liso y De Manuel,

añade.		2002a.
Las bases fuertes provocan el aumento brusco del pH del tapón sobre el que se añade.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
Adicionar ácidos o bases fuertes rompe el equilibrio de una disolución reguladora.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
Los ácidos o las bases fuertes no reaccionan.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a
Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos.	S	Ross y Munby, 1991 Figuroa <i>et al.</i> , 2006
Se desplaza más gas hidrógeno de un ácido fuerte porque el ácido fuerte contiene más enlaces de hidrogeno que un ácido débil.	S	Ross y Munby, 1991
Un ácido fuerte tiene un pH más alto que un ácido débil.	S	Ross y Munby, 1991
Fuerza es sinónimo de concentración.	---	Fortman, 1994
	B	Hand, 1989
Un ácido fuerte corroe un material más rápido que un ácido débil.	B	Hand y Treagust, 1988
La fuerza de los ácidos se relaciona con daño, dolor y reactividad.	S	De Manuel et al., 1998
Los ácidos fuertes corroen el material más de prisa que los ácidos débiles.	S	Figuroa <i>et al.</i> , 2006
El limpiador de cañerías es fuerte, derrite las cosas, las daña.	S	Figuroa <i>et al.</i> , 2006
La fuerza de los ácidos causa daño, dolor y reactividad.	S	Figuroa <i>et al.</i> , 2006

Fuerza es sinónimo de concentración.	B	Alvarado-Zamorano <i>et al.</i> , 2013
La fuerza de los ácidos y las bases se relaciona con daño y dolor.	S, U	Jiménez-Liso <i>et al.</i> , 2000
Los ácidos fuertes tiene $\text{pH} \ll 7$ y las bases fuertes tiene $\text{pH} \gg 7$.	S, U	Jiménez-Liso <i>et al.</i> , 2000
El pH se relaciona únicamente con la fuerza.	S, U	Jiménez-Liso <i>et al.</i> , 2000
El pH se relaciona solo con la concentración.	S, U	Jiménez-Liso <i>et al.</i> , 2000
El pH es inversamente proporcional al daño y las bases no son perjudiciales.	S	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005
Las burbujas son un signo de una reacción química o de fuerza.	S	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005
Un ácido fuerte produce más burbujas al reaccionar con un metal que un ácido débil.	B	Artdej <i>et al.</i> , 2010
Los ácidos derriten metales, los ácidos son fuertes y las bases no son fuertes.	S	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005
A medida que el número de átomos de hidrógeno aumenta en la fórmula de un ácido, su acidez se vuelve más fuerte.	S	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005
Un ácido fuerte es siempre un ácido concentrado.	S	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005
Un ácido fuerte no se disocia en agua.	S B	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005 Artdej <i>et al.</i> , 2010
Los ácidos fuertes tienen valores bajos de pH y son perjudiciales para el organismo.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002b.
La concentración de protones y atracción de H_3O^+ influye en la fuerza de los ácidos.	B	Artdej <i>et al.</i> , 2010

* **S** – Secundaria, **B** – Bachillerato, **U** – Universidad, **Pr** – Profesores, **Pu** - Publicidad

2.3.3 Descripción de los modelos

La enseñanza y el aprendizaje de la Química constituyen un reto tanto para el profesor como para el alumno, pues “la comprensión de la Química se basa en dar sentido a lo invisible e intocable. Y gran parte de lo que es la Química sale de un nivel molecular, que no es accesible a la percepción directa” (Kaberman y Yehudit, 2009). La Química, en general, explica diversos fenómenos y procesos apoyándose en el uso de una gran variedad de modelos.

Lo anterior es de suma importancia en la enseñanza de la Química, pues en este campo de conocimiento la trascendencia de los modelos es tal que, se ha dicho que los modelos constituyen la “forma de pensamiento dominante” en la Química (Guerra *et al.*, 2008; Chamizo, 2013a).

Tomando en cuenta la importancia que representan los modelos en el ámbito de la Química, en esta propuesta se consideró de suma relevancia que los estudiantes se familiarizaran con el concepto de modelo, que reconozcan su papel esencial en el estudio del mundo que nos rodea, que entiendan sus diversas ventajas, pero que también poseen limitaciones. Se considera que la comprensión del concepto de modelo y de algunas de sus características puede ayudar en la enseñanza-aprendizaje de la Química.

En este punto es importante mencionar que en el contexto de la enseñanza-aprendizaje de la Química, en general no se hace énfasis en el significado y la relación de los modelos con los fenómenos y/o sistemas que representan o explican, lo que ha generado que éstos queden casi invisibles para algunos estudiantes, libros de texto e incluso profesores.

Esto es relevante, pues el desconocimiento del papel que juegan los modelos en la Química puede causar diversas dificultades, tales como ideas en los estudiantes acerca de que los modelos estudiados son absolutos, que representan la verdad revelada, llegan a pensar que ciertos modelos icónicos y simbólicos son “reales”, y se tiende a materializarlos, etc. Además, otra dificultad que es muy recurrente es que los estudiantes no entienden por qué se tiene que usar uno u otro modelo en el estudio de un tema particular. Lo cual, se relaciona según Demerouti y colaboradores (2005) con el hecho de que el salón de clases y en el libro de texto,

los modelos han sido presentados a los alumnos como versiones finales en lugar de representaciones tentativas.

Se debe señalar que, la palabra "modelo" ha llegado a significar diferentes cosas en la ciencia (Hacking, 1996; 245). Así, Guerra y colaboradores (2008) consideran a los modelos como constructos culturales que la ciencia ha ideado para dar sentido a los fenómenos de la naturaleza, y que son potentes ya que explican muchos hechos diferentes. Drechsler y Schmidt (2005) expresan que los modelos son parte de las teorías que los científicos desarrollan para explicar los fenómenos que se pueden observar. Para Hacking (1996; 246) los modelos son intermediarios, extraen algunos aspectos de los fenómenos reales y los conectan, por medio de estructuras matemáticas simplificadoras, a las teorías que gobiernan los fenómenos.

Y, para Chamizo (2013a), cuyo concepto de modelo se adoptó en esta tesis, un modelo es una representación, usualmente basada en analogías, que se construyen contextualizando cierta parte del mundo, con un objetivo específico. Donde las representaciones son esencialmente ideas, pero que pueden ser también objetos materiales, fenómenos o sistemas. Además, describe que una analogía se compone de las características o propiedades que sabemos que son similares en el modelo y en el mundo. De forma tal que, un modelo se construye contextualizando cierta porción del mundo, y se refiere a un tiempo históricamente definido, colocado en un marco de representación. Este autor hace énfasis en el hecho de que los modelos representan una porción de mundo, lo que remarca su naturaleza limitada.

2.3.3.1 Modelos ácido-base en la EMS

Para el estudio de la Química ácido-base en la EMS generalmente se utilizan los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y/o de Brønsted–Lowry, pues estos forman parte de los planes y programas de instituciones como la ENP, CCH, CB y escuelas incorporadas. Es relevante manifestar que en el estudio del tema de ácidos y bases existen diversas dificultades que se relacionan con el concepto de

modelo, tales como la interpretación de que lo descrito en el modelo de ácidos y bases de Arrhenius o en el de Brønsted–Lowry es la verdad revelada, ignorándose las limitaciones y las ventajas que ofrecen ambos. Por lo cual, muchos estudiantes no llegan a comprender por qué en cierto punto de los cursos se introducen modelos nuevos; como en el caso de la introducción del modelo de Brønsted–Lowry, después del estudio del modelo de Arrhenius. O que los estudiantes no comprendan las razones por las que se utiliza uno u otro de éstos dos modelos en ciertas situaciones.

Por ello, se considera relevante reflexionar con los estudiantes sobre algunas de las características (principalmente limitaciones y alcances) de los modelos utilizados en Química. Para que de esta manera, los estudiantes vean la necesidad que existe en ciertas situaciones de utilizar un modelo u otro.

Pero para que esto sea posible, es necesario que los profesores y los autores de los libros de texto proporcionen a los estudiantes descripciones claras y acordes con su nivel académico, sobre los modelos que se utilizan para explicar las propiedades de los ácidos y las bases. Y ayudar a los estudiantes a entender por qué en un momento determinado del curso se introduce el modelo de Brønsted–Lowry y cómo este modelo se diferencia del que se había usado antes, el de Arrhenius (Drechsler y Schmidt, 2005).

Tomando en cuenta lo antes mencionado, y el hecho de que en general el currículo de la EMS en México incluye el tema de ácidos y bases desde los modelos de Arrhenius y de Brønsted–Lowry, se consideró relevante describir y analizar de forma detallada ambos modelos, resaltando que ambos al haber sido descritos en contextos diferentes es razonable pensar en que sus conceptos relacionados como ácido, base, reacción entre un ácido y una base, fuerza, etc., difieren de un modelo a otro; por lo cual, no son equivalentes.

Además, se consideró necesario que para poder abordar el concepto de fuerza de ácidos y bases, primero se deben describir los modelos de Arrhenius y de Brønsted–Lowry, para comprenderlo de manera adecuada.

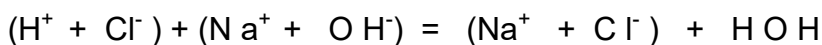
A continuación se describen algunas de las características principales de cada modelo.

2.3.3.2 El modelo de ácidos y bases de Arrhenius

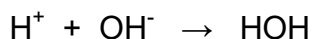
Después de la aceptación de la teoría atómico-molecular a finales del siglo XIX, en 1884, Arrhenius presentó su tesis doctoral, la cual comprendió dos partes. La primera, trató de la interpretación de la conductividad en electrolitos diluidos; y la segunda, describía la teoría de los electrolitos (Furió-Más *et al.*, 2005). Su teoría sobre la disociación electrolítica, galardonada en 1903 con el Premio Nobel, sugiere que cuando se disuelve un ácido, una base o una sal en agua, ésta se divide o se disocia espontáneamente en iones positivos y negativos (Demerouti *et al.*, 2005); mediante esto, Arrhenius relacionó el carácter ácido con los iones hidrógeno libres (H^+) y, el carácter básico con los iones hidróxido (OH^-) (De Manuel *et al.*, 1988). Así, Arrhenius dió una explicación del comportamiento de los ácidos y las bases en disoluciones acuosas, y del proceso de neutralización. De forma más detallada, desde la perspectiva de este modelo se describe que:

- ❖ Un ácido es una sustancia que contiene hidrógeno que se ioniza en disolución acuosa para producir iones hidrógeno, y una base es una sustancia que contiene el grupo hidroxilo (OH), que se ioniza para producir el ion hidróxido (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ La reacción entre un ácido y una base forma agua y (como subproducto) una sal (De Vos y Pilot, 2001; Drechsler y Schmidt, 2005), a esta combinación de iones hidrógeno de un ácido con iones hidróxido de una base se le denomina neutralización (Furió-Más *et al.*, 2005). Así, la reacción de neutralización de un ácido fuerte con una base fuerte, por ejemplo, HCl con

NaOH, se puede expresar por la siguiente ecuación según Arrhenius (1903):



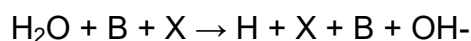
o de manera simplificada



En palabras de Arrhenius, esta ecuación es equivalente a la formación de agua a partir de sus dos iones H^+ , y OH^- , y es independiente de la naturaleza del ácido fuerte y la base fuerte (Arrhenius, 1903).

- ❖ A través del concepto de hidrólisis se puede explicar que las disoluciones de sales no siempre son neutras (De Vos y Pilot, 2001). De tal forma que, las

propiedades ácidas o básicas de disoluciones acuosas de sales, tales como Na_2CO_3 , NH_4Cl , Na_2S , KCN , entre otras (que carecen de iones H^+ o OH^- en su composición), se explicaron mediante la introducción del concepto de hidrólisis como una reacción entre estas sustancias y agua. De modo que el agua disuelve y ioniza la sal de un ácido débil, o de una base débil. Además, el agua interviene como un reactivo, provocando su descomposición en función de (Furió-Más et al., 2005) :



- ❖ Las sustancias anfóteras se explican ya que pueden comportarse bien como un ácido (liberando H^+) o como una base (liberando OH^-). De esta forma, las características básicas de disoluciones acuosas de los óxidos de calcio y de sodio se explican por la producción de iones OH^- , que provocan la disociación de los hidróxidos correspondientes que las forman. De la misma manera, el comportamiento básico de la disolución de NH_3 gaseoso se explica por la formación de hidróxido de amonio y su disociación en agua (Furió-Más *et al.*, 2005).
- ❖ En el contexto de Arrhenius, el agua, aparte de ser el disolvente, forma iones H^+ y iones OH^- (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ La diferencia de la fuerza de los ácidos y de las bases se interpreta según los diferentes grados de disociación. Se establece una clasificación absoluta de fuerza de ácidos y de bases (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002). De forma tal que, se hace una distinción entre ácidos fuertes (completamente ionizados en agua) y ácidos débiles (parcialmente ionizado en agua) (De Vos y Pilot, 2001).

El modelo de Arrhenius dio al tema de ácidos y bases una nueva dimensión teórica, al describir conceptos como ácido, base, neutralización, hidrólisis, etc., a un nivel macroscópico, submicroscópico y simbólico. En su momento este modelo explicó problemas tales como el comportamiento anfotérico de algunos hidróxidos particulares como el $\text{Al}(\text{OH})_3$ y, mediante la introducción del concepto de hidrólisis, explicó las propiedades ácidas o básicas de disoluciones acuosas de

sales, tales como Na_2CO_3 . Como todo modelo, éste posee diversos problemas o limitaciones, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- ❖ Usando el modelo de Arrhenius, las bases se limitan a las sustancias que contienen grupos OH (Drechsler y Schmidt, 2005).
- ❖ Otra limitación es la imposibilidad de aceptar, desde un punto de vista energético, la existencia de iones hidrógeno libres en disoluciones acuosas. El tamaño pequeño del ión H^+ le da una carga de alta densidad. Si esta pequeña partícula se coloca en agua, sólo puede existir si se asocia con moléculas de agua como un protón hidratado, en forma de iones tales como H_3O^+ , H_9O_4^+ (Córdova, 1989; Furió-Más *et al.*, 2005) o más complejos tales como $\text{H}^+ \cdot (\text{H}_2\text{O})_{21}$ (Furió-Más *et al.*, 2005).
- ❖ El modelo de Arrhenius está limitado al agua como disolvente (Drechsler y Schmidt, 2005).
- ❖ Hay sustancias que no tienen OH^- en su composición y se comportan como bases. Algunas de estas sustancias producen el vire básico de indicadores, pero no producen iones OH^- , sino otros iones como $(\text{CH}_3\text{O})^-$, si el disolvente es metanol (CH_3OH); o bien iones $(\text{NH}_2)^-$, si el disolvente es amoníaco líquido (Córdova, 1989).
- ❖ Otro problema es el uso de los términos neutro y de neutralización. En el contexto de Arrhenius, una disolución puede ser ácida, básica o neutra. En el último caso el $\text{pH} = 7$ (a temperatura ambiente) (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ Este modelo sólo es válido para neutralizaciones que se producen en medio acuoso, porque se refiere a iones H^+ y OH^- , que constituyen el agua. Cuando el proceso de neutralización ocurre en fase gaseosa o entre óxidos a una temperatura elevada, esta teoría no puede explicar este proceso (Furió-Más *et al.*, 2005).
- ❖ Se podría interpretar que una reacción entre cantidades equivalentes de un ácido y una base, debe siempre resultar en una disolución neutra. Esto, sin embargo, no siempre es cierto. Si cantidades equivalentes de un ácido débil de Arrhenius, por ejemplo, como ácido acético, reacciona con una base fuerte

de Arrhenius, como hidróxido de sodio, la disolución resultante será básica (Drechsler y Schmidt, 2005).

A pesar de sus limitaciones, el modelo de Arrhenius ha sido el más empleado (Córdova, 1989), aún cuando el de Brønsted - Lowry posee mayor poder explicativo.

2.3.3.4 El modelo de ácidos y bases de Brønsted-Lowry

En 1923, el químico danés Johannes Nicolaus Brønsted y el inglés Thomas Martin Lowry (Demerouti *et al.*, 2005), sugirieron independientemente una nueva teoría que explicó los conceptos de ácido, base y reacción ácido-base, basándose en el papel del ion hidrógeno en los sistemas ácido-base. A partir de estas contribuciones se construyó el modelo que actualmente lleva el nombre de ambos científicos. Este modelo describe los ácidos y las bases de la siguiente forma:

- ❖ Brønsted y Lowry definen a los ácidos y a las bases, a nivel partícula, como donadores de protones y aceptores de protones, respectivamente (Drechsler y Schmidt, 2005).
- ❖ Una importante contribución proveniente de Lowry tiene que ver con el estado de los iones de hidrógeno en disolución, los cuales Brønsted representa con H^+ ; mientras que Lowry, en su artículo sugiere el ion hidronio (H_3O^+) que es el que se utiliza comúnmente en la actualidad (Demerouti *et al.*, 2005).
- ❖ Cuando un ácido dona un protón se convierte en una base. Por ejemplo, el ácido HA dona un protón, la base A^- permanece. Si la base B^- acepta un protón, el ácido HB se forma. Un ácido y una base relacionados de esta manera se dice que son un par conjugado ácido-base (Drechsler y Schmidt, 2005).
- ❖ Una reacción ácido-base se describe como la transferencia reversible de un sólo protón de un ácido a la base. De esta manera, cada reacción ácido-base conduce a un equilibrio y, en consecuencia, el ácido, la base y los pares

conjugados están siempre presentes en la disolución (De Vos y Pilot, 2001). Lo anterior se representa como:



- ❖ No hay formación de sales, pues cuando un ácido reacciona con una base, una base conjugada y un ácido conjugado se producen (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ Los conceptos de ácido y base de Brønsted-Lowry no se limitan al agua como disolvente (Drechsler y Schmidt, 2005) pues son aplicables, en general, a las reacciones ácido-base en cualquier disolvente (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ En resumen, todas las neutralizaciones ácido-base en disolución acuosa se pueden expresar con una sola ecuación:
$$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{ac})} + \text{OH}^-_{(\text{ac})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$$
, en un proceso ácido-base entre los pares conjugados $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$ y $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$ (Furió-Más *et al.*, 2005).
- ❖ En este modelo, la hidrólisis es un concepto superfluo, ya que las desviaciones de $\text{pH} = 7$ en disoluciones salinas fácilmente se puede explicar en términos de acidez o basicidad de iones de la sal (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ Los procesos de neutralización e hidrólisis se consideran reacciones ácido-base de transferencias de protones (Furió-Más *et al.*, 2005).
- ❖ La fuerza de un ácido se mide por la mayor o menor tendencia a donar un protón, y la fuerza de una base por su mayor o menor tendencia a captarlo. Cuantitativamente se mediría por el grado en que los reaccionantes se convierten en productos, pero estas medidas son relativas y la única manera de comparar las fuerzas de dos ácidos es tomando como referencia una misma base, que será el agua para reacciones en disolución acuosa (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002). Es decir, en este modelo ácido-base, la fuerza tiene un significado relativo (De Vos y Pilot, 2001).

Como se puede observar, Brønsted y Lowry plantearon una forma diferente de concebir los ácidos y las bases, por lo cual el modelo de Brønsted-Lowry es un modelo completamente diferente al de Arrhenius. Una diferencia esencial con el

modelo de Arrhenius, es que los ácidos y las bases ya no se definen en términos de sustancias sino en términos de partículas (De Vos y Pilot, 2001).

Este modelo tiene un mayor poder explicativo, ya que responde a muchos de los problemas con los que el modelo de Arrhenius se complica explicar. Por ejemplo, los conceptos de ácido y base no se limitan al agua como disolvente, pues explica el comportamiento anfotérico para sustancias diferentes a ciertos hidróxidos; considera que los procesos de neutralización e hidrólisis son reacciones ácido-base y no procesos diferentes, como en el modelo de Arrhenius.

El modelo de Brønsted-Lowry, al plantear la idea de par conjugado ácido-base, establece una conexión relativa de las propiedades ácidas y básicas. También, proporciona una explicación para la acción amortiguadora y el efecto de ion común, y establece que un ion particular podría actuar como un ácido hacia un reactivo y como base hacia otro. Por lo tanto, amplía el alcance de los sistemas ácido-base (Demerouti et al., 2005).

Pero, al igual que el modelo de Arrhenius, el modelo de Brønsted-Lowry posee ciertas limitaciones, algunas de las cuales se mencionan a continuación:

- ❖ El modelo funciona muy bien en todos los disolventes próticos (agua, amoníaco, ácido acético, etc.), pero no explica el comportamiento ácido-base en disolventes no próticos (Demerouti *et al.*, 2005).
- ❖ El carácter general de los conceptos involucrados provoca una brecha, especialmente cuando se relacionan con situaciones de la vida cotidiana y con el lenguaje cotidiano, como ácidos y bases conjugados. (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ No explica el proceso de las reacciones que ocurren entre óxidos a altas temperaturas (Furió-Más *et al.*, 2005).
- ❖ No explica las reacciones orgánicas e inorgánicas que forman complejos de coordinación (Furió-Más *et al.*, 2005).

Lo anterior hace evidente las diferencias entre ambos modelos, así como la importancia de que los estudiantes comprendan de forma clara en qué consiste fundamentalmente cada uno de ellos, ya que el concepto de fuerza de ácidos y

bases es diferente en cada uno de estos modelos (absoluta en Arrhenius y relativa en Brønsted-Lowry).

2.3.4 Modelos ácido-base (de Arrhenius y Brønsted-Lowry) en el contexto escolar.

En México es en el nivel de educación secundaria donde los estudiantes abordan por primera vez la temática de ácidos y bases. De manera específica, es en tercer grado de secundaria, en la asignatura de Ciencias III (con énfasis en Química), en el Bloque IV. “La formación de nuevos materiales”, en el cual se realiza un acercamiento significativo con la temática, abordándose fundamentalmente el modelo de Arrhenius.

Este bloque se centra en el ámbito de las propiedades y transformaciones de los materiales; busca desarrollar en los alumnos la capacidad de explicar algunos procesos químicos que suceden en su entorno, a partir de la representación de la estructura interna de los materiales; para ello, parte de las aproximaciones van de lo macroscópico y perceptible, a lo microscópico y abstracto (SEP, 2013).

Analizando algunos de los libros de texto correspondientes a la asignatura citada, se observó que entre los aprendizajes esperados se pretende que el estudiante reconozca la importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria, que identifique a los ácidos y las bases en materiales de uso cotidiano, que reconozca la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas y que explique las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius. Resalta la importancia del tema al tratar de relacionarlo con la vida cotidiana, pues entre los objetivos del bloque se señala que la intención es que el estudiante vincule sus conocimientos químicos con la toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud, orientadas a la cultura de la prevención (SEP, 2013).

Llama la atención que en el caso de un libro analizado, aparte de mencionar las características principales y algunas limitantes del modelo de Arrhenius, se hace mención al concepto de fuerza de ácidos y bases en repetidas ocasiones; por

ejemplo, el libro describe el concepto de ácido débil y lo ejemplifica de la siguiente manera: “comprendes que el vinagre es un ácido débil, es decir, que no está disociado en su totalidad y que se trata de una sustancia que dona protones (H^+), pero que va a retener en un porcentaje de algunos de ellos para sí mismo y su fórmula química es CH_3COOH . Algunos otros ejemplos de ácidos débiles son el ácido acético, ácido cítrico, ácido bórico, entre otros” (Méndez *et al.*, 2016; 188).

Otras observaciones relevantes con respecto al contenido del libro anterior, es que no describe el concepto de modelo, señala que hay diferentes definiciones de ácido y base pero no hace explícito la presencia de algunos otros modelos existentes, indica que los conceptos e ideas fueron aumentando y evolucionando conforme pasa el tiempo; cita ejemplos de bases de Brønsted-Lowry sin referirse al modelo, y las explicaciones, en general, se realizan a nivel macroscópico, submicroscópico y simbólico, pero sin hacer referencia explícita de éstos a los estudiantes, etc.

Por lo antes mencionado, se hace manifiesto el hecho de que, en general, los alumnos (que estudiaron en dependencias de la SEP) desde la secundaria están familiarizados con los conceptos de ácido y base, con el modelo de Arrhenius y en ciertos casos (los estudiantes que utilizaron el citado libro de texto de Méndez *et al.* (2016), de alguna manera han leído sobre el concepto de fuerza.

Es relevante tomar en cuenta este antecedente pues, es un hecho inevitable que los alumnos al egresar de secundaria han sido expuestos a una aproximación adecuada o inadecuada al modelo de Arrhenius, y esto de alguna forma determina su entendimiento inicial sobre la Química ácido-base, lo que puede influir en la comprensión de otros modelos subsecuentes.

Hawkes (1992) expresa que la presentación tradicional del modelo de Arrhenius antes del modelo de Brønsted-Lowry confunde a los estudiantes, por lo que recomienda abordar primero el de Brønsted-Lowry, debido a que es más simple y posteriormente mencionar el de Arrhenius como un mero dato histórico.

Sin embargo, en este proyecto de tesis se consideró importante retomar lo que los estudiantes ya sabían y partir desde conceptos vinculados al modelo de Arrhenius, antes de pretender abordar los correspondientes al modelo de Brønsted-Lowry a

nivel bachillerato. Esto debido a que es común que en diversos planes y programas de estudio (como los de CCH, ENP, CB) de EMS ,en México, se aborde la Química ácido-base utilizando ambos modelos, lo que puede generar dificultades principalmente cuando los estudiantes de bachillerato llegan con ideas difusas acerca del modelo de Arrhenius; esto puede obstaculizar que se estudie de manera adecuada el modelo de Brønsted-Lowry y conceptos relacionados (en este caso, principalmente el concepto de fuerza).

Entre estas dificultades se puede mencionar que los alumnos no son conscientes de las razones por las que se utiliza un modelo u otro, y tienen poco definidos los conceptos vinculados a cada uno de ellos e incluso llegan a manifestar modelos híbridos al respecto, entendiendo por modelo híbrido al resultado de transferir particularidades de un modelo a otro (Drechsler y Schmidt, 2005). Un ejemplo de esto se puede observar en la Tabla 2.2, cuya información se retomó de una investigación realizada por Peña y Caamaño (2002); en esta tabla se puede observar como estudiantes de bachillerato elaboran modelos híbridos ácido-base al mezclar términos y expresiones de un modelo a otro.

Tabla 2.2. Mezcla de términos que utilizan los alumnos en cada modelo ácido-base.

	Términos de Brønsted-Lowry en Arrhenius	Términos de Arrhenius en Brønsted-Lowry
Ácidos	Tiene protones Se obtienen iones H_3O^+ Se obtienen protones H_3O^+ Cede protones Capta iones OH^-	Tiene iones H^+ Se obtienen iones H^+ Capta iones OH^-

Bases	Capta H^+	Se obtienen iones OH^-
	Capta protones	Cede iones OH^- Capta iones H^+

Con respecto a esto, Caamaño (2003) describe que en ocasiones los libros de texto y el profesorado también manifiestan modelos híbridos y que, en general, los estudiantes elaboran modelos híbridos incluso cuando los diferentes modelos son presentados de manera separada.

Para tratar de minimizar este tipo de dificultades, en la propuesta que se presenta en esta tesis se privilegió el modelo de Arrhenius y conceptos relacionados, ya que se consideró que su adecuado entendimiento puede facilitarle a los alumnos la comprensión de las razones por las cuales se realiza un cambio de modelo durante el desarrollo del curso, y de esta manera fomentar el entendimiento del por qué es necesario usar el modelo de Brønsted-Lowry. Se consideró importante retomar lo que el estudiante aprendió en secundaria para ayudarlo a comprender las características, las diferencias, las ventajas, las desventajas, etc., inherentes entre ambos modelos ácido-base; lo cual, a la larga se espera que lo ayude a diferenciarlos adecuadamente y superar el modelo de Arrhenius de manera consciente.

Aunado a lo anterior, es necesario tomar en cuenta que la existencia de modelos híbridos en el pensamiento de los estudiantes debe hacer reflexionar sobre la necesidad de mejorar la forma en que se aborda la enseñanza de los modelos (Caamaño, 2003), ya que una adecuada comprensión del concepto de modelo puede favorecer el entendimiento de sus características y diferencias, la existencia de diferentes modelos sobre un tópico particular, los problemas y el contexto que dio origen a un modelo particular y que dan cuenta del constante cambio que sufre la ciencia a lo largo del tiempo.

Esto se menciona ya que, en general los estudiantes acceden al bachillerato con una idea poco definida o nula de lo que es un modelo, pues no es común que los libros de texto y/o los profesores lo mencionen y debido a la relevancia que

representa este concepto, dentro de la propuesta se decidió diseñar un Trabajo Práctico al respecto.

CAPÍTULO 3.

METODOLOGÍA

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

En esta sección se describe la metodología que se utilizó para la elaboración de la Guía Didáctica, dividiendo este proceso en dos partes principales:

La primera, consiste en la parte que muestra la estructura general de la Guía Didáctica, posteriormente se describe cómo se realizó la recopilación del conjunto de información que constituye la parte teórica de la Guía Didáctica, que derivó de la búsqueda, análisis y selección de información de diversas fuentes (libros, artículos, tesis, etc.).

La segunda parte, hace referencia a la metodología que dio origen a los Trabajos Prácticos que se diseñaron especialmente para esta Guía; además, algunos de ellos se aplicaron frente a grupo, se evaluaron y retroalimentaron.

3.1 Estructura general y metodología del desarrollo de la Guía Didáctica

3.1.1 Estructura general de la Guía Didáctica

Para la estructura de la Guía se decidió basarse en la descrita por Alvarado (2012, 371), docente e investigadora educativa quien describió un esquema donde expone algunos de los puntos más relevantes para la enseñanza-aprendizaje de algunas temáticas de la Química ácido-base. A dicha estructura se le realizaron algunas adecuaciones, siendo la organización final de la información la que se presenta a continuación.

Apartados que conforman la Guía Didáctica para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de concentración y fuerza de ácidos y bases:

- I. **Presentación.** Describe los objetivos generales de la Guía Didáctica.
- II. **Introducción.** Resalta el panorama general, en cuanto a amplitud y profundidad, de la Guía Didáctica y la importancia de centrar la atención en estrategias que faciliten la comprensión conceptual del tema.
- III. **Algunos de los enunciados más importantes involucrados.** Contiene un compilado de enunciados que se debe procurar que los alumnos comprendan como, por ejemplo: que “fuerza” y “concentración” no son sinónimos.

- IV. **Mapa conceptual.** Presenta al lector una visión general con respecto a la amplitud del abordaje del tema, y resalta los conceptos más importantes involucrados.
- V. **Aspectos históricos.** Hace referencia a la evolución histórica de conceptos involucrados en el tópico de estudio, haciendo énfasis en el dinamismo de los modelos ácido-base, con respecto a fuerza y concentración.
- VI. **Importancia de su aprendizaje.** Aborda la relevancia del aprendizaje significativo del tema, principalmente su aplicación en la vida cotidiana y a nivel escolar.
- VII. **Conocimientos y habilidades antecedentes requeridos para su aprendizaje.** Se refiere a aquellos conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales que se requiere que el alumno domine previamente, antes de acceder al proceso de aprendizaje de los tópicos de fuerza y concentración.
- VIII. **Dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales en su proceso de enseñanza – aprendizaje y aportaciones sugeridas para minimizarlas.** Señala las implicaciones que representan las dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales, para la adecuada comprensión del tema, haciendo especial énfasis en las concepciones alternativas que manifiestan los alumnos. Además, contiene sugerencias que pueden ayudar a minimizar dichas dificultades.
- IX. **Ejemplos de Trabajos Prácticos (TP) a desarrollar.** Describe a detalle seis TP desarrollados específicamente para la Guía Didáctica, los cuales abarcan principalmente las modalidades de actividades experimentales, modelización, análisis de lecturas e imágenes, así como de situaciones cotidianas, etc. Los TP en cuestión se titulan: “Modelos sin pasarela”, “¿Qué le está pasando al piso?”, “¿Fuerte o débil?”, “¿Fuerte o concentrado?”, “Arrhenius vs Brønsted-Lowry” y “Reporteros y editores”.
- X. **Sugerencias para la prueba y/o evaluación del aprendizaje del tema y, particularmente, de los TP.** Este apartado contiene principalmente

recomendaciones para desarrollar los TP con los estudiantes, así como sugerencias para realizar la evaluación del aprendizaje del tema.

- XI. **Algunos conceptos específicos importantes para apoyar el desarrollo de los TP.** En esta sección se describen conceptos relacionados con los temas que apoyan el desarrollo de los TP como, por ejemplo: Modelización, POE (Predicción – Observación – Explicación), escala de pH, etc.
- XII. **Anexos.** Contienen información que es de utilidad para el lector, como por ejemplo: descripción extensa de los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y Brønsted-Lowry, hojas de trabajo para el alumno utilizadas en los TP, etc.
- XIII. **Referencias y bibliografía.** Contiene la información de las referencias utilizadas en el desarrollo de la Guía y la bibliografía recomendada para el lector.

Como se puede observar, la información contenida en la Guía Didáctica abarca aspectos principalmente didácticos y disciplinares relevantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la temática en cuestión; todo este conjunto de información tiene la finalidad de apoyar al docente en el desarrollo del tema en el aula, y una sección destacada es la que contiene los trabajos prácticos y el soporte necesario para la realizarlos con los estudiantes, etc.

Se debe mencionar que, la Guía Didáctica elaborada por Alvarado (2012) se centra en el tema de la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de ácido y base, de pH/fuerza relativa de ácidos y bases, y de concentración, a nivel macroscópico; mientras que la presente Guía Didáctica desarrolla el tema de fuerza y concentración de ácidos y bases, a nivel macroscópico, submicroscópico y simbólico. Cabe señalar que actualmente se están desarrollando de manera simultánea otras Guías Didácticas con temáticas relacionadas; una de ellas es la que se enfoca en la enseñanza-aprendizaje del “Modelo de ácidos y bases de Arrhenius”, otra sobre el de “Brønsted-Lowry”; incluso Guías Didácticas bajo el esquema propuesto en esta tesis, se desarrollan para “Aminoácidos y Proteínas”, “Minerales”, “Reacciones Químicas”, etc.

Se debe mencionar que la Guía Didáctica desarrollada resultó en un documento extenso por lo que se le colocó en el capítulo de Anexos, en el cual se muestra a detalle el contenido de cada uno de los apartados que la conforman.

3.1.2 Metodología del desarrollo de la Guía Didáctica

Como se ha expresado a lo largo de este documento, la finalidad de la presente investigación se centró en el desarrollo de una Guía Didáctica para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de fuerza y concentración de ácidos y bases, que proporciona al docente una amplia variedad de información didáctica y disciplinar, Trabajos Prácticos, recomendaciones, experiencias de otros profesores, etc., lo cual involucró dos procesos principales que consistieron en una amplia búsqueda, análisis y selección de información; y por otro lado, el diseño, aplicación, evaluación y posterior modificación de algunos de los trabajos prácticos propuestos.

Con respecto a la metodología que se utilizó para el proceso de búsqueda, análisis y selección de la información que se presenta en la Guía, la información se recopiló de diversas fuentes como libros, artículos de revistas especializadas nacionales e internacionales (en el campo de la enseñanza y la investigación educativa de las ciencias experimentales y del campo disciplinar), tesis, memorias de congresos, planes y programas de EMS, etc.

Se efectuó principalmente una investigación documental, la cual permitió “contextualizar” el tópico a estudiar, posibilitando una mirada retrospectiva y una actual, del estudio del tema, tal como es cuanto a la evolución histórica de los conceptos fuerza y concentración de ácidos y bases, y de cómo persisten o han evolucionado las concepciones alternativas vinculadas al tópico (Yuni y Urbano, 2014; 99).

Parte de la información teórica vinculada con la Guía se recopiló a partir de instrumentos desarrollados en los Trabajos Prácticos, tales como **los** cuestionarios contenidos en las hojas de trabajo del alumno (en el pretest y postest); y de notas de campo que consistieron en textos descriptivos, observaciones, apreciaciones personales, reflexiones, suposiciones, sugerencias, autocríticas, etc., de

acontecimientos ocurridos en el aula a la hora de implementar la propuesta. (Pérez, 2001: 189; Bisquerra *et al.*, 2004: 151).

3.2 Metodología del desarrollo de los Trabajos Prácticos propuestos

Como se mencionó en el Capítulo 2, los Trabajos Prácticos (TP) se conciben como cualquier actividad de enseñanza-aprendizaje que involucre a los estudiantes en la observación o manipulación de objetos y materiales (o representaciones de éstos) que se estén estudiando (Millar, 2004; Millar *et al.*, 1999, p. 36).

De manera que, un TP involucra tanto actividad conceptual como manual y puede llevarse a cabo en el laboratorio, en el salón de clase, o bien, fuera de ellos. Incluye actividades de enseñanza (como demostraciones del profesor) y de aprendizaje (en las cuales los alumnos trabajan con objetos o materiales reales o sus representaciones, tales como simulaciones de computadora, grabaciones de video de sucesos que pueden ser demasiado peligrosos, difíciles o costosos para trabajarlos “en vivo”, imágenes, artículos, etc.), tal como lo expresa Alvarado, (2012).

Para la elaboración de los TP se procedió, en primera instancia, a definir los alcances y limitaciones de la propuesta basándose en el tema de interés (fuerza y concentración de ácidos y bases), y en los planes y programas de estudio consultados; con base en ello, se realizó una investigación documental al respecto y además, se complementó con información sobre estrategias didácticas, trabajo colaborativo, modelización, etc.

Para el diseño de los TP principalmente se recopiló y utilizó información relacionada con las dificultades conceptuales y habilidades asociadas a la enseñanza-aprendizaje del tema (principalmente concepciones alternativas), algunas estrategias didácticas afines al constructivismo social, y algunas características de los modelos ácido - base de Arrhenius y de Brønsted-Lowry.

Cada Trabajo Práctico se diseñó partiendo de una o varias concepciones alternativas (estrechamente relacionadas) que se pretendía minimizar, para ello se propusieron diversas actividades, estrategias didácticas, materiales de apoyo, etc. La información asociada a cada TP se decidió organizarla con la siguiente estructura base:

1. **Título del Trabajo Práctico.** Da una idea general del contenido que se desarrolla, pretendiendo que fuese atractivo y generase interés en los alumnos.
2. **Objetivos.** Define las finalidades del TP en cuestión, expresando de manera puntual los aprendizajes esperados, las concepciones alternativas que se pretenden minimizar y algunos de los enunciados más relevantes que se debe procurar que los estudiantes comprendan después de haber desarrollado la actividad.
3. **Conocimientos y habilidades antecedentes requeridos en los estudiantes.** Muestra una lista de los conocimientos y habilidades que se consideraron necesarios antes de realizar la actividad, los cuales al tenerlos pueden contribuir a optimizar el desarrollo del TP y el aprendizaje pretendido.
4. **Desarrollo del Trabajo Práctico.** En esta sección se muestra un esquema que resume las principales etapas de desarrollo del TP, se mencionan los materiales (reactivos, hojas de trabajo, equipo, etc.) necesarios para llevarlo a cabo, y además, se describe de manera detallada cómo desarrollarlo en el aula.
5. **Evaluación.** Da al lector una propuesta de cómo evaluar el desarrollo del TP y cómo evaluar el aprendizaje por parte del alumno de algunos contenidos abordados.
6. **Bibliografía.** Enumera las diferentes fuentes documentales consultadas para la elaboración del TP.

Esta estructura base se estableció con la finalidad de describir lo más ampliamente posible en qué consiste cada TP y cuál es su propósito, así como su desarrollo y evaluación con los estudiantes.

Para la propuesta de esta Guía Didáctica se diseñaron seis TP, que se mencionan a continuación:

1. Modelos sin pasarela
2. ¿Qué le está pasando al piso?
3. ¿Fuerte o débil?
4. ¿Fuerte o concentrado?
5. Arrhenius vs Brønsted-Lowry
6. Reporteros y editores

Como se ha mencionado en apartados anteriores, para dar una mayor flexibilidad a la propuesta, los seis TP no siguen una secuencia estricta si no que están articulados entre sí. Esto significa que el profesor puede consultar y seleccionar el TP de su interés, dependiendo de sus necesidades e intereses, las de sus estudiantes y de los recursos que tenga disponibles (material de laboratorio, infraestructura, tiempo, etc.).

Cada Trabajo Práctico se diseñó de manera que se puede aplicar de forma aislada de los demás trabajos prácticos, sin necesidad de seguir una secuenciación definida; si lo considera conveniente, el docente puede aplicar todos secuencialmente debido a la articulación que existe entre ellos.

3.3 Metodología del análisis de resultados de la aplicación de algunos trabajos prácticos

La metodología que se adoptó en el presente trabajo fue cualitativa. Existen diferentes enfoques con relación al término de “investigación cualitativa”, entre las cuales según Sandín (2003, p. 123) la investigación cualitativa es una actividad sistemática orientada a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de prácticas y escenarios socioeducativos, a la toma de decisiones y también hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimiento.

El enfoque cualitativo pretende ofrecer profundidad, a la vez que el detalle mediante una descripción y registro cuidadoso (Pérez, 2001: 32). La naturaleza de

los datos característicos de este enfoque son textos, narraciones, representaciones, etc. (Hernández et al., 2006: 13). De manera que, la recolección de los datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes, con respecto a sus emociones, experiencias, significados y otros aspectos subjetivos (Hernández et al., 2006: 8); que se obtienen de manera escrita, verbal y no verbal (por ejemplo, de forma visual), información que posteriormente se trata y se analiza.

De entre los enfoques de investigación cualitativa se eligió un modelo de investigación-acción, el que según Boggino y Rosekrans (2007: 30) constituye un proceso de indagación y análisis de lo real en el que, partiendo de los problemas de la propia práctica y desde la óptica de quienes lo viven, se procede a una reflexión y actuación sobre las situaciones problemáticas con objeto de mejorar la práctica pedagógica y la calidad educativa.

La investigación-acción apunta a tres sectores: primero, al mejoramiento de una práctica; segundo, a la mejora del entendimiento de la práctica por parte de quienes la realizan; tercero, al mejoramiento de la situación en que dicha práctica tiene lugar (Carr y Kemmis, 1988: 177).

Kemmis, elaboró un modelo de investigación-acción para aplicarlo a la enseñanza, integrado por cuatro fases o momentos interrelacionados: planificación, acción, observación y reflexión (Figura 4). Cada uno de los momentos implica una mirada retrospectiva, y una intención prospectiva que forman conjuntamente una espiral autorreflexiva de conocimiento y acción (Bisquerra *et al.*, 2004: 376)

El modelo de Kemmis se representa en una espiral de ciclos, cada ciclo lo componen cuatro momentos (Bisquerra et al., 2004: 376-7):

- ❖ El desarrollo de un plan de acción críticamente informado para mejorar aquello que ya está ocurriendo.
- ❖ Un acuerdo para poner el plan en práctica.
- ❖ La observación de los efectos de la acción en el contexto en el que tienen lugar.
- ❖ La reflexión en torno a esos efectos como base para una nueva planificación,

una acción críticamente informada posterior, etc. a través de ciclos sucesivos.

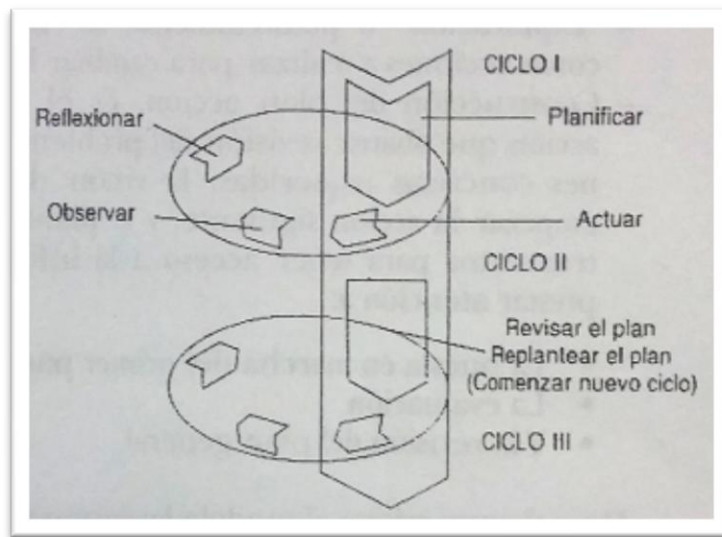


Figura 3. Modelo de investigación-acción de Kemmis (Bisquerra *et al.*, 2004: 377).

El proceso se organiza sobre dos ejes: uno estratégico, constituido por la acción y la reflexión; y otro organizativo, constituido por la planificación y la observación. Ambas dimensiones están en continua interacción, de manera que se establece una dinámica que contribuye a resolver los problemas y a comprender las prácticas que tienen lugar en la vida cotidiana de la escuela (Bisquerra *et al.*, 2004: 376)

Cabe señalar que para el presente trabajo de tesis se completó el primer ciclo y se realizó la primera parte del segundo, la cual consiste en una replanificación. A continuación, se describe detalladamente el proceso que se llevó a cabo siguiendo el modelo investigación-acción definido por Kemmis.

3.3.1 Primer ciclo

3.3.1.1 Planificar

Planear es una acción flexible y abierta al cambio; conlleva que dicha acción esté informada y criticada, por lo que conviene analizar riesgos e implicaciones para que sea eficaz (Pérez, 2001: 187).

Dentro del plan de acción podemos considerar al menos tres aspectos: a) El problema o foco de investigación, b) El diagnóstico del problema o estado de la situación, y c) La hipótesis acción o acción estratégica (Bisquerra *et al.*, 2004: 381).

La propuesta que se desarrolló a través de esta tesis consistió en la elaboración de una Guía Didáctica, destinada a apoyar la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases; y dentro de la estructura de la Guía resalta el apartado donde se describen varios trabajos prácticos, cuyo diseño y prueba se realizó tomando en cuenta el modelo de investigación-acción anteriormente descrito.

Para la fase de planificar, a partir de la elección del tema (fuerza y concentración de ácidos y bases) se delimitó el alcance, y se realizó una revisión bibliográfica que se centró principalmente en recopilar información sobre:

- ❖ Características de los modelos ácido base abordados comúnmente en algunos planes y programas a nivel medio superior (modelo de Arrhenius y modelo de Brønsted-Lowry), como en el caso del CCH.
- ❖ Las concepciones alternativas, dificultades y recomendaciones relacionadas con la enseñanza-aprendizaje del tema.
- ❖ Estrategias didácticas afines a una postura constructivista social.
- ❖ Aspectos pedagógicos relacionados con la enseñanza-aprendizaje en el aula.

Tomando en cuenta esta información se procedió a diseñar como plan de acción seis trabajos prácticos que se encuentran articulados entre sí, pero que no siguen una secuencia estricta para dar una mayor flexibilidad a la propuesta.

3.3.1.2 Actuar

Esta fase consiste en la implementación del plan de acción ante un grupo de prueba.

La acción es deliberada y controlada, no exenta de riesgo pues podría enfrentarse a limitaciones institucionales y materiales, por lo que los planes de acción deben ser flexibles y estar abiertos al cambio (Bisquerra et al., 2004: 384).

Como ya se mencionó, para esta Guía se diseñaron seis trabajos prácticos, de los cuales debido al poco tiempo disponible, se aplicaron únicamente tres; en la Tabla 4 se especifican cuáles.

Tabla 3. Trabajos Prácticos que conforman el plan de acción.

Nombre del Trabajo Práctico	Fue aplicado en el aula (Sí/No)
Modelos sin pasarela	Sí
¿Qué le está pasando al piso?	No
¿Fuerte o débil?	Sí
¿Fuerte o concentrado?	Sí
Arrhenius vs Brønsted-Lowry	No
Reporteros y editores	No

La muestra de estudiantes con la cual se desarrollaron los trabajos prácticos se seleccionó mediante un muestreo causal, el cual se caracteriza por utilizar como muestra a individuos a los que se tiene facilidad de acceso, dependiendo de distintas circunstancias fortuitas (Bisquerra et al., 2004: 148).

La propuesta se aplicó en el CCH Sur de la UNAM, con un grupo de quinto semestre (grupo 519), el cual en el intervalo de agosto a diciembre del 2015 se encontraba cursando la asignatura de Química III. Se eligió trabajar con dicho grupo debido a que el tema de la propuesta se aborda en la Tercera Unidad (Fertilizantes: Productos químicos estratégicos) del programa de Química III, y

también debido a la accesibilidad y colaboración que otorgó una profesora del Colegio para trabajar con sus estudiantes.

El grupo al inicio del semestre se encontraba conformado por 27 alumnos, pero en el transcurso del semestre, debido a diversas situaciones, el grupo se conformó únicamente por 24 estudiantes cuya asistencia era irregular. Por esta razón, fue variable el número de alumnos en la aplicación de la propuesta.

En la Tabla 4.1, se presenta de manera resumida el cronograma de la aplicación de los TP, así como el número y porcentaje de alumnos que participó en cada una de ellas.

Tabla 3.1. Cronograma de las actividades aplicadas

Trabajo práctico (TP)	Duración aproximada	Fecha de aplicación	Asistencia (# alumnos / % asistencia)
Modelos sin pasarela	30 min	23/11/15	20 alumnos / 83.3 %
¿Fuerte o débil? *	70 min	25/11/15	22 alumnos / 91.6 %
¿Fuerte o concentrado? **	80 min	30/11/15	20 alumnos / 83.3 %
Postest general (equivalente al tercer examen parcial) ***	60 -100 min	02/12/15	23 alumnos / 95.8 %

* Antes de realizar la actividad se efectuó la revisión de tareas, así como la exposición y comentarios sobre ellas, con la finalidad de asegurarse de que todos los alumnos tuvieran una idea de los conceptos que los ayudarían a realizar el TP. La realización de estas actividades se extendió, lo que disminuyó el tiempo de aplicación del Trabajo Práctico en sí, razón por la cual lo relacionado con las bases de Arrhenius se dejó como tarea a los estudiantes; esta tarea la entregaron pocos alumnos, por lo cual no se pudo realizar un análisis del caso de las bases y se centró la atención en el caso de los ácidos de Arrhenius.

** Se realizó una revisión general de los resultados del TP “¿Fuerte o débil?”, detectándose algunas dificultades, por lo que antes de realizar el TP ¿Fuerte o concentrado? se llevó a cabo una explicación y se aclararon las dudas que manifestaron algunos estudiantes. Por lo anterior, el tiempo disponible para aplicar el TP disminuyó y nuevamente se tuvo que encargar lo vinculado con las bases de Arrhenius como tarea. Debido a que pocos alumnos la entregaron resuelta, no se realizó un análisis del caso de las bases y de nueva cuenta se centró la atención en los ácidos de Arrhenius.

*** Se llevó a cabo una semana después de la aplicación de los TP, incorporándose en el tercer examen parcial del curso de Química III y consistiendo de algunas preguntas incluidas en la evaluación de los TP.

Para la aplicación de la propuesta de los tres TP la profesora titular del grupo otorgó cuatro sesiones de dos horas cada una (8 h en total), de las cuales 6 horas correspondieron a clase frente a grupo y las 2 restantes a la aplicación del postest general.

En estas 6 horas, entre otras actividades inherentes de la clase (como revisión de tareas, resolución de dudas, revisión de ejercicios, etc.), se abordó el tema de ácidos y bases de Arrhenius con el grupo; se realizó al inicio de cada clase la exposición por parte de un alumno, algún(os) tema(s) que apoyaba(n) el desarrollo de los TP y diversas actividades de apoyo. Posteriormente, se procedió a la aclaración de dudas y a la aplicación del TP correspondiente.

Esta dinámica fue la que practicó la profesora titular durante todo el semestre: investigación (extensa o corta) de una temática, su exposición por parte de los estudiantes (en equipo o individual) y posteriormente, retroalimentación del docente y la presentación de algún tema. Para evitar cambiar el esquema de trabajo general de los alumnos, se decidió proceder de manera similar al aplicar los TP.

Cabe señalar que dos semanas antes de realizar la aplicación de los TP, los estudiantes realizaron una investigación extensa y la exposición (de alguno de los equipos) del tema de ácidos y bases de Arrhenius y Brønsted-Lowry; se incluyó como parte de la investigación el concepto de fuerza en ambos modelos. Durante el transcurso del semestre, la profesora titular del grupo abordó en varias ocasiones la temática de concentración y realizó la resolución de ejercicios relacionados.

Por otra parte, en esta fase se recurrió principalmente a la utilización de las estrategias didácticas de trabajo colaborativo y grupos de discusión, las cuales se describieron más a detalle en el marco didáctico.

Por último, se debe señalar que las actividades se aplicaron en el aula-laboratorio (antiguo laboratorio de ciencias) X-50, ubicado en el edificio "X" (Figura 4.1), en el horario de clases de lunes y miércoles de 11:00 am a 13:00 pm.



Figura 3.1. Aula-laboratorio X-50 del CCH Sur.

3.3.1.3 Observar

Esta fase se caracteriza por ser el momento en que se observa la acción y los efectos que se producen en el grupo estudiado, en este punto es de suma importancia recoger información y evidencias que permitan posteriormente realizar una evaluación enfocada a demostrar si hubo o no mejoría en el aprendizaje, así como reflexionar con respecto a la acción implementada.

Durante el desarrollo de las actividades se llevó a cabo una observación participante, la cual según Bisquerra y colaboradores (2004: 332-333) consiste en observar al mismo tiempo que se participa en las actividades propias del grupo que se está investigando.

Para realizar la recolección de información y evidencias se utilizaron las técnicas e instrumentos que se mencionan en la Tabla 4.2:

Tabla 3.2. Técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos (Pérez, 2001: 189; Bisquerra et al., 2004: 151).

Técnica e instrumentos	Descripción general
<p>a) Técnicas de lápiz y papel:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuestionarios - Notas de campo 	<p>Los cuestionarios se incluyeron en las hojas de trabajo del alumno, tanto en el pretest como en el postest; se pueden consultar en el capítulo 7 .</p> <p>Las notas de campo consistieron en registros narrativos sobre los acontecimientos ocurridos en el aula; contienen notas descriptivas, apreciaciones personales, reflexiones, suposiciones, decisiones y autocríticas sobre el plan de acción.</p>

<p>b) Técnica de carácter audio-visual:</p> <p>- Grabaciones en vídeo</p>	<p>Con el objetivo de contar con un registro audiovisual, se grabaron en video las sesiones en las cuales se desarrollaron las actividades.</p>
--	---

3.3.1.4 Reflexionar

Constituye la fase que cierra el ciclo y da paso a la elaboración del informe y posiblemente al replanteamiento del problema para iniciar un nuevo ciclo de la espiral autorreflexiva. Es uno de los momentos más importantes del proceso de investigación acción, no es una fase aislada en el tiempo, ni algo que ocurre al final de la investigación, sino una tarea que se realiza mientras persiste el estudio (Bisquerra et al., 2004: 388).

En esta fase se tomó como principal apoyo a la información y evidencias recopiladas en la fase de observación para reflexionar sobre el plan de acción que se implementó y las acciones realizadas; se contrastó lo que se había planeado con los resultados obtenidos, y de acuerdo al resultado se procedió a una modificación del plan de acción, lo cual da pie al inicio de un nuevo ciclo en la espiral.

Para Bisquerra y colaboradores (2004: 389) la reflexión está ligada al análisis de datos, el cual se entiende como el conjunto de tareas tendentes a extraer significados relevantes, evidencias o pruebas en relación a los efectos o consecuencia del plan de acción. La tarea de analizar e interpretar da sentido a la información obtenida. A continuación, se describen a manera de resumen las tareas básicas que se llevaron a cabo para el proceso de análisis de la información:

- ❖ **Recopilación de la información.** A partir de los resultados obtenidos, se realizó una selección de cuales aportaban evidencias relacionadas con los objetivos de cada TP, tomando en cuenta éstas se procedió a realizar una

revisión y anotaciones previas, las cuales permitieron concebir ideas generales sobre su contenido.

- ❖ **Reducción de la información.** Reducir la información quiere decir hacerla manejable; la hacemos manejable cuando la codificamos y categorizamos (Bisquerra et al., 2004: 390).

La categorización es entendida como la división y simplificación del contenido a unidades o categorías de acuerdo con criterios temáticos, y la codificación es la operación concreta mediante la cual se asigna a cada unidad de contenido el código propio de la categoría donde se incluye. En esta fase se segmenta el conjunto inicial de datos, a partir de categorías descriptivas que permiten una reagrupación de los datos para identificar patrones, regularidades, principios, así como inconsistencias, incoherencias y discontinuidades (Bisquerra et al., 2004: 359).

Se usa la codificación para comenzar a revelar significados potenciales y desarrollar ideas, conceptos e hipótesis; se va comprendiendo lo que sucede con los datos (empezamos a generar un sentido de entendimiento respecto al planteamiento del problema). Los códigos por su parte son etiquetas para identificar categorías, es decir, describen un segmento de texto, imagen, artefacto u otro material (Hernández et al., 2006: 634).

- ❖ **Disposición y representación de la información.** Ya categorizada y codificada la información, se presentan y disponen los datos de un modo ordenado, mediante algún formato espacial como una gráfica, un diagrama o una matriz (Bisquerra et al., 2004: 390-391). En la presente tesis se optó por gráficas y tablas.
- ❖ **Interpretación de la información.** Según Bisquerra y colaboradores (2004: 391) en este punto se está en disposición de desarrollar una descripción y explicación tentativa de lo que ha ocurrido. Explicar la acción significa que se identifican posibles significados, se teoriza, se construyen modelos, los resultados se vinculan a otros trabajos, se realiza una descripción crítica, etc. Es el momento de dar sentido a las categorías y realizar una explicación que permita crear un marco referencial que dé significado a la investigación. De

esta manera, se dispone de un análisis para dar respuesta a la hipótesis acción o a las acciones que se plantearon.

Es importante recordar que las investigaciones cualitativas no pretenden generalizar de manera probabilística los resultados a poblaciones más amplias, ni necesariamente obtener muestras representativas; incluso, no buscan que sus estudios lleguen a replicarse (Hernández et al., 2006: 9; Boggino y Rosekrans, 2007: 75)

3.3.2 Segundo Ciclo

3.3.2.1 Plan revisado

Tomando en cuenta la información generada en el primer ciclo, principalmente la derivada de la fase de reflexión, se detectaron aciertos y errores para cada TP; a partir de los cuales se procedió a la modificación de las propuestas, dichos cambios se pueden consultar en el capítulo 7.

Para finalizar este capítulo es importante resaltar que, la investigación-acción pretende crear profesionales conscientes, reflexivos y comprometidos en cambiarse a sí mismos, sus prácticas educativas y las situaciones contextuales donde tienen lugar. Busca sujetos críticos de sus acciones a la vez que deseosos de aprender de ellas (Pérez, 2001: 192). En sí misma, la investigación-acción genera formación profesional (Boggino y Rosekrans, 2007: 33).

CAPÍTULO 4.
PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
PRÁCTICOS PROPUESTOS Y ANÁLISIS
DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE
TRES DE ELLOS

CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN DE TRABAJOS PRÁCTICOS PROPUESTOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE TRES DE ELLOS.

Para la Guía Didáctica se diseñaron específicamente seis Trabajos Prácticos (TP), que comprenden actividades relacionadas con el análisis de imágenes, de lecturas, de situaciones cotidianas; actividades de tipo experimental, de investigación bibliográfica, de modelización, etc. Los TP se denominaron como se muestra a continuación:

1. Modelos sin pasarela.
2. ¿Qué le está pasando al piso?
3. ¿Fuerte o débil?
4. ¿Fuerte o concentrado?
5. Arrhenius vs Brønsted-Lowry.
6. Reporteros y editores.

Cada TP esta constituido por: 1. Objetivos, 2. Conocimientos y habilidades antecedentes requeridos en los estudiantes, 3. Desarrollo del Trabajo Práctico, 4. Evaluación y 5. Referencias bibliográficas.

De los seis TP se aplicaron frente a grupo únicamente los siguientes: Modelos sin pasarela, ¿Fuerte o débil? y ¿Fuerte o concentrado? Estos se implementaron con un grupo que cursaba Química III (quinto semestre) en el CCH Sur en el año 2015.

4.1 Descripción de los TP aplicados frente a grupo

Los TP aplicados frente a grupo se muestran a detalle a continuación:

4.1.1 Trabajo Práctico: Modelos sin pasarela

TRABAJO PRÁCTICO: "MODELOS SIN PASARELA"

1. OBJETIVOS

Mediante la implementación de esta actividad se pretende que a través de la observación y el análisis de diversas imágenes el alumno:

- ❖ Manifieste y reflexione sobre sus creencias en torno a los modelos.
- ❖ Reconozca el concepto de modelo utilizado en el campo de la Química.
- ❖ Reconozca que los modelos tienen alcances y limitaciones.

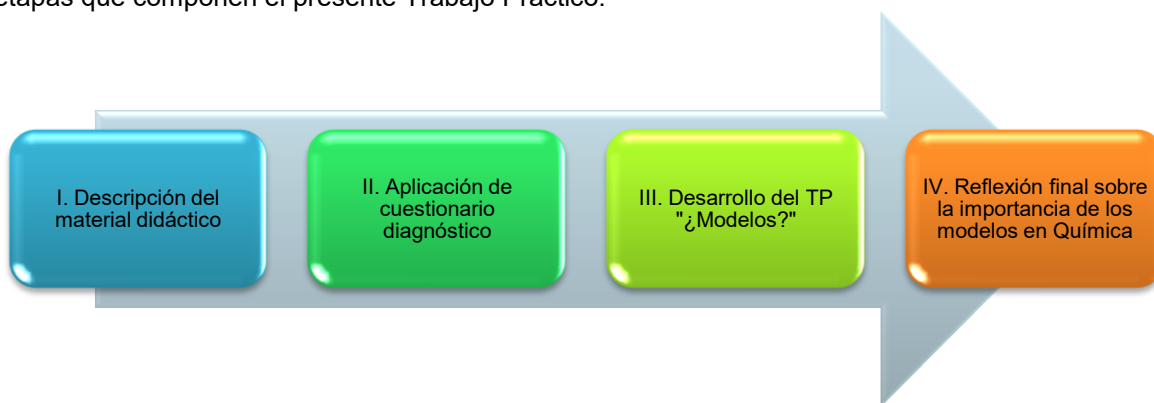
2. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ANTECEDENTES REQUERIDAS EN LOS ESTUDIANTES

Para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea óptimo es deseable que los estudiantes cuenten con los siguientes conocimientos y habilidades previas:

Conocimientos previos	Habilidades previas
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nomenclatura básica ❖ Simbología química 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Comunicación oral ❖ Análisis de información

3. DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

Antes de describirlo detalladamente, a continuación se ilustran en el esquema 1 las principales etapas que componen el presente Trabajo Práctico.



Esquema 1. Resumen de las principales etapas que constituyen el TP.

I. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO

El material que se utiliza son las siguientes imágenes:

a) Modelos de la Ciudad de México



Figura 1. Mapa de las líneas del metro (CDMX) (CDMX)



Figura 2. Mapa del tren suburbano



Figura 3. Mapa de Coyoacán (CDMX)

b) Modelos del cuerpo humano



Figura 4. Modelo para modistas

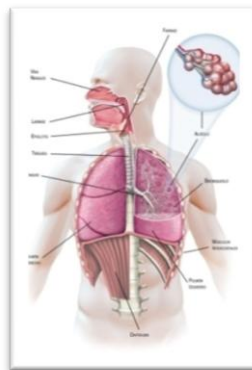


Figura 5. Modelo del sistema respiratorio



Figura 6. Modelo de madera

c) Algunos modelos utilizados en la enseñanza-aprendizaje de la Química

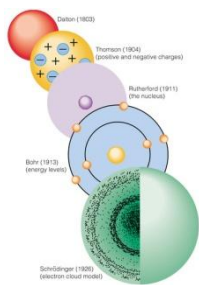


Figura 7. Evolución de los modelos atómicos

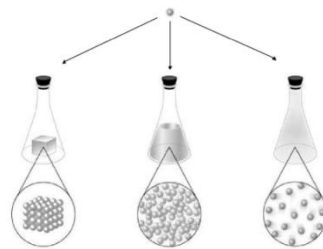


Figura 8. Modelo de los estados de agregación de la materia

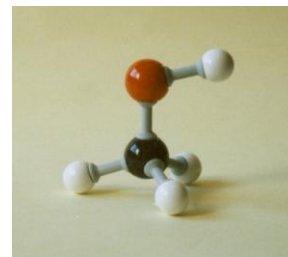


Figura 9. Modelo molecular del metanol

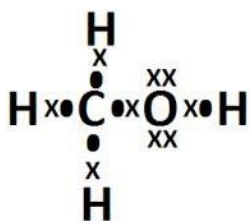


Figura 10. Modelo de Lewis del metanol



Figura 11. Esquema del ciclo del agua

II. APLICACIÓN DE CUESTIONARIO DIAGNÓSTICO

- Con la finalidad de promover que los estudiantes manifiesten sus ideas en torno a la temática de modelos, y de recopilar información sobre estas ideas, se sugiere iniciar la actividad con la aplicación de un breve cuestionario que conste de las siguientes preguntas:
 - ❖ ¿Qué es un modelo? Explica detalladamente.
 - ❖ ¿Cuáles son las características de un modelo? Explica detalladamente.
 - ❖ ¿Para qué se utilizan los modelos en la Química? Explica detalladamente.

III. Desarrollo del TP “¿MODELOS?”

El tiempo estimado para la implementación de este TP es de 50 minutos.

- Al inicio de la actividad se sugiere promover que los estudiantes expliciten mediante lluvia de ideas y en voz alta sus ideas en torno a la palabra modelo. Se espera que las relacionen con publicidad, estilos de ropa, etc.
- Al retomar y contrastar las ideas manifestadas por los estudiantes, mostrar las imágenes de los mapas (figuras 1, 2 y 3). Se puede preguntar si consideran existe relación entre los mapas y los modelos y que justifiquen su respuesta.
- Se debe hacer énfasis en el hecho de que si un modelo es la representación de una parte contextualizada del mundo, entonces los mapas son modelos de la Ciudad de México. Y para hacer énfasis en el hecho de que los modelos poseen un alcance y limitaciones, se pueden hacer preguntas en torno a los mapas como: ¿qué representa cada mapa?, ¿para qué sirve cada mapa?, ¿qué información proporciona cada mapa?, ¿cuál de los mapas es mejor?, ¿qué limitaciones tiene cada uno?, ¿qué alcance tienen?, ¿en qué situación es útil cada mapa? ¿cambiarán con el tiempo? Se le pueden hacer preguntas como ¿qué mapa utilizarían para llegar a la Casa Azul, de Frida Kahlo?, si parten de la Estación del Metro Coyoacán y van caminando, etc.
- Introduzca el concepto científico de modelo (descrito en Chamizo, 2013).

- Para reforzar la idea de que los modelos son representaciones de una parte del mundo, se pueden utilizar preguntas similares a las anteriores utilizando las imágenes que representan al cuerpo humano (Figuras 4, 5 y 6).
- Traslade la idea de los modelos cotidianos a los modelos en las ciencias, en especial en la Química. Para ello, se pueden utilizar las Figuras 7, 8, 9 y 10. Se debe hacer énfasis en sus limitaciones y alcances (su poder explicativo y predictivo).
Las figuras 7 y 8 consisten en representaciones atómicas de la materia. La figura 7 permite observar cómo ha evolucionado el modelo atómico a lo largo del tiempo, se observa cómo en general los modelos resaltan los componentes del átomo con creciente complejidad. Se debe resaltar cómo cada modelo permite estudiar aspectos específicos diferentes del átomo.
Por su parte, la figura 8, mediante la representación del átomo de Dalton, permite observar la forma en que se organizan los átomos en los tres estados de la materia.
Las figuras 9 y 10 representan una molécula de metanol, ambas reflejan su composición, pero mientras que la figura 9 permite visualizar su geometría, la 10 permite analizar los enlaces involucrados.
La figura 11 representa el proceso del ciclo del agua. Con ella se pretende que los estudiantes reflexionen sobre la idea de que los modelos no sólo se utilizan para representar el nivel submicroscópico, sino también el nivel macroscópico.
- Al igual que al inicio de la actividad, se pueden efectuar preguntas como ¿qué representa cada modelo?, ¿para qué sirve cada modelo?, ¿qué información da cada modelo?, ¿cuál de los modelos es mejor?, ¿qué limitaciones tienen?, ¿qué alcance tienen?, etc.
- Es conveniente enfocarse en que los alumnos comprendan el concepto de modelo y no entrar en más detalles como, por ejemplo, su clasificación (mentales, materiales, etc.).

IV. REFLEXIÓN FINAL SOBRE LA IMPORTANCIA DE LOS MODELOS EN QUÍMICA

- Para finalizar el TP es recomendable realizar un recuento del concepto de modelo, sus limitaciones y alcances (su poder explicativo y predictivo).
- Se debe considerar que los estudiantes generalmente creen que los modelos estudiados son absolutos, que representan la verdad revelada, incluso llegan a pensar que ciertos modelos son “reales” y, en ocasiones, tienden a materializarlos como en el caso de los enlaces químicos, etc.
- Se puede mencionar que para el estudio de otras disciplinas científicas como Física, Biología, Geografía, etc., de igual manera se utilizan modelos.

A continuación se presenta en la Tabla 1, un resumen de las principales características de los modelos.

Tabla 1. Algunas de las principales características de los modelos.

Características principales de los modelos
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Un modelo es una representación de un OBJETO, un SISTEMA, un PROCESO, un FENÓMENO, una IDEA, un SENTIMIENTO, o un EVENTO. ❖ Usualmente se basa en analogías. ❖ Se construye contextualizando cierta parte del mundo con un objetivo específico.

- ❖ Todo modelo posee una naturaleza limitada. Cada tipo de modelo aporta cierta información y omite otra; es importante estar conscientes del alcance y limitaciones de cada uno de ellos.
- ❖ La importancia de los modelos radica en su poder explicativo y predictivo.
- ❖ Conocer diversas formas de representar algo (tipos de modelos) puede proporcionar una comprensión más profunda del fenómeno.
- ❖ Los modelos se crean para poner a prueba las ideas; se modificarán cuando se necesite informar de o ayudar al desarrollo de las ideas.
- ❖ No es apropiado juzgar como “incorrecto” un modelo, sólo porque es muy sencillo y no logra explicar todas las características del objeto, fenómeno, etc.

4. EVALUACIÓN

Evaluación del aprendizaje individual

La evaluación individual de conocimientos en el “TP Modelos sin pasarela”, se efectuó mediante las siguientes preguntas, al inicio y después (2 a 3 semanas posteriores) de la implementación de la actividad en el aula:

- ❖ ¿Qué es un modelo? Explica detalladamente.
- ❖ ¿Cuáles son las características de un modelo? Explica detalladamente.
- ❖ ¿Para qué se utilizan los modelos en la Química? Explica detalladamente.
- ❖ Menciona un ejemplo de modelo utilizado en Química, Física o Biología.

5. REFERENCIAS

- ❖ Chamizo, J.A. (2013). A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science & Education*, **22**(7), 1613–1632.
- ❖ Demerouti, M., Kousathana, M., Tsaparlis, G. (2005). Instructional misconception in acid-base equilibria: An analysis from history and philosophy of science perspective. *Science and Education*, **14**, 173-193.

4.1.2 Trabajo Práctico: ¿Fuerte o débil?

TRABAJO PRÁCTICO: “¿FUERTE O DÉBIL?”

1. OBJETIVOS

Mediante la realización de esta actividad experimental (tiempo estimado 100 min.), se pretende que a través de la observación y el análisis de diversos fenómenos macroscópicos el estudiante:

- ❖ Comprenda el concepto de fuerza de ácidos y bases (utilizando el modelo de Arrhenius).

Con la aplicación de este Trabajo Práctico también se pretende minimizar las siguientes concepciones alternativas:

- ❖ Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos (Ross y Munby, 1991; Figueroa *et al.*, 2006; Alvarado, 2012).
- ❖ Un ácido fuerte no se disocia en agua (Demircioglu *et al.*, 2005; Artdej *et al.*, 2010).

Durante la realización de esta actividad es relevante que el profesor procure que los estudiantes comprendan los siguientes enunciados sobre fuerza y concentración de ácidos y bases:

- ❖ Los ácidos y las bases que son electrolitos fuertes (altamente ionizados) se denominan ácidos fuertes y bases fuertes (Hein y Arena, 2001: 380).
- ❖ Los ácidos y las bases que son electrolitos débiles (ligeramente ionizados) se llaman ácidos débiles y bases débiles (Hein y Arena, 2001: 380).
- ❖ La concentración se relaciona con el número de moléculas (moles) presentes por unidad de volumen (Fortman, 1994).
- ❖ Según el modelo de Arrhenius, la diferencia de la fuerza de los ácidos y de las bases se interpreta según los diferentes grados de ionización (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002). De forma tal que, se hace una distinción absoluta entre ácidos fuertes (completamente ionizados en agua) y ácidos débiles (parcialmente ionizados en agua) (De Vos y Pilot, 2001).

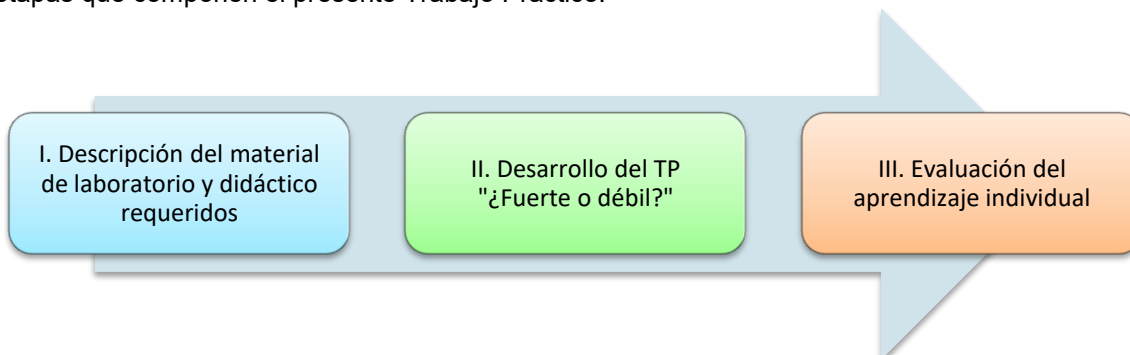
2. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ANTECEDENTES REQUERIDAS EN LOS ESTUDIANTES

Para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea óptimo es deseable que los estudiantes cuenten con los siguientes conocimientos y habilidades previos.

Conocimientos	Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nomenclatura ❖ Concepto de ion ❖ Concepto de corriente eléctrica ❖ Concepto de conductividad ❖ Concepto de concentración ❖ Concepto de ácido y base según el modelo de Arrhenius, así como sus limitaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Búsqueda y análisis de información ❖ Trabajo en equipo ❖ Comunicación (oral y escrita)

3. DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

Antes de describir detalladamente el TP, a continuación se ilustran en el esquema 1 las principales etapas que componen el presente Trabajo Práctico.



Esquema 1. Resumen de las principales etapas que componen el TP.

I. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL REQUERIDO

- ❖ 2 Vasos de precipitados de 50 mL
- ❖ 1 Circuito eléctrico
- ❖ 25 mL Disolución de HCl 1 M
- ❖ 25 mL Disolución de CH₃COOH 1 M
- ❖ Hoja de trabajo para los alumnos (Anexo 1).

II. DESARROLLO DEL TP "¿FUERTE O DÉBIL?"

- Antes de realizar la actividad, los estudiantes deben investigar los conceptos de ion, corriente eléctrica, conductividad, concentración; ácidos y bases de Arrhenius, así como las limitaciones de este modelo (esta actividad se puede dejar como tarea previa).
- Comente grupalmente los conceptos investigados y resuelva dudas al respecto.
- Forme equipos de 3 a 4 personas y darle a cada integrante la primera página de la hoja de trabajo (Anexo 1).
- Solicite a un estudiante del grupo que lea el inciso A de la página 1 del Anexo, donde se les pide a los alumnos que imaginen que tienen unos lentes con los que podrían ver las partículas de ambas disoluciones, y que dibujen como verían las partículas, tomando en cuenta que tienen la misma concentración.
- Muestre a los alumnos las disoluciones en cuestión, y dar aproximadamente 10 minutos para que realicen sus representaciones gráficas.
- Reparta a los alumnos las páginas faltantes de la hoja de trabajo.
- Antes de que se pruebe la conductividad de las disoluciones, promover que los estudiantes predigan individualmente qué esperarían que ocurriera al sumergir los alambres del circuito eléctrico en cada disolución (inciso B del Anexo 1).
- De manera demostrativa realizar el experimento, sumergiendo los alambres del circuito eléctrico en cada una de las dos disoluciones y pedir a los alumnos que anoten sus observaciones (inciso C del Anexo 1). Durante el proceso describir en voz alta cada paso que se realiza.
- Promueva que los alumnos discutan y expliquen en equipo por escrito el fenómeno observado. Se pueden apoyar en los conceptos que investigaron previamente y se les puede proponer que elaboren representaciones a nivel submicroscópico para apoyarse (inciso D del Anexo 1).

- Fomente que cada equipo comparta sus explicaciones y/o representaciones con los demás equipos del grupo (inciso E del Anexo 1).
- Guíe a los alumnos hacia la idea de que el fenómeno de la conductividad eléctrica en las disoluciones está relacionado con la presencia de iones en dichas disoluciones. Que las moléculas en cuestión al disolverse en agua se ionizaron.
Una vez que los estudiantes reconozcan que la presencia de una mayor o menor cantidad de iones se relaciona con la intensidad con la que encendió el foco o con la conductividad eléctrica, guíelos hacia el concepto de fuerza de ácidos. Para esto, se puede preguntar ¿por qué la intensidad con la que encendió el foco de la disolución de HCl es mayor que la intensidad de la disolución de CH₃COOH?, ¿Por qué sucede lo anterior si ambas disoluciones tienen la misma concentración?, si hubiera mayor número de iones en una disolución con respecto a otra, la intensidad con la que encendería el foco en la primera con respecto a la segunda, sería mayor o menor? Para esto es relevante que cada equipo comparta sus explicaciones y/o representaciones con el grupo.
Se debe tratar de que los alumnos reconozcan que la intensidad con la que enciende el foco depende del número de iones presente en las disoluciones, resaltando que ambas disoluciones tienen la misma concentración, pero diferente fuerza. En este punto se les puede preguntar a los estudiantes ¿a qué creen que se refiere el término de fuerza?, para promover que manifiesten de forma espontánea sus ideas al respecto, y se hagan conscientes del significado que se le da al término cotidianamente y qué tan diferente es del utilizado en la Química ácido-base.
- Explique a los alumnos que a la capacidad de ionización de los ácidos y bases se le denomina fuerza, para que con base en esto ellos propongan cómo le denominarían a un ácido que se ioniza casi por completo y a otro que se ioniza poco. Guíelos a que relacionen un alto grado de ionización con “fuerte” y un bajo grado de ionización con “débil”.
- Es relevante que haga explícito que el concepto de fuerza es adecuado en el modelo de Arrhenius, tratándose de una categorización de los ácidos y bases que es absoluta (fuerte o débil). Se deben mencionar las limitaciones del modelo de Arrhenius para que los estudiantes las tomen en cuenta y reconozcan que en los fenómenos estudiados en este TP, el modelo de Arrhenius es factible por tratarse de disoluciones acuosas. Se deben hacer explícitos los niveles de representación en los que se está trabajando (macroscópico, submicroscópico y simbólico).
- Para abordar las aclaraciones anteriores se puede realizar la representación de las partículas de un ácido débil y de uno fuerte, de dos disoluciones con la misma concentración, que sean diferentes a los utilizados en el experimento demostrativo.
- Promueva que los estudiantes se imaginen de nueva cuenta que tienen unos lentes que les permiten ver las partículas de las disoluciones de los ácidos fuertes y débiles que tienen, y que dibujen como verían las partículas de esas disoluciones, tomando en cuenta sus observaciones y explicaciones anteriores (inciso F del Anexo 1).
- Guíe al grupo hacia el concepto de fuerza de las bases.
- Promueva que los estudiantes basándose en las explicaciones concernientes a los ácidos, realicen explicaciones y representaciones con respecto al comportamiento de las bases de Arrhenius: NaOH 1 M y Al(OH)₃ 1 M, las cuales se consideran como fuerte y débil respectivamente (inciso G del Anexo 1). Esta actividad se puede dejar de tarea, si se dispone de poco tiempo, discutiéndose posteriormente de preferencia en el aula.

4. EVALUACIÓN

- Evaluación del aprendizaje individual

Para la valorar el aprendizaje se sugiere que el estudiante conteste la siguiente pregunta:

1. ¿Son lo mismo la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases? Explica detalladamente.

También, se pueden tomar como puntos a evaluar el inciso F y G de la hoja de trabajo del alumno, pues en éstos el alumno tiene que poner en práctica lo aprendido para realizar las representaciones de manera adecuada.

5. BIBLIOGRAFÍA

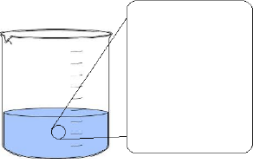
- ❖ Artdej, R., Ratanaroutai, T., Coll, R. and Thongpanchang, T. (2010). Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid–base chemistry. *Research in Science & Technological Education*, **28**(2), 167-183.
- ❖ Demircioglu, G., Ayas, A. y Demircioglu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, **6**(1), 36-51.
- ❖ De Vos, W., Pilot, A. (2001). Acids and bases in layers: The stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*. **78** (4), p. 494-499.
- ❖ Figueroa, R., Utria, C. y Colpas, R. (2006). Entendimiento conceptual de los estudiantes del nivel básica secundaria sobre el concepto de ácido. *Tecné, Episteme y Didaxis*, **19**, 22-31.
- ❖ Fortman, J. (1994). Pictorial analogies XI: Concentrations and acidity of solutions. *Journal of Chemical Education*,. **71**(5), 430-432.
- ❖ Hein, M. y Arena, S. (2001). Fundamentos de Química. México: Thomson Learning.
- ❖ Jiménez-Liso, M. R., De Manuel Torres, E., González García, F., Salinas López, F. (2000). La utilización del concepto del pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, **18**(3), p. 451-461.
- ❖ Ross, B. y Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high school students' understanding of acids and bases. *International Journal of Science Education*, **13**, 11-23.

A continuación se incluyen algunas capturas en tamaño reducido de los incisos presentes en la hoja de trabajo a los que hace referencia el TP.

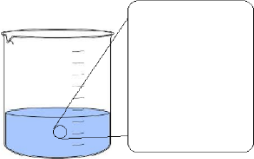
Nombre: _____ Grupo: _____ Equipo: _____

Instrucciones: Contesta detalladamente lo que se te pide.

A. Con respecto a las disoluciones de los ácidos de Arrhenius HCl 1M y CH_3COOH 1M que se te muestran. Imagina que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones. Dibuja como verías las partículas tomando en cuenta que las disoluciones tienen la misma concentración. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.



Disolución de ácido clorhídrico 1M:



Disolución de ácido acético 1M:

Figura 1. Inciso “A” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o débil”.

B. Responde de manera individual. ¿Qué esperarías observar cuando se sumerjan los alambres del circuito eléctrico en cada disolución? Explica tu respuesta

C. Observa lo que ocurre al sumergir los alambres del circuito eléctrico en cada disolución y anota tus observaciones.

Disolución de ácido clorhídrico 1M:

Disolución de ácido acético 1M:

D. Con ayuda de tus compañeros de equipo explica el comportamiento de cada disolución. Si lo crees conveniente te puedes apoyar en los conceptos que has investigado en el transcurso de las clases.

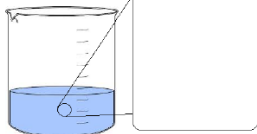
Disolución de ácido clorhídrico 1M:

Figura 2. Incisos “B”, “C” y “D” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o débil”.

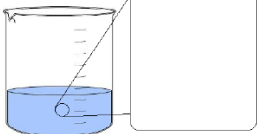
Disolución de ácido acético 1M:

E. Compartan con el grupo sus explicaciones.

F. Imagina de nuevo que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones, dibuja como se verían las partículas; toma en cuenta tus observaciones y las explicaciones anteriores. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.



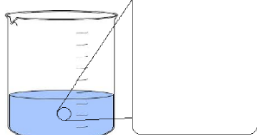
Disolución de ácido clorhídrico 1M:



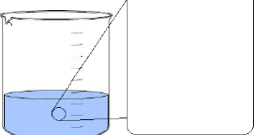
Disolución de ácido acético 1M:

Figura 3. Incisos “D” (continuación), “E” y “F” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o débil”.

G. Con respecto a las bases de Arrhenius NaOH 1M y Al(OH)_3 1M, las cuales son consideradas como fuerte y débil respectivamente. Imagina que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones. Dibuja como serían sus partículas tomando en cuenta que las disoluciones tienen la misma concentración. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.



Disolución de hidróxido de sodio 1M:



Disolución de hidróxido de aluminio 1M:

Figura 4. Inciso “G” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o débil”.

4.1.3 Trabajo Práctico: ¿Fuerte o concentrado?

TRABAJO PRÁCTICO: “¿FUERTE O CONCENTRADO?”

1. OBJETIVOS

Mediante la realización de esta actividad (tiempo estimado 100 min.), se pretende que a través de la observación y el análisis de diversos fenómenos macroscópicos, el estudiante:

- ❖ Reafirme los conceptos de concentración y de fuerza de ácidos y bases (utilizando el modelo de Arrhenius).
- ❖ Diferencie los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases, según el modelo de Arrhenius.

Con la aplicación de este TP también se pretende minimizar las siguientes concepciones alternativas:

- ❖ Fuerza es sinónimo de concentración (Fortman, 1994; Hand, 1989; Alvarado-Zamorano *et al.*, 2013).
- ❖ Un ácido fuerte es siempre un ácido concentrado (Demircioglu *et al.*, 2005).
- ❖ Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos (Ross y Munby, 1991; Figueroa *et al.*, 2006).
- ❖ Un ácido fuerte no se disocia en agua (Demircioglu *et al.*, 2005; Artdej *et al.*, 2010).

Durante la realización de esta actividad es relevante que el profesor procure que los estudiantes comprendan los siguientes enunciados sobre fuerza y concentración de ácidos y bases:

- ❖ A los ácidos y las bases que son electrolitos fuertes (altamente ionizados) se les denomina ácidos fuertes y bases fuertes (Hein y Arena, 2001: 380).
- ❖ A los ácidos y las bases que son electrolitos débiles (ligeramente ionizados) se les denomina ácidos débiles y bases débiles (Hein y Arena, 2001: 380).
- ❖ La mayor parte de los ácidos son ácidos débiles, los cuales se ionizan, sólo en forma limitada, en el agua (Chang, 2007, 652).
- ❖ La concentración se relaciona con el número de moléculas (moles) presentes por unidad de volumen (Fortman, 1994).
- ❖ Según el modelo de Arrhenius, la diferencia de la fuerza de los ácidos y de las bases se interpreta según los diferentes grados de ionización (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002). De forma tal que, se hace una distinción absoluta entre ácidos fuertes (completamente ionizados en agua) y ácidos débiles (parcialmente ionizados en agua) (De Vos y Pilot, 2001).

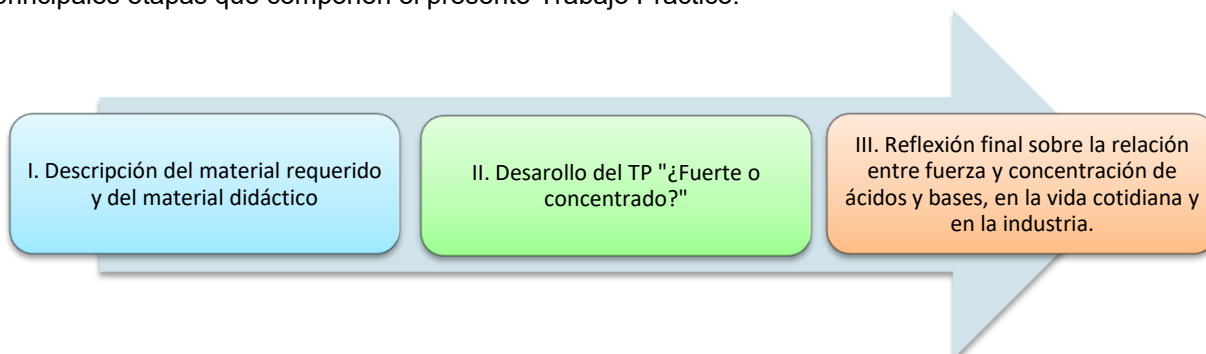
2. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ANTECEDENTES REQUERIDOS EN LOS ESTUDIANTES

Para que el proceso de enseñanza-aprendizaje de concentración y fuerza de ácidos y bases sea óptimo, es deseable que los estudiantes posean los siguientes conocimientos y habilidades previos.

Conocimientos	Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nomenclatura inorgánica básica. ❖ Concepto de ion ❖ Concepto de corriente eléctrica ❖ Concepto de conductividad ❖ Concepto de concentración ❖ Conceptos de ácido y base según el modelo de Arrhenius, así como sus limitaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Búsqueda y análisis de información ❖ Trabajo en equipo ❖ Comunicación (oral y escrita)

3. DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

Antes de describir detalladamente este TP, a continuación se ilustran en el **esquema 1** las principales etapas que componen el presente Trabajo Práctico.



Esquema 1. Resumen de las principales etapas que componen el TP “Fuerte o concentrado”.

I. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL REQUERIDO POR EQUIPO

- ❖ 4 Vasos de precipitados de 50 mL
- ❖ 1 Circuito eléctrico
- ❖ 25 mL Disoluciones de HCl 1 M, 0.007 M
- ❖ 25 mL Disoluciones de CH₃COOH 1 M, 0.007 M
- ❖ Hoja de trabajo para los alumnos (Anexo 1).

II. DESARROLLO DEL TP "¿FUERTE O CONCENTRADO?"

- Antes de realizar esta actividad, los estudiantes deben investigar (en caso de que no se haya realizado el TP “¿Fuerte o débil?” en clase) los conceptos de ion, corriente eléctrica, conductividad, concentración; ácidos y bases según el modelo de Arrhenius, así como las limitaciones de este modelo (en su caso, esta actividad se puede dejar como tarea previa).

Se puede iniciar la actividad preguntando a los estudiantes acerca de estos conceptos para corroborar que los comprenden.

- Forme equipos de 3 a 4 personas y proporciónale a cada integrante las primeras dos páginas de la hoja de trabajo (Inciso A del Anexo 1).
- Pídale a un estudiante del grupo que lea el inciso A de la página 1 del Anexo, donde se le solicita a los alumnos que imaginen que tienen unos lentes con los que podrían ver las partículas de ambas disoluciones, y que dibujen como verían las partículas (tomando en cuenta que son diferentes ácidos y que están a diferentes de concentraciones).
- Muestre a los alumnos las disoluciones en cuestión, y dé aproximadamente 15 minutos para que realicen sus representaciones y descripciones.
- Reparta a los alumnos las páginas faltantes de la hoja de trabajo.
- Antes de que se pruebe la conductividad de las disoluciones, promueva que los estudiantes predigan individualmente qué esperarían que ocurriera al sumergir los alambres del circuito eléctrico en cada disolución (inciso B del Anexo 1).
- De manera demostrativa realice el experimento, sumergiendo los alambres del circuito eléctrico en cada una de las dos disoluciones y pida a los alumnos que anoten sus observaciones (inciso C del Anexo 1). Durante el proceso describa en voz alta cada paso que se realiza.
- Promueva que los alumnos expliquen en equipo el fenómeno observado; se pueden apoyar en los conceptos que investigaron previamente y se les puede proponer que elaboren representaciones a nivel submicroscópico para apoyarse (inciso D del Anexo 1).
- Guíe a los alumnos hacia la idea de que el fenómeno de la conductividad eléctrica en las disoluciones está relacionado con la presencia de iones en dichas disoluciones. Que las moléculas en cuestión al disolverse en agua se ionizaron.
- Promueva que los alumnos indiquen cuáles son los iones que están presentes en cada disolución, tomando en cuenta que ambas disoluciones son ácidos de Arrhenius. Para esto es importante que cada equipo comparta sus explicaciones y/o representaciones con el grupo (inciso E del Anexo 1).
- Una vez que los estudiantes identifiquen los iones involucrados en la conductividad eléctrica, guíeles para que recuerden (reconozcan de ser el caso) el concepto de fuerza de ácidos. Para esto puede preguntarles ¿por qué la intensidad con la que enciende el foco de la disolución de HCl 1 M es mayor que la intensidad en la disolución de CH₃COOH 1 M?, ¿tiene importancia el hecho de que ambas disoluciones tienen la misma concentración?, ¿si hubiera muchos iones en una disolución, la intensidad con la que enciende el foco sería mayor o menor?, ¿si hubiera pocos iones en una disolución, la intensidad con la que enciende el foco sería mayor o menor?, ¿por qué la intensidad con la que enciende el foco de la disolución de HCl 1 M es mayor que la intensidad de la disolución de HCl 0.007 M?, ¿Por qué es diferente la intensidad de luz si son disoluciones del mismo ácido?, ¿qué relevancia tiene la concentración?, etc. Para esto es importante que cada equipo comparta sus explicaciones y/o representaciones con el grupo. Se debe tratar que los alumnos reconozcan que la intensidad con la que enciende el foco depende del número de iones presente en las disoluciones, resaltando que ambas disoluciones tienen la misma concentración, pero presentan un diferente grado de ionización. Explicarles (de ser el caso) que a la capacidad de ionización de los ácidos se le denomina fuerza; con base en esto que ellos propongan cómo le denominarían a un ácido que se ioniza casi por completo y a otro que se ioniza poco. Guiarlos a que relacionen un alto grado de ionización con “fuerte” y un bajo grado de ionización con “débil”.

- Guíe a los alumnos a que reconozcan que la fuerza de los ácidos es diferente que su concentración, que hay relación entre estos conceptos, pero que no son sinónimos. Para ello, puede mostrarles de nueva cuenta la conductividad que exhiben las disoluciones de HCl 1 M y HCl 0.007 M. Para esto es conveniente realizar una discusión grupal y que cada equipo comparta sus explicaciones y/o representaciones con el grupo.
- Es relevante que destaque que se está trabajando con el modelo de Arrhenius para abordar los conceptos de ácido, base y fuerza; incluso, el de concentración. También se deben hacer explícitos los niveles de representación en los que se esté trabajando (macroscópico, submicroscópico y simbólico).
- Promueva que los estudiantes imaginen de nuevo que tienen unos lentes que les permiten ver las partículas de las disoluciones que tienen, y que dibujen como verían las partículas de las disoluciones tomando en cuenta sus observaciones y explicaciones anteriores (inciso F del Anexo 1).
- Si cuenta con tiempo suficiente, se puede realizar (para que los alumnos se familiaricen con los conceptos abordados) la repetición del experimento anterior con NaOH 1 M y 0.007M, y Al(OH)₃ 1 M y 0.007 M. De no ser posible, se puede continuar sin problema con los puntos posteriores del Trabajo Práctico.
- Traslade los conceptos de fuerza y concentración al caso de las bases.
- Fomente que los estudiantes considerando las explicaciones concernientes a los ácidos, realicen explicaciones y representaciones respecto al comportamiento de las bases de Arrhenius NaOH 1 y 0.007 M y Al(OH)₃ 1 y 0.007 M, las dos primeras consideradas como fuertes y las dos restantes como débiles. Guíe al grupo hacia el concepto de fuerza de las bases (inciso G del Anexo 1). Resalte la idea de que la fuerza de los ácidos y las bases es diferente que su concentración.

III. REFLEXIÓN FINAL SOBRE LA RELACIÓN ENTRE FUERZA Y CONCENTRACIÓN DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES EN LA VIDA COTIDIANA Y LA INDUSTRIA

- Para finalizar el Trabajo Práctico se debe realizar una reflexión global sobre las ideas y los conceptos revisados (haciendo énfasis en los conceptos de ácidos y bases de Arrhenius, concentración y fuerza).
- Es relevante resaltar la importancia de la diferencia entre fuerza y concentración de ácidos y bases en la vida cotidiana y en la industria.
 - Se puede mencionar que los ácidos fuertes en la naturaleza no siempre están concentrados. Por ejemplo, el HCl es un ácido fuerte y está presente en los jugos gástricos con una baja concentración. Sin embargo, cuando por diversas razones esta concentración aumenta se generan diversas alteraciones de salud asociadas a la enfermedad denominada gastritis. Por otra parte, el HCl concentrado se utiliza en la industria minera, y en el hogar se usa para la limpieza de pisos de cemento. Otros ácidos fuertes como el HNO₃ y H₂SO₄, también están en constante contacto con nosotros a través de la lluvia ácida, pero en esta situación la concentración de dichos ácidos es muy baja.
 - Por su parte, las bases NaOH y KOH que se clasifican como bases fuertes, las podemos encontrar con una baja concentración en los productos de limpieza conocidos como destapacaños; y concentradas se utilizan en la industria productora de jabones y detergentes.
 - Las bases débiles Al(OH)₃ y Mg(OH)₂ utilizadas a bajas concentraciones, comúnmente son los componentes principales de los medicamentos denominados antiácidos.

-Hay que resaltar también, que la mayor parte de los ácidos con los que tenemos contacto diariamente son ácidos débiles con bajas concentraciones. Por ejemplo, el ácido acético (conocido comercialmente como vinagre), que consumimos como aderezo de ensaladas, es un ácido débil y está a una baja concentración. Lo mismo ocurre en el caso de otros ácidos débiles como el ácido cítrico (presente en frutas y dulces), el ácido acetilsalicílico (presente en las aspirinas), ácido tartárico (utilizado en repostería), etc., que están presentes en diversos productos de consumo cotidiano.

4. EVALUACIÓN

- Evaluación del aprendizaje individual

Para la valorar el aprendizaje se sugiere que los estudiantes contesten las siguientes preguntas:

- ❖ ¿Son lo mismo la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases? Explica detalladamente.
- ❖ Representa las partículas que constituirían un ácido fuerte y a un ácido concentrado. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.
- ❖ Representa las partículas que constituirían una base débil y una base diluida. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Alvarado-Zamorano, C., Cañada, E., Mellado, V. y Garritz, A. Dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad, y el conocimiento didáctico del contenido de profesores mexicanos de bachillerato. Trabajo presentado en el IX Congreso Internacional de “Investigación en Didáctica de las Ciencias” del 9 al 12 de septiembre de 2013 en Girona. Recuperado el 28 de diciembre de 2014 de http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art_539.pdf
- ❖ Artdej, R., Ratanaroutai, T., Coll, R. and Thongpanchang, T. (2010). Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid–base chemistry. *Research in Science & Technological Education*, **28**(2), 167-183.
- ❖ Chang, R. (2007). Química. China: McGrawHill
- ❖ Demircioglu, G., Ayas, A. y Demircioglu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, **6**(1), 36-51.
- ❖ De Vos, W., Pilot, A. (2001). Acids and bases in layers: The stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*. **78**(4), p. 494-499.
- ❖ Figeroa, R., Utria, C. y Colpas, R. (2006). Entendimiento conceptual de los estudiantes del nivel básica secundaria sobre el concepto de ácido. *Tecné, Episteme y Didaxis*, **19**, 22-31.
- ❖ Fortman, J. (1994). Pictorial analogies XI: Concentrations and acidity of solutions. *Journal of Chemical Educatio*,. **71**(5), 430-432.
- ❖ Hand, B. (1989). Student understandings of acids and bases: A two year study. *Research in Science Education*, **19**,133-144.

- ❖ Hein, M. y Arena, S. (2001). Fundamentos de Química. México: Thomson Learning.
- ❖ Jiménez-Liso, M. R., De Manuel Torres, E., González García, F., Salinas López, F. (2000). La utilización del concepto del pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, **18**(3), p. 451-461.
- ❖ Ross, B. y Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high school students' understanding of acids and bases. *International Journal of Science Education*, **13**, 11-23.

A continuación se incluyen algunas capturas en tamaño reducido de los incisos presentes en la hoja de trabajo a los que hace referencia el TP.

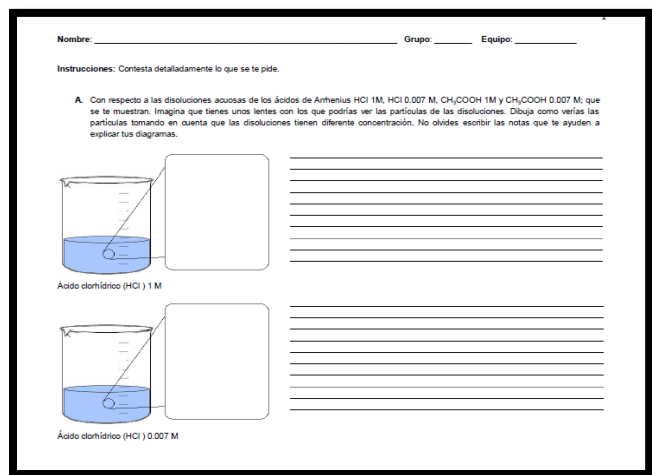


Figura 1. Inciso "A" de la hoja de trabajo del TP "Fuerte o concentrado".

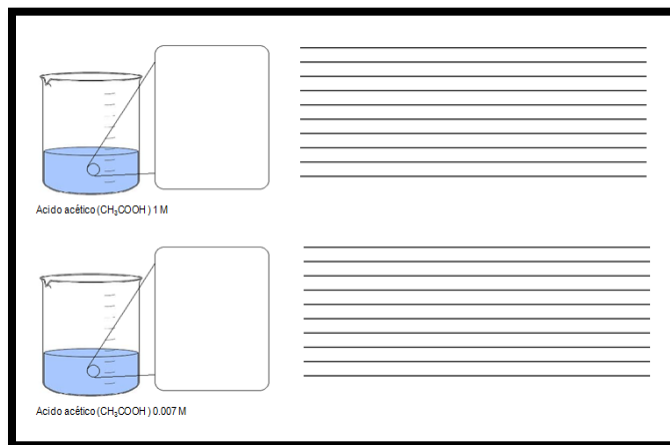


Figura 2. Inciso "A" (continuación) de la hoja de trabajo del TP "Fuerte o concentrado".

B. Responde de manera individual. ¿Qué esperarías observar cuando se sumerjan los alambres del circuito eléctrico en cada disolución? Justifica tus respuestas.

Disolución	Lo que espero que ocurra y el por que
Ácido clorhídrico 1 M	
Ácido clorhídrico 0.007 M	
Ácido acético 1 M	
Ácido acético 0.007 M	

C. Observa lo que ocurre al sumergir los alambres del circuito eléctrico en cada disolución y anota tus observaciones.

Disolución	Observaciones
Ácido clorhídrico 1 M	
Ácido clorhídrico 0.007 M	
Ácido acético 1 M	
Ácido acético 0.007 M	

Figura 3. Incisos “B” y “C” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.


D. ¿Tus predicciones concuerdan con lo que observaste? Con ayuda de tus compañeros de equipo explica el comportamiento de cada disolución. Si lo crees conveniente te puedes apoyar en los conceptos que has investigado en el transcurso de las clases.

Disolución	Explicación
Ácido clorhídrico 1 M	
Ácido clorhídrico 0.007 M	
Ácido acético 1 M	
Ácido acético 0.007 M	

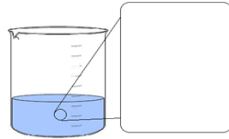
E. Compartan con el grupo sus explicaciones.

Figura 4. Incisos “D” y “E” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

F. Imagina de nuevo que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones, dibuja como se verían las partículas de las disoluciones; toma en cuenta tus observaciones y las explicaciones anteriores. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.



Ácido clorhídrico (HCl) 1 M



Ácido acético (CH₃COOH) 1 M

Figura 5. Inciso “F” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

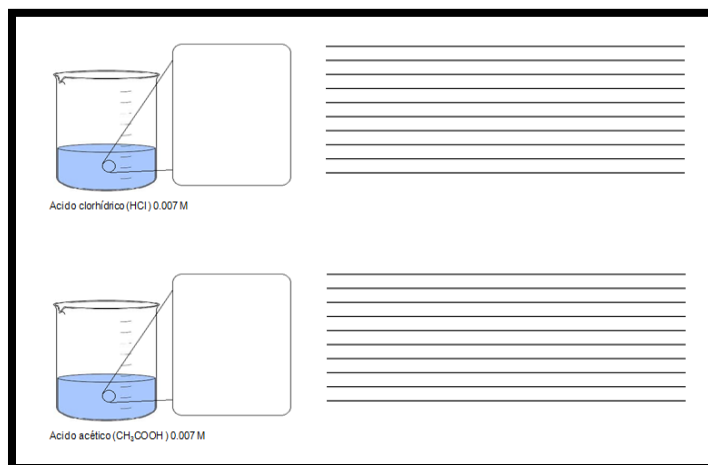


Figura 6. Inciso “F” (continuación) de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

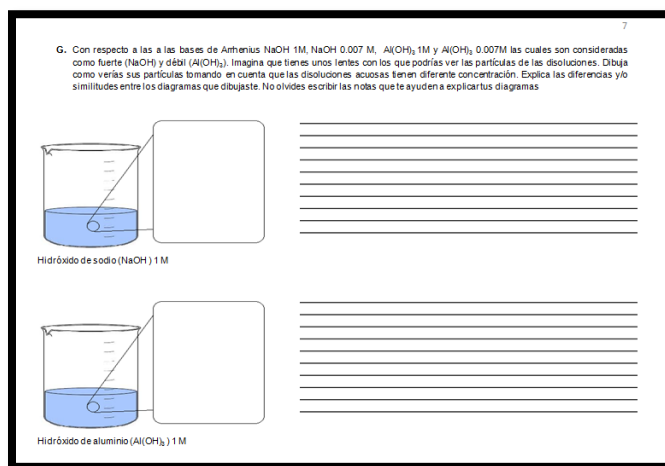


Figura 7. Inciso “G” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

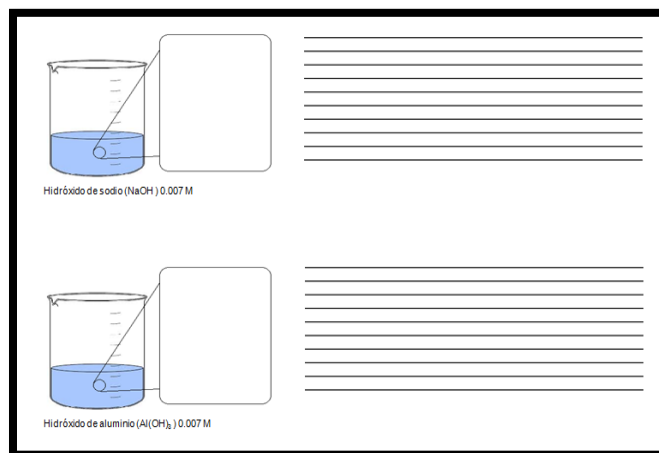


Figura 8. Inciso “G” (continuación) de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

4.2 Descripción de los TP no aplicados frente a grupo.

Debido principalmente al poco tiempo disponible para desarrollar todos los TP frente a grupo, tres de ellos no se aplicaron. A continuación se describe brevemente en qué consiste cada uno, estos pueden consultarse completos en los Anexos.

4.2.1 Trabajo Práctico: ¿Qué le está pasando al piso?

Consiste en el planteamiento de un problema basado en una situación cotidiana asociada a un fenómeno ácido-base, para el cual se requiere que los estudiantes propongan soluciones viables tras realizar un análisis de la información disponible al respecto y la posterior comprobación experimental de sus hipótesis.

4.2.2 Trabajo Práctico: Arrhenius vs Brønsted-Lowry

Parte del planteamiento de una pregunta basada en un remedio casero utilizado para la acidez estomacal (NaHCO_3); para responderla adecuadamente es necesario que los estudiantes realicen algunas actividades experimentales y tomen en cuenta los fundamentos básicos de los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y de Brønsted-Lowry.

4.2.3 Trabajo Práctico: Reporteros y editores.

Se basa en el análisis y crítica de una noticia sobre un problema ambiental ocurrido en México en el 2014 (el derrame de sulfato de cobre acidulado en el río Sonora), la cual los estudiantes deben reescribir con la finalidad de ahondar en los hechos ocurridos, señalar la importancia del evento suscitado, resaltar los fenómenos ácido-base asociados, sus consecuencias ambientales, económicas, legales, de salud, etc.

4.3 Resultados de los TP aplicados

Cada uno de los tres TP aplicados frente a grupo se describió, se analizó de manera detallada, incluyéndose algunas evidencias representativas, lo cual generó un documento de extensión considerable; razón por la que a continuación se presenta sólo un resumen de los resultados más relevantes obtenidos.

Los resultados y el análisis completo se pueden consultar en los Anexos.

4.3.1 Trabajo Práctico “Modelos sin pasarela”

Al comparar las respuestas del pretest y postest aplicados, se observó que hubo cambios en las ideas exhibidas de los estudiantes, aún en el caso de las categorías “Ideas formales asociadas a modelos” y “Aplicación del concepto.” Con respecto al análisis de las categorías presentadas, de manera general, se puede concluir con base en las ideas manifestadas por los alumnos en el postest, que con respecto a los modelos consideraron que:

- ❖ Un modelo es una representación, ya sea de un fenómeno, un problema matemático, una situación, un proceso, un sistema, etc.
- ❖ Existen diferentes tipos de modelos como gráficos, físicos, matemáticos, conceptuales, etc.
- ❖ Los modelos se caracterizan por ser una aproximación, que son limitados, explicativos, modificables, que simplifican información, etc.
- ❖ Los modelos son una herramienta de apoyo para estudiar fenómenos que ocurren a nivel macroscópico y submicroscópico.
- ❖ Los modelos se utilizan en la asignatura de Química para explicar o representar un fenómeno o proceso. Y, en general, los alumnos no sólo mencionaron los ejemplos revisados en el Trabajo Práctico, sino que pudieron reconocer otros modelos empleados en la asignatura; incluso algunos estudiantes fueron capaces de trasladar el concepto a asignaturas como Biología y Física.

En general, en las respuestas del postest los estudiantes manifestaron ideas que se abordaron durante el desarrollo del Trabajo Práctico.

También, se debe mencionar que aún en el postest algunos estudiantes manifestaron algunas dificultades, tales como:

- ❖ Considerar que los modelos sólo representan "lo que no se puede ver a simple vista".
- ❖ Indicar que los modelos cambian conforme pasa el tiempo, y en este proceso se van "perfeccionando".
- ❖ Mencionar que tienen que representar una "actividad experimental".
- ❖ Señalar que son una representación "abstracta" de un fenómeno.
- ❖ Manifestar que siguen considerando que un modelo se caracteriza por ser o tener "una escala".

Con base en lo anterior, se puede decir que el concepto de modelo parece no tener un alto grado de dificultad para que la mayoría de los alumnos lo comprendan con la estrategia propuesta utilizada por el maestro, para promover en el estudiante una mejor comprensión y a la vez darle más oportunidades de aplicar el concepto: lo cual se puede lograr con una breve investigación por parte de los alumnos, con la aplicación de trabajos prácticos sencillos como el que se presenta en esta tesis, con realizar recordatorios recurrentes sobre el concepto y sus características al abordar nuevos temas; etcétera.

4.3.2 Trabajos Prácticos: ¿Fuerte o débil? Y ¿Fuerte o concentrado?

Los resultados se basaron principalmente en el análisis de las representaciones e ideas expresadas por los estudiantes. A continuación se mencionan algunas de las dificultades e ideas manifestadas, retomadas de las notas, descripciones y/o explicaciones de las representaciones, así como de las respuestas de los incisos que no corresponden ni al pretest, ni al postest:

- ❖ Se mencionó que el ácido que se disocia o ioniza más es más fuerte, y el que menos se ioniza o disocia es menos fuerte; o que el ácido acético es

más débil; esto corresponde a una escala relativa pues es resultado de una comparación, y no a una escala absoluta como se maneja en el modelo de Arrhenius.

- ❖ Se relacionó el concepto de fuerza con la rapidez con la cual se disocia el ácido, considerando erróneamente que un ácido fuerte tiene la capacidad de disociarse más rápido que uno débil.
- ❖ Se confundió fuerza con concentración, pues se indicó que el ácido fuerte liberaba mayor cantidad de iones hidrógeno y se representó una mayor cantidad de moléculas (todas ionizadas), en comparación con el ácido débil donde se representaron menos moléculas (también todas ionizadas).
- ❖ Se asoció la fuerza con la distancia entre las partículas ionizadas, manifestando que las partículas de hidrógeno del HCl se separaban más de las partículas de cloro, y que el hidrógeno del CH_3COOH se separaban menos de las partículas de acetato. Un alumno lo describió así: “El ácido clorhídrico permite mayor flujo de electrones porque sus iones están separados y fluyen más libremente”, y con respecto a la disolución de ácido acético citó: “menor flujo porque es orgánico, sus iones están más unidos”.
- ❖ A pesar de que algunos estudiantes describen de forma adecuada el concepto de ácido débil, no son capaces de representarlo adecuadamente
- ❖ Relacionan la intensidad luminosa (mayor o menor) observada con la conductividad eléctrica (mayor o menor), que se presenta al colocar los dos alambres del circuito eléctrico en las disoluciones en cuestión, pero no se asocia la intensidad luminosa o la conductividad observada con una mayor o menor cantidad de iones presentes en la disoluciones.
- ❖ Se asociaron la intensidad luminosa (mayor o menor) y la cantidad de iones (mayor o menor) presentes en las disoluciones, pero sin representarse adecuadamente.
- ❖ Se consideró el concepto disociación como sinónimo del concepto ionización.

A pesar de que el análisis de estos trabajos prácticos se centró en el concepto de fuerza, también es relevante mencionar que con respecto a la concentración, algunos estudiantes manifestaron diversas creencias y dificultades entre las cuales se tienen las siguientes:

- ❖ En general, los alumnos no tomaron en cuenta la concentración de las disoluciones para realizar sus representaciones, a pesar de que durante la clase se hizo énfasis en que ambas disoluciones tenían la misma concentración. Se les dificultó representar dos disoluciones con la misma concentración, haciéndolo con diferente número de partículas de soluto y/o de disolvente.
- ❖ Algunos estudiantes concibieron que la expresión “las disoluciones tienen la misma concentración”, hacía referencia a que en cada disolución hay igual cantidad de partículas de soluto en relación con las del disolvente.

Como se indicó anteriormente, los estudiantes manifestaron diversas dificultades y creencias, sin embargo, al comparar las respuestas del pretest y postest, se pudieron detectar en éste diversos avances en sus representaciones, descripciones y/o explicaciones, algunas de las cuales se mencionan a continuación:

- ❖ Algunos estudiantes cambiaron sus representaciones iniciales en las que utilizaban el modelo de Dalton o dibujos de bolitas, para usar símbolos químicos.
- ❖ En general, los alumnos escribieron adecuadamente los iones de los ácidos en cuestión, principalmente del HCl.
- ❖ Algunos estudiantes que representaron correctamente las partículas del ácido fuerte en el pretest, no justificaron adecuadamente su representación, sin embargo, en el postest su justificación abordó el concepto de fuerza.
- ❖ Asociaron la intensidad luminosa y/o la conductividad eléctrica (mayor o menor) con la (mayor o menor) cantidad de iones presentes en la disoluciones.

- ❖ Reconocieron que un ácido se ioniza al disolverse en agua, por lo cual la disolución formada es capaz de conducir corriente eléctrica.
- ❖ Describieron al HCl como un ácido fuerte, debido a que es capaz de liberar una mayor cantidad de iones hidrógeno o de ionizarse totalmente.
- ❖ Describieron al CH₃COOH como un ácido débil, debido a que libera una menor cantidad de iones hidrógeno o bien se ioniza parcialmente.
- ❖ Algunos alumnos fueron capaces de representar correctamente dos disoluciones con la misma concentración.
- ❖ Señalaron que el HCl es un ácido fuerte y que el CH₃COOH es un ácido débil, a pesar de no justificar adecuadamente su afirmación.

En general, las notas y representaciones del postest de los alumnos manifestaron diversas ideas que se abordaron durante el desarrollo del Trabajo Práctico.

Después de realizar el análisis se puede concluir que el concepto de fuerza es un concepto complicado de entender por el estudiante, debido a que se requiere que: conozca de antemano el modelo de ácidos y bases de Arrhenius y conceptos como ion, ionización, conductividad, etc.; y, que posea cierto grado de dominio de nomenclatura química, entre otros requisitos. Los cuales a su vez, representan dificultades particulares.

Pero a pesar de ello, se consideró que el avance que mostraron los alumnos es relevante y, es evidente que no es posible que un tema como éste se comprenda de manera adecuada después de trabajarlo solo en una ocasión; por lo que es de vital importancia trabajar la descripción y la representación de la fuerza de ácidos y bases en varias ocasiones, que no necesariamente deben desarrollarse enteramente en el aula, sino que pueden realizarse mediante actividades extraclase.

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE LA GUÍA DIDÁCTICA Y DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS IMPLEMENTADOS

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE LA GUÍA DIDÁCTICA Y DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS IMPLEMENTADOS

5.1 De la Guía Didáctica (GD)

- ❖ La GD puede tener una implicación importante para la labor docente, ya que recopila una gran variedad de información que no es común encontrarla en las fuentes de información más frecuentadas por los profesores (como los libros de texto), y tomando en cuenta que una parte importante de los docentes, por diversas razones, no acude a eventos académicos tales como congresos, cursos-taller, etc., donde se exponen las últimas innovaciones en el ámbito educativo; que en ciertos casos el trabajo colegiado realizado entre profesores es deficiente o nulo; o que debido a diferentes situaciones el docente no posee el tiempo suficiente para desarrollar actividades para abordar el tema; por lo tanto, la GD representa una buena alternativa que trata de acercar a los profesores a la experiencia de otros docentes e investigadores educativos, a información que les ayude a mejorar y/o promover la reflexión sobre su práctica docente.
- ❖ Entre las perspectivas a futuro se tiene:
 - a) Anexar nuevos TP, principalmente orientados al concepto de concentración, pues se consideró que en la propuesta presentada no se profundizó lo suficiente.
 - b) Aplicar frente a grupo los TP desarrollados, pero no aplicados en esta versión de la tesis, así como nuevos TP que se diseñen y desarrollen, para así poder evaluarlos y modificarlos de ser el caso. En su caso, anexarlos a una nueva versión de la GD.
 - c) Proporcionar la versión preliminar de la GD a profesores con experiencia en la impartición del tema, y principalmente a aquellos que estén activos ante grupo a nivel medio superior, para que realicen comentarios y/o evaluaciones que permitan retroalimentar la propuesta y mejorarla.

- d) Actualizar la propuesta, aún después de terminada esta tesis, ya que se pretende publicar la GD para que esté disponible para los docentes que la requieran.

5.2 De la aplicación de los Trabajos Prácticos (TP).

Como principales conclusiones se pueden mencionar las siguientes:

- ❖ Se diseñaron seis TP orientados al fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases; resalta la importancia de reflexionar sobre el tema al finalizar su aplicación y de vincular la temática con la vida cotidiana de los alumnos, lo cual resultó de interés para ellos. La insuficiente disponibilidad de tiempo para aplicar los trabajos frente a grupo de alumnos, provocó que únicamente se aplicaran tres de ellos.

Los TP se enfocaron inicialmente hacia la enseñanza del modelo de ácidos y bases de Arrhenius, considerando que su adecuada comprensión puede facilitarle a los alumnos entender el por qué se debe utilizar el modelo de Brønsted-Lowry, y que éste es diferente en muchos aspectos al de Arrhenius. De hecho, algunos de los trabajos prácticos hacen la sugerencia explícita de que pueden ser abordados desde la perspectiva de ambos modelos, dependiendo del conocimiento de los estudiantes.

Los trabajos prácticos no poseen una secuencia estricta, aunque están vinculados entre sí, lo cual permite modificar el orden de aplicación de acuerdo al interés, a la necesidad o a la disponibilidad de recursos del profesor.

- ❖ En general, el análisis de los resultados de los tres trabajos prácticos aplicados, permite expresar que se obtuvieron avances importantes en los alumnos con respecto al conocimiento que manifestaron sobre el tema, pero cabe señalar que aún exhibieron diversas dificultades, con relación a las cuales es importante resaltar que:

a) El concepto “modelo” es de suma importancia no solo al abordar la temática de ácidos y bases, si no para el estudio de la Química en general, ya que la trascendencia de los modelos es tal, que se ha dicho que los modelos constituyen la “forma de pensamiento dominante” en la Química (Guerra *et al.*, 2008; Chamizo, 2013a); una comprensión adecuada de este concepto favorece el entendimiento de los estudiantes con respecto a diferentes temáticas. Por lo dicho, es muy recomendable que el docente invierta tiempo para trabajarlo con sus alumnos.

b) El concepto “concentración” es frecuentemente utilizado en diferentes temáticas de los cursos de Química, de diversos niveles educativos, sin embargo, se observó que su comprensión principalmente a nivel submicroscópico continuó siendo deficiente, aún con ciertos avances. Debe reconocerse que debido al poco tiempo disponible, no se le dedicó un mayor tiempo a su estudio.

c) Con relación al concepto “fuerza”, se observó que hubo dificultades principalmente para representarlo, observándose que con frecuencia los alumnos podían explicarlo adecuadamente de manera escrita, pero a la hora de realizar una representación, ésta no concordaba con lo que había escrito. Lo anterior señala la importancia de promover en los estudiantes la realización de representaciones no solo de la temática en cuestión, sino durante el curso en general, ya que una parte importante de la ciencia escolar es la elaboración e interpretación de modelos.

d) Considerando los resultados obtenidos, es importante señalar que antes de abordar el concepto “fuerza”, debe promoverse en primera instancia una comprensión adecuada del concepto “concentración” en los tres niveles de aproximación (macroscópico, submicroscópico y simbólico), con el propósito de que se logre una más adecuada diferenciación entre ambos conceptos.

e) Además, hay que señalar que en Química es importante el uso del lenguaje, y en el caso específico de “fuerza” cobra una importancia particular, ya que suele existir confusión entre los significados de este

término en diferentes contextos, por ejemplo, el significado que se le da en Física (fuerza mecánica, fuerza de gravedad, etc.) o en el ámbito cotidiano (el café está muy fuerte). Este tipo de problemas semánticos son descritos por Jiménez y De Manuel (2002) como la dificultad de no distinguir entre los significados cotidiano y científico; razón por la cual es importante comentar con los alumnos que hay ciertas palabras de uso general, que dependiendo del contexto van a tener un significado específico.

f) Se observó que faltó trabajar más con los alumnos los conceptos fuerza y concentración, lo que representó una de las razones por las cuales se realizaron diversas modificaciones de los trabajos prácticos aplicados, con el fin de mejorarlos para tener una mayor oportunidad de poder apoyar a los estudiantes en la comprensión de los temas. Sin embargo, para comprobar lo anterior, sería necesario volver a aplicar la propuesta a otro grupo de estudiantes, ya que debido al tiempo disponible solo se realizó en una ocasión.

- ❖ Se debe dar énfasis a la vinculación entre los niveles de aproximación macroscópico, submicroscópico y simbólico, pues se observó que a los estudiantes, en general, se les dificulta relacionarlos cuando están estudiando un fenómeno particular. Para ello, puede resultar factible el uso de animaciones y/o simuladores que ayuden a los alumnos a relacionarlos, principalmente para apoyar la visualización en el nivel submicroscópico.
- ❖ Debido al tipo de investigación llevada a cabo y a la población de alumnos con que se trabajó, no se puede realizar una generalización de manera probabilística de los resultados a poblaciones más amplias (Hernández *et al.*, 2006: 9).
- ❖ Entre los factores que promovieron los resultados obtenidos se encuentran: la investigación previa relacionada al tema; el trabajo colaborativo; las discusiones llevadas a cabo por los estudiantes en sus equipos y con el grupo en general; la reflexión realizada al final de cada Trabajo Práctico; las explicaciones grupales efectuadas por el profesor; un ambiente de aula agradable y los ejercicios realizados en casa por los alumnos.

- ❖ La metodología de investigación-acción permitió la planificación, la aplicación, la evaluación y la modificación de los TP aplicados frente a grupo. Además, en sí misma, la investigación-acción genera formación profesional (Boggino y Rosekrans, 2007: 33), lo cual permitió a la autora de este documento adquirir experiencia en la labor docente, así como reflexionar sobre la importancia de analizar, comprender y mantenerse abierto a transformar las propias prácticas educativas.
- ❖ Entre las perspectivas a futuro se tiene la aplicación frente a grupo de los trabajos prácticos que, por cuestiones de tiempo, no se aplicaron en esta ocasión.

También, se pretende realizar un segundo ciclo de investigación-acción respecto a las propuestas modificadas, con la finalidad de observar si hay un impacto positivo en la comprensión de los alumnos por acción de las modificaciones efectuadas.

Además, también se pretende diseñar diversas simulaciones relacionadas principalmente con la fuerza de ácidos y bases de Arrhenius, para apoyar especialmente la aplicación de los trabajos prácticos “¿fuerte o débil?” y “¿fuerte o concentrado?”; pues las disponibles en la red presentan diversas problemáticas que no permitieron implementarlas, siendo la más frecuente que estaban enfocadas en el modelo de Brønsted-Lowry.

Después de la aplicación de los tres TP, se modificaron con base en la información derivada del análisis de los resultados obtenidos y de las notas recopiladas durante su aplicación, donde se presenta la última versión revisada de la GD.

CAPÍTULO 6.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- ❖ Abrahams, I. and Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*. **30** (14), 1945–1969.
- ❖ Alcántara, A. y Zorrilla, J. F. (2010). Globalización y educación media superior en México: En busca de la pertinencia curricular. *Perfiles Educativos*, **32** (127), 38-57.
- ❖ Alvarado, C., Canada, F., Garritz, A., and Mellado, V. (2015). Canonical pedagogical content knowledge by CoRes for teaching acid – base chemistry at high school. *Chemistry Education Research and Practice*, **16** (3), 603 - 618.
- ❖ Alvarado, C. (2012). *Secuencias de enseñanza-aprendizaje sobre acidez y basicidad, a partir del Conocimiento Didáctico del Contenido de profesores de Bachillerato con experiencia docente*. Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura, España.
- ❖ Alvarado, C. R. (2014). La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales en la Educación Media Superior de México. *Revista do IMEAUNILA -RevIU*, **2** (1), 113-128.
- ❖ Alvarado, C. y Garritz, A. (2009). *Un acercamiento al conocimiento didáctico de acidez y basicidad, de profesores mexicanos de bachillerato y licenciatura*. X Congreso Nacional de Investigación Educativa | área 5: educación y conocimientos disciplinares. Celebrado el 21 al 25 de septiembre de 2009 Disponible en http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_05/ponencias/1633-F.pdf
- ❖ Alvarado, C., Cañada, F., Mellado, V. y Garritz, A. (2013). Dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad y el conocimiento didáctico del contenido de profesores mexicanos de bachillerato. IX Congreso internacional sobre

investigación en didáctica de las ciencias. Realizado en Girona, del 9 al 12 de septiembre de 2013. Disponible en <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/305977/395883>

- ❖ Amat, O. (2000). *Aprender a enseñar: una visión práctica de la formación de formadores*. Barcelona: Gestión.
- ❖ B@UNAM (2017). *Bachillerato a Distancia B@UNAM*. Universidad Autónoma de México. Recuperado el 3 de Julio de 2017 de <http://www.bunam.unam.mx/>
- ❖ Balocchi, E., Modak, B., Martínez M., Padilla, K., Reyes, F. y Garritz, A. (2005). Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química Parte II: Concepciones alternativas de 'reacción química' Anexo: cuadernillo 'Masas atómicas relativas de los elementos'. *Educación Química*, **16** (4), 550-567.
- ❖ Bisquerra, R., Dorio, I., Gómez, J., Latorre, A., Martínez, F., Massot, I., Mateo, J., Sabariego, M., Sans, A., Torrado, M. y Vilà, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- ❖ Blanco, J. (2007). La Educación Media Superior: asignatura pendiente. *Eutopia*, **2**, 5-15.
- ❖ Bodrova, E. y Leong, D.J. (2004). *Herramientas de la mente. El aprendizaje desde la perspectiva de Vygotsky*. México: Pearson Prentice Hall.
- ❖ Boggino, N. y Rosekrans, K. (2007). *Investigación-acción: reflexión crítica sobre la práctica educativa: orientaciones prácticas y experiencias*. Sevilla: MAD S.L.
- ❖ Brophy, J. (2001). *Subjet-specific instructional methods and activities. Advances in Research on Teaching*, volumen 8. Emerald Group Publishing Limited. 1-23. Introducción.

- ❖ Caamaño, A. (2003). Modelos híbridos en la enseñanza y en el aprendizaje de la química. *Revista Alambique* [versión electrónica], **35**, 6 páginas. http://www.academia.edu/5989740/Modelos_h%C3%ADbridos_en_la_ense%C3%B1anza_y_en_el_aprendizaje_de_la_qu%C3%ADmica
- ❖ Carr, W. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza, la investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.
- ❖ Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **2** (2), 183-208.
- ❖ Carvajal, E. y Gómez, M. R. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros mexicanos de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. **7**(16), 577-602.
- ❖ CCH (1996). *Colegio de Ciencias y Humanidades. Programas de estudio de Química I a IV*. Recuperado el 27 de Marzo de 2015 de http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_quimica.pdf
- ❖ CCH (2006). *Colegio de Ciencias y Humanidades. Orientación y sentido de las áreas del plan de estudios actualizado*. Recuperado el 16 de Junio de 2015 de http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/planestudios/S_O_%20Area_C_Experimentales.pdf
- ❖ CCH (2015). *Colegio de Ciencias y Humanidades. Misión y filosofía*. Recuperado el 15 de Junio de 2015 de <http://www.cch.unam.mx/misionyfilosofia>
- ❖ CCH (2016). *Colegio de Ciencias y Humanidades. Historia del Colegio de Ciencias y Humanidades*. Recuperado el 16 de Febrero de 2016 de <http://www.cch.unam.mx/historia>

- ❖ Chamizo, J.A. (1997). Evaluación de los aprendizajes. Tercera parte: POE, autoevaluación, evaluación en grupo y diagramas de Venn. *Educación Química*, **8**(3), 141-145.
- ❖ Chamizo, J.A. (2013a). A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science & Education*, **22** (7), 1613–1632.
- ❖ Chamizo, J.A. (2013b). Tecnochemistry: one of chemist ways of knowing. *Foundations of Chemistry*, **15** (2), 157-170.
- ❖ Chamizo, J.A. y Garritz, A. (1988). Una panorámica de la educación de la química en el bachillerato. *Perfiles Educativos*, **41-42**, 3-17.
- ❖ Chaves, A.L. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky. *Educación*, **25** (002), 59-65.
- ❖ Cho, H., Butler, K. and Nordland, F. (1985). An Investigation of High School Biology Textbooks as Sources of Misconceptions and Difficulties in Genetics and Some Suggestions for Teaching Genetics. *Science Education*, **69**(5), 707-719.
- ❖ Córdova, J.L. (1989). Ácidos y bases. La química en la cocina. *Educación Química*, **1** (1), 33-36.
- ❖ De Vos, W., Pilot, A. (2001). Acids and bases in layers: The stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*, **78** (4), p. 494-499.
- ❖ Demerouti, M., Kousathana, M. and Tsaparlis, G. (2005). Instructional misconception in acid-base equilibria: An analysis from history and philosophy of science perspective. *Science and Education*, **14**, 173-193.
- ❖ Diario Oficial (2012). *Decreto por el que se declara la obligatoriedad del Estado de garantizar la educación media superior*. Recuperado el 14 de Junio de 2015 de http://www.iea.gob.mx/webiea/emys/archivos/decreto_educacion_media.pdf

- ❖ Diario Oficial. (2008). *ACUERDO número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato*. Recuperado el 20 de Octubre de 2016 de http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/10905/1/images/Acuerdo_444_marco_curricular_comun_SNB.pdf
- ❖ Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw Hill.
- ❖ Drechsler, M. and Schmidt, H.J. (2005). Textbooks' and teachers' understanding of acid-base models used in chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, **6** (1), 19-35.
- ❖ EDSEN (2016). *Estructura y Dimensión del Sistema Educativo Nacional (EDSEN). Ciclo 2013-2014*. Recuperado el 5 de Febrero de 2016 de http://www.inee.edu.mx/bie_wr/mapa_indica/2014/PanoramaEducativoDeMexico/EstructuraYDimension/Ciclo2013-2014/2014_Ciclo2013-2014__.pdf
- ❖ Eggen, P. y Kauchak, D. (2001). *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. México: Fondo de cultura económica.
- ❖ Elosúa, M.R. (1993). *Estrategias para enseñar y aprender a pensar*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid: Ediciones Narcea.
- ❖ Furió-Más C., Calatayud M. L. and Furió-Gómez C. (2005). How are the concepts and theories of acid-base reactions presented? Chemistry in textbooks and as presented by teachers. *International Journal of Science Education*, **27** (11), p. 1337-1358.
- ❖ Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación*. **42**, 127-152.

- ❖ Giordan, A. (1989). Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones. *Enseñanza de las ciencias*, **7** (1), 53-62.
- ❖ Guerra, G., Alvarado, C., Zenteno, B. y Garritz, A. (2008). La dimensión ciencia-tecnología-sociedad del tema de ácidos y bases en un aula del bachillerato. *Educación Química*, **19**(4), 277-288.
- ❖ Guzmán, J.C., Hernández, G. y García, H. (1994). *Las teorías de la psicología educativa: análisis por dimensiones educativas*. México: Facultad de Psicología, UNAM.
- ❖ Hacking, I. (1996). "La especulación, el cálculo, los modelos y las aproximaciones" en *Representar e intervenir*. México: Paidós.
- ❖ Hawkes S.J. (1992). Arrhenius confuses students. *Journal of Chemical Education*, **69**, 542-543.
- ❖ Hernández G. y López N. (2011). Predecir, observar, explicar e indagar: estrategias efectivas en el aprendizaje de las ciencias. *Educación Química*. **9**, 4-12.
- ❖ Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- ❖ Jiménez, F. (2011). *Los conceptos de ácido y base: concepciones alternativas y construcción del aprendizaje en el aula*. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Bogotá, Colombia.
- ❖ Jiménez, R., Sánchez, A. y De Manuel, E. (2002). Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad o utopía? *Educación Química*. **13**(4), 259-266.
- ❖ Jiménez-Liso, M. R., De Manuel, E., González, F. y Salinas, F. (2000). La utilización del concepto del pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, **18**, (3), p. 451-461.

- ❖ Jiménez-Liso, M.R. y De Manuel, E. (2002). *Dificultades semánticas del término fuerza en el ámbito de la química: polisemia entre los significados químico y cotidiano*. XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de La Laguna, celebrado del 11 al 13 de septiembre. Recuperado de <https://apice.webs.ull.es/pdf/244-011.pdf> el 15/01/16
- ❖ Kaberman, Z. and Yehudit J. D. (2009). Question posing, inquiry, and modeling skills of chemistry students in the case-based computerized laboratory environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **7**, 597-625.
- ❖ Kearney, M. and Treagust, D. (2000). An investigation of the classroom use of prediction-observation-explanation computer tasks designed to elicit and promote discussion of students' conceptions of force and motion. In *annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, USA*. of force and motion. p 1-21. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Matthew_Kearney/publication/237242301_An_investigation_of_the_classroom_use_of_prediction-observation-explanation_computer_tasks_designed_to_elicit_and_promote_discussion_of_students'_conceptions_of_force_and_motion/links/568c556b08aeb488ea2fd566.pdf
- ❖ Latorre, A. (2003). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. España: Graò.
- ❖ Márquez, A. (2014). Retos y tensiones en la EMS. *Perfiles Educativos*, **36** (146), 3-11.
- ❖ Méndez, Y., Alfaro, I. y López, H.C. (2016). *Ciencias 3. Química*. México: Grupo Editorial Patria.
- ❖ Millar, R. (2004). *The Role of Practical Work in the Teaching and Learning of Science*. Paper prepared for the Committee: High School Science Laboratories: Role and Vision, National Academy of Sciences, Washington, DC., October.

- Disponible en https://pdfs.semanticscholar.org/abf1/1d6fa1330f3791b526132821da2cab5f4bd6.pdf?_ga=1.125937421.1461695832.1486752501
- ❖ Millar, R., Le Maréchal, J.F. y Tiberghien, A. (1999). "Mapping" the domain - varieties of practical work. In J. Leach, and A. C. Paulsen (Eds.), *Practical work in science education: Recent research studies*. (pp. 33-59). Roskilde: University of Roskilde Press.
 - ❖ OCDE (2009). *Programme for International Student Assessment (PISA) .Assessment framework-key competencies in reading, mathematics and science*. París: OCDE. P. 128. Recuperado el 16 de Febrero de 2016 de <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf>
 - ❖ Özdemir, H., Bag, H. and Bilen, K. (2011). Effect of Laboratory Activities Designed Based on Prediction - Observation - Explanation (POE) Strategy on Pre-Service Science Teachers' Understanding of Acid-Base Subject. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences (WAJES)*. 169-174.
 - ❖ Parra, D.M. (2003). *Manual de estrategias de enseñanza/aprendizaje*. Antioquia: Ministerio de la Protección Social Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
 - ❖ Peña, A. y Caamaño, A. (2002): *La enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de ácido y base*. Tesis de licenciatura, dirigida por A. Caamaño y A. Garrtiz. México D.F. Facultad de Químicas. Universidad Nacional Autónoma de México.
 - ❖ Pérez, G. (2001). *Investigación cualitativa: retos e interrogantes*. Vol. I. Métodos. Madrid: La muralla.
 - ❖ Porlán, R., García, J.E. y Cañal, P. (1995). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada Editora.
 - ❖ Pozo, J. I. (2003). *Adquisición de conocimiento*. Madrid: Ediciones Morata.

- ❖ Pozo, J.I. (1997). La crisis de la educación científica ¿volver a lo básico o volver al constructivismo? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **14**, 91-104.
- ❖ Román, M. y Díez, E. (1999). *Aprendizaje y currículum. Didáctica socio-cognitiva aplicada*. Madrid: EOS.
- ❖ Sandín, M.P. (2003). *Investigación cualitativa en Educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGrawHill.

- ❖ SEP (2013). Secretaría de Educación Pública (SEP). Programas de estudio 2011. Guía para el maestro-Educación Básica Secundaria. Ciencias. Recuperado el 3 de marzo de http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/PDF/secundaria/ciencias/QUIMICA/DOCUMENTOS/PROGCIENCIAS3QUIM_2013.pdf

- ❖ SEP (2015). Secretaría de Educación Pública (SEP). *La reforma educativa*. Recuperado el 03 de diciembre 2015 de <http://www.gob.mx/sep/reformas/la-reforma-educativa>

- ❖ SEP (2016). Secretaría de Educación Pública (SEP). *Cuarto Informe de Labores 2015-2016*. Recuperado el 28 de junio de 2017 de http://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/informes/labores/2012_2018/4to_informe_de_labores.pdf

- ❖ Serrano, J. M. y Pons, R. M. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa*, **13** (1), 1-27. Recuperado en 17 de noviembre de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412011000100001&lng=es&tlng=es

- ❖ Soussan, G. (2003). *Enseñar las ciencias experimentales. Didáctica y formación*. UNESCO. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Chile: Andros Ltda.

- ❖ Székely, M. (2009). *Avances y transformaciones en la educación media superior*. Recuperado el 15 de Junio de 2015 de <http://virtual.chapingo.mx/prope/lecturas/avances.pdf>
- ❖ Traver, J., Auxiliadora, S., Doménech, F. y Moliner, O. (2005). Caracterización de las perspectivas docentes del profesorado de secundaria a partir del análisis de las variables educativas relacionadas con la acción y el pensamiento docente. *Revista Iberoamericana de Educación*. **36** (8), 1-18.
- ❖ Ulloa, S. y Chamizo, J. (2005). Análisis de los planes de estudio de la asignatura de química básica a nivel medio superior en México. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VII Congreso, 1-5.
- ❖ Uzuntiryaki, E., Boz, Y., Kirbulut, D. and Bektas, O. (2010). Do Pre-service Chemistry Teachers Reflect their Beliefs about Constructivism in their Teaching Practices? *Research in Science Education*, **40** (3), 403-424.
- ❖ Wals, S. (2007). *Conocimientos didácticos para docentes no pedagogos*. México: IPN.
- ❖ Wandersee. J., Mintzes. J., y Novak. J. (1994) *Research on alternative conceptions in science handbook of research on science teaching and learning*. A project of the national Science Teachers Association. MacMillan Publishing Company. Capítulo 5

CAPÍTULO 7.

- ANEXO 1 -

**GUÍA DIDÁCTICA PARA APOYAR EL
PROCESO DE ENSEÑANZA -
APRENDIZAJE DE CONCENTRACIÓN Y
FUERZA DE ÁCIDOS Y BASES**

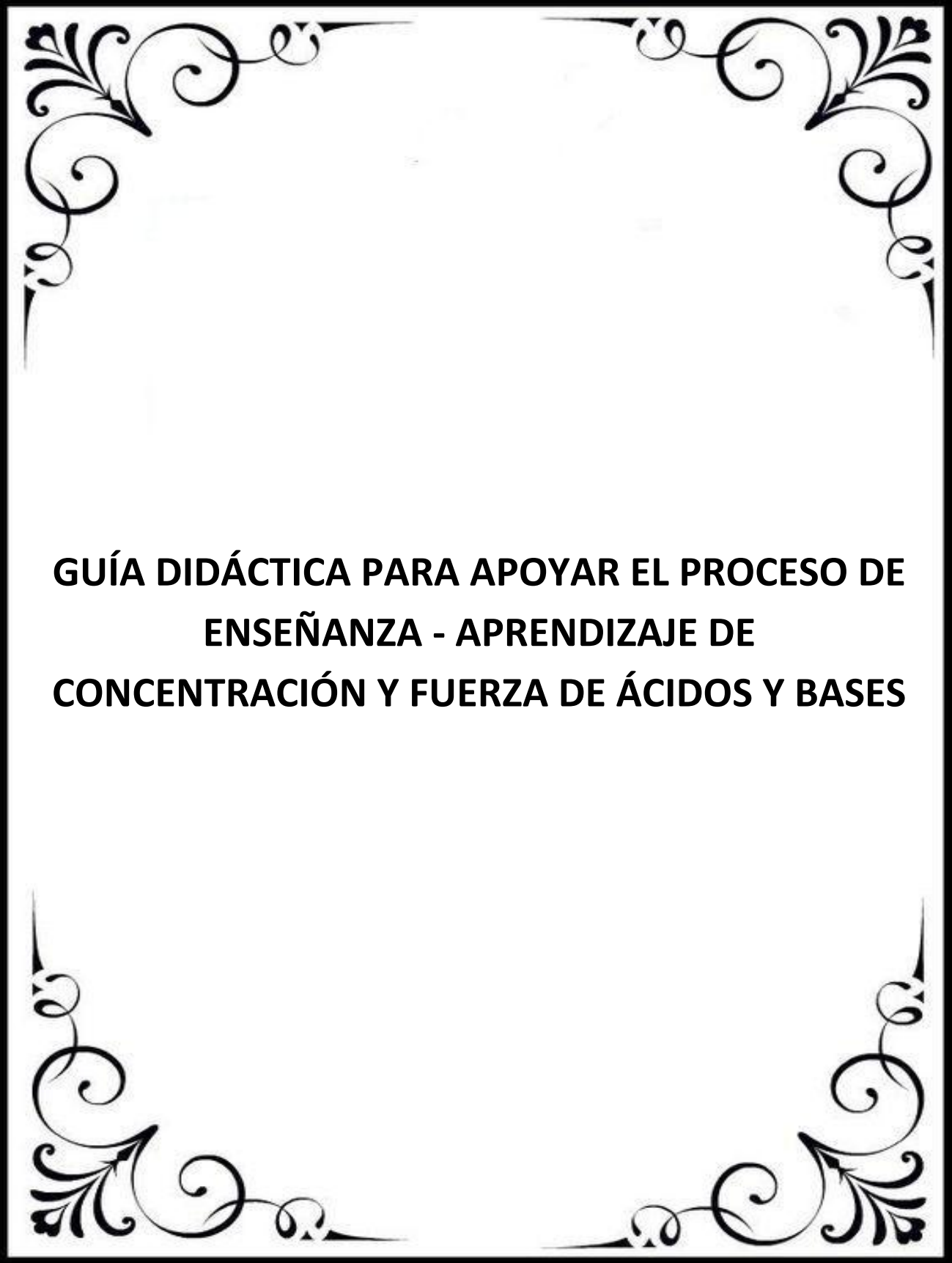
CAPÍTULO 7.

Este capítulo se divide en dos partes, el Anexo 1 se enfoca en describir a detalle la versión preliminar de la Guía Didáctica desarrollada a través de esta tesis; y el Anexo 2 describe a detalle el análisis y los resultados de la aplicación de algunos de los Trabajos Prácticos diseñados para la Guía Didáctica.

ANEXO 1. GUÍA DIDÁCTICA PARA APOYAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE CONCENTRACIÓN Y FUERZA DE ÁCIDOS Y BASES

En las siguientes páginas se presenta la “Guía Didáctica para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de concentración y fuerza de ácidos y bases”. En este documento se retoma información presente en el cuerpo principal de la tesis, parte de la cual se modificó, otra parte se incorporó y es complementaria a la descrita en la tesis.

Se considera como una versión preliminar, pues esta Guía Didáctica se modificará y se anexará información complementaria y actualizada antes de publicarla; además, se anexarán otros Trabajos Prácticos (principalmente que refuercen el concepto de concentración) para ofrecer a los docentes una Guía Didáctica más completa.



**GUÍA DIDÁCTICA PARA APOYAR EL PROCESO DE
ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE
CONCENTRACIÓN Y FUERZA DE ÁCIDOS Y BASES**

ÍNDICE

1. Presentación	126
2. Introducción.....	129
3. Algunos de los enunciados más importantes involucrados	137
4. Mapa conceptual	142
5. Aspectos históricos	143
6. Importancia del aprendizaje de los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases	145
7. Conocimientos y habilidades antecedentes requeridos para su aprendizaje. .	149
8. Dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales en su proceso de enseñanza – aprendizaje y aportaciones sugeridas paraminimizarlas..	153
9. Ejemplos de Trabajos Prácticos (TP) a desarrollar.	160
10. Sugerencias para la prueba y/o evaluación del aprendizaje del tema y, particularmente, de los Trabajos Prácticos	245
11. Algunos conceptos específicos importantes para apoyar el desarrollo de los Trabajos Prácticos	258
12. Anexos.	266
13. Referencias y bibliografía.....	307

1. PRESENTACIÓN

Es grato para las autoras de la Guía Didáctica (GD) presentarles esta herramienta de acompañamiento para el desarrollo de algunos tópicos relacionados a la Química ácido-base, los cuales están presentes en diversos los planes y programas de Educación Media Superior (EMS) en México. Por ejemplo, en los programas utilizados en dependencias de EMS de la UNAM como la Escuela Nacional Preparatoria (ENP, 2017; ENP, 2018), el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH, 2016b) y escuelas incorporadas (DGIRE, 2019); así como en los del Colegio de Bachilleres (CB, 2018), entre otros.

La GD es un documento dirigido a los docentes (principalmente a los que son nuevos impartiendo el tema) de EMS que imparten la asignatura de Química, en cuyos programas presentan temáticas relacionadas con la fuerza y la concentración de ácidos y bases. Es importante mencionar que la GD “no sustituye al libro de texto”, si no que pretende ser una herramienta complementaria, proveer al profesor principalmente de aspectos didácticos y disciplinares que generalmente no se encuentran contenidos en libros de texto convencionales. Ya que la labor del docente no sólo requiere del dominio de los contenidos de la asignatura, sino que también es de suma importancia que el profesor posea conocimientos en el campo de Didáctica y otros recursos relacionados con el tema. Por ejemplo, que cuente con una amplia gama de estrategias de enseñanza, que tome en cuenta los conocimientos previos que requieren los estudiantes para estudiar el tema, así como las concepciones alternativas que pueden manifestar, que considere las diversas dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales que pueden presentarse en el aula al abordar la temática, etc.

También, se debe recalcar que la GD “no es un manual”, ya que éste consiste generalmente en un documento que describe paso a paso cómo realizar una actividad o un procedimiento, de manera que un manual es un documento rígido, el cual generalmente requiere seguir una lista de pasos. En contraste, la GD que se desarrolla a través de estas páginas es un documento flexible, el cual el docente puede consultar y seleccionar la información de su interés, así como los

Trabajos Prácticos (TP) que se adecuen a las necesidades de sus estudiantes y a las propias, a sus recursos (reactivos, materiales didácticos e infraestructura) y, por supuesto, al tiempo disponible para la clase.

El contenido de la GD consta principalmente de información que fue recopilada de diversas fuentes como libros, artículos de revistas especializadas nacionales e internacionales, tesis, etc. Y una parte muy importante de ella consiste en la propuesta de diversos TP diseñados, aplicados y evaluados, especialmente para la GD, que sirven de apoyo para el desarrollo del tema con los estudiantes. Específicamente en esta versión, se aplicaron y evaluaron con estudiantes de un grupo de Química III, del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la UNAM, tres de los seis TP diseñados y desarrollados.

La GD tiene la finalidad de apoyar el proceso de enseñanza–aprendizaje de los conceptos centrales de fuerza y concentración de ácidos y bases, limitándose su contenido sólo a estos, debido a que el tópico de la Química ácido-base es muy extenso. Dicha temática es muy relevante ya que los fenómenos asociados son frecuentes en la naturaleza y en nuestro entorno, desempeñando un papel muy importante en diversos ámbitos del mundo que nos rodea como, por ejemplo, en la industria, la salud, la vida cotidiana, el medio ambiente, etc. Y en el ámbito escolar a Nivel Medio Superior (NMS), el tema presenta diversas problemáticas como dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales, que representan un obstáculo importante para su enseñanza-aprendizaje.

Mediante la GD también se pretende contribuir a los programas de formación y actualización de profesores de Química a NMS pues, es un hecho que a veces los profesores (en México y en muchos otros países), por diversas razones entre las cuales resalta la alta demanda de tiempo y las actividades intrínsecas a las labores docentes, frecuentemente no acceden a la lectura de artículos de revistas (nacionales y/o internacionales) especializadas en investigación en la enseñanza y el aprendizaje en el campo de las ciencias experimentales, no es frecuente que acudan a eventos académicos que les permitan compartir la experiencia de otros profesores y a información que les ayude a mejorar y/o fomentar la reflexión sobre

su práctica en el aula. La GD entonces pretende acercar información de interés de manera práctica a los docentes que lo requieran.

2. INTRODUCCIÓN

Los fenómenos asociados con la Química ácido-base son frecuentes en la naturaleza y en nuestro entorno cotidiano, y juegan un papel relevante en el ámbito de la salud, la industria, el ambiente, etc. Por ejemplo, están presentes en procesos de fabricación de detergentes, de obtención de metales a partir de minerales, de producción de fertilizantes, en la formación de la lluvia ácida, en la corrosión de diversos materiales, en la homeostasis de los seres vivos y están relacionados con padecimientos como la gastritis, la acidosis, la alcalosis, etc.

Resalta la importancia que tiene dicho tópico en el currículo escolar, específicamente en este caso en los programas de Educación Media Superior, siendo fundamental para los estudiantes que ingresarán a carreras de Área II (Ciencias Biológicas y de la Salud) como Medicina, Química, Odontología, Veterinaria y Zootecnia, etc.; y más allá del ámbito escolar está presente en la vida cotidiana ya que estamos en constante contacto con diversos ácidos y bases, y el manejo inadecuado o consumo de algunos de ellos pueden representar riesgos o producir alteraciones en el equilibrio del ambiente, cuyas consecuencias pueden repercutir no sólo en la calidad de la vida humana, sino también en la integridad de la vida de las diversas especies que habitan en los ecosistemas.

Es importante una enseñanza adecuada del tema, aun en los estudiantes que no estén orientados hacia el estudio de alguna disciplina relacionada con el Área II; ya que abordar la Química ácido-base desde diferentes contextos tiene la finalidad de crear conciencia y formar ciudadanos capaces de cuidar su salud y su ambiente, de tomar decisiones con fundamentación científica.

Es importante mencionar que en el contexto escolar el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de ácidos y bases, así como otras temáticas que constituyen los planes y programas de Química en la EMS, se presentan diversas problemáticas debido a la gran cantidad de dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales, relacionadas con el tópico. Entre estas dificultades resaltan las concepciones alternativas manifestadas por los estudiantes y basadas principalmente en sus experiencias; así mismo, diversas

dificultades procedimentales y actitudinales representan un obstáculo importante para la enseñanza-aprendizaje del tema, en general.

Aunado a lo anterior, el estudio de los fenómenos relacionados con los ácidos y las bases es muy amplio, razón que dificulta abordar de manera profunda muchos contenidos relacionados, por lo que en esta Guía Didáctica (GD) se decidió centrar la atención sólo en los conceptos fuerza y concentración de ácidos y bases, así como en las dificultades asociadas a ellos a nivel macroscópico, submicroscópico y simbólico.

Se seleccionaron los conceptos concentración y fuerza, ya que fueron algunos de los conceptos centrales de la Química ácido-base considerados por profesores mexicanos con experiencia en impartir este tema (Alvarado, 2012); conceptos que se caracterizan por ser los más importantes que forman parte del conocimiento disciplinario en los que el profesor divide el tema para su enseñanza (Alvarado y Garritz, 2009; Alvarado *et al.*, 2013; Alvarado *et al.*, 2015).

Para la elaboración de la GD se partió de la idea de que el progreso del aprendizaje depende considerablemente de la acción docente, se reconoce que el profesor desempeña un papel clave en el aula, por ser quien debe guiar a los estudiantes a través de las diversas temáticas del curso. Por esta razón, es de suma importancia que el profesor sea consciente de las dificultades que pueden presentar los estudiantes y como realizar acciones para minimizarlas, que tome en cuenta la importancia de que los alumnos posean los conocimientos previos requeridos antes de abordar nuevas temáticas, que se vinculen los tópicos desarrollados con la vida cotidiana de los estudiantes, etc. Lo anterior, aunado a la implementación de diversas actividades de enseñanza-aprendizaje y a la posterior reflexión sobre ellas, seguramente influirá positivamente en el progreso de los estudiantes.

Este tipo de conocimientos y/o habilidades, generalmente los adquieren los profesores a través de la experiencia, en algunos casos mediante la participación en cursos, eventos académicos, diplomados o posgrados que enriquecen a los docentes de ciencias experimentales con fundamentos didácticos que les ayudan a mejorar su práctica.

Sin embargo, es un hecho que los profesores en México, y en muchos otros países, por diversas razones frecuentemente no acceden a la lectura de artículos de revistas especializadas en investigación en la enseñanza y el aprendizaje en el campo de las ciencias experimentales, tampoco es frecuente que acudan a eventos académicos, que les permitan compartir la experiencia de otros profesores y a información que les ayude a mejorar y/o promover la reflexión sobre su práctica docente.

Dentro del contexto anterior, se dio la necesidad de desarrollar la presente GD, que tiene el propósito de ser una herramienta para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos fuerza y concentración de ácidos y bases, de contribuir a la formación y actualización del profesorado de ciencias experimentales, fundamentalmente para el nivel de EMS; proporcionándole información y sugerencias a los profesores en formación o con poca experiencia en la planificación y el desarrollo del tema en el aula, Trabajos Prácticos con sus respectivas recomendaciones y sugerencias para trabajarlos con los alumnos, etc.

Parte importante de la GD es una recopilación resultante de una amplia búsqueda y análisis de diversos documentos, tales como artículos de reconocidas revistas nacionales e internacionales en el campo de la enseñanza y la investigación en las ciencias experimentales, libros, tesis y otras fuentes documentales.

En la GD destaca la incorporación de Trabajos Prácticos como actividades de enseñanza-aprendizaje (actividades experimentales, análisis de lecturas e imágenes, etc.); los cuales se desarrollaron específicamente para la GD, evaluándose algunos de ellos con alumnos del curso de Química III del Colegio de Ciencias y Humanidades - Plantel Sur.

De esta manera, con la GD se pretende contribuir a los programas de formación y actualización de profesores de Química de bachillerato, acercar información diversa que puede ser de suma utilidad a los profesores, e incluso motivarlos para que lean artículos sobre temas educativos de interés o que participen en eventos académicos de diversa índole (congresos, talleres, diplomados, etc.), y para que

adviertan que muchas dificultades que se le presentan en el aula, también las han tenido otros docentes y conozcan cómo han lidiado con ellas.

Además, tomando en cuenta que el tema de fuerza y concentración de ácidos y bases es muy amplio y que se puede abordar desde diferentes modelos, se consideró importante señalar los alcances y las limitaciones presentes en la Guía Didáctica, las cuales se describen a continuación:

La Guía Didáctica es una herramienta que trata de acercar a los profesores a la experiencia que sobre el tema poseen otros docentes e investigadores educativos, y a información que les ayude a mejorar y/o promover la reflexión sobre su práctica docente; recopila diversas dificultades relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje de fuerza y concentración de ácidos y bases, a nivel macroscópico, submicroscópico y simbólico, reportadas en la literatura; también, compila las recomendaciones de profesores, incluso mexicanos (Alvarado, 2012), de investigadores educativos y propias, para disminuirlas.

Con base en algunas de las dificultades más frecuentes, principalmente ciertas concepciones alternativas sobre el tema, se diseñaron propuestas de Trabajos Prácticos, que se desarrollaron desde una perspectiva constructivista.

A pesar de que en la GD se describen los modelos ácido-base estudiados generalmente a Nivel Medio Superior (modelo de Arrhenius y de Brønsted–Lowry), los trabajos prácticos se enfocaron inicialmente hacia la enseñanza del modelo de Arrhenius, considerando que su adecuada comprensión puede facilitarle a los estudiantes entender las razones por las cuales es necesario hacer un cambio de modelo durante el desarrollo del curso y, por lo tanto, entender por qué se debe utilizar el modelo de Brønsted-Lowry. Pero, hay que resaltar que algunos de los Trabajos Prácticos pueden ser abordados desde la perspectiva de ambos modelos, dependiendo del conocimiento de los estudiantes.

Además, una gran ventaja de los Trabajos Prácticos es que no poseen una secuencia estricta, pero si están vinculados entre sí, lo que permite modificar el orden de su aplicación dependiendo del interés, la necesidad o la disponibilidad de recursos del docente.

Esta GD se centra únicamente en los tópicos de fuerza y concentración, no abordándose directamente temas relacionados importantes como neutralización, pH, etc. Se decidió diseñar Trabajos Prácticos enfocados al estudio del modelo de ácidos y bases de Arrhenius, debido a que una comprensión deficiente de este modelo dificulta el abordaje y la comprensión del modelo de Brønsted–Lowry, así como las razones por las cuales es conveniente y necesario cambiar el modelo a lo largo del desarrollo de la Química ácido-base durante el ciclo escolar de bachillerato. De manera que la propuesta trata de promover que los estudiantes comprendan la importancia y las razones que conllevan a estudiar también el modelo de ácidos y bases de Brønsted–Lowry.

Cabe mencionar que, en general, los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases se abordan con escaso énfasis en algunos programas de estudio de Educación Media Superior, dedicándoles un tiempo menor en comparación a otros tópicos. En los Trabajos Prácticos que se proponen, la duración y la profundidad con que se desarrollan los conceptos de fuerza y concentración son mayores, por lo que el profesor debe evaluar las ventajas que representa que los estudiantes los comprendan, para abordar posteriormente temas relacionados con ellos.

De manera puntual, las limitaciones de la propuesta que se desarrolla a través de esta Guía Didáctica son:

- ❖ Por motivos principalmente de tiempo se enfoca en el modelo de ácidos y bases de Arrhenius, en vez de abarcar también ampliamente el de Brønsted-Lowry.
- ❖ También por el poco tiempo disponible, no todos los Trabajos Prácticos diseñados para la propuesta se pudieron implementar en el aula de clase y, por ende, sólo tres de ellos se pudieron evaluar y rediseñar.

Por otra parte, se debe señalar que la GD es una herramienta para el desarrollo de la temática en cuestión, que “no sustituye al libro de texto”, de manera que tiene una función de acompañamiento y de fuente complementaria, al proveer al

profesor de aspectos didácticos y disciplinares que no son abordados comúnmente en libros de texto convencionales.

Además, se debe recalcar que la GD “no es un manual”, ya que éste generalmente consiste en un texto que presenta paso a paso la forma de realizar un procedimiento o una actividad; usualmente, un manual es un documento rígido que implica seguir una lista de pasos en un orden específico. Mientras que la GD propuesta es un texto flexible, en el que el profesor puede consultar y seleccionar la información de su interés, de acuerdo a las necesidades de sus estudiantes y a las propias, a sus recursos disponibles (tiempo, reactivos, materiales didácticos, infraestructura, etc.). Y en el caso específico de los Trabajos Prácticos, estos se pueden aplicar en general de manera aleatoria, sin necesidad de seguir una secuencia estricta, ya que se diseñaron para estar articulados entre sí y poder aplicarse secuencialmente o en forma aislada.

Para la estructura de la GD se decidió basarse en la descrita por Alvarado (2012, p. 371), docente e investigadora educativa quien describió un esquema donde expone algunos de los puntos más relevantes para la enseñanza-aprendizaje de algunas temáticas de la Química ácido-base. A dicha estructura se le realizaron algunas adecuaciones, siendo la organización final de la información la que se presenta a continuación.

La estructura que conforma la GD es la siguiente:

Índice. Muestra la ubicación, los temas y subtemas principales contenidos en la Guía Didáctica.

- I. **Presentación.** Describe los objetivos generales de la Guía Didáctica.
- II. **Introducción.** Resalta el panorama general, en cuanto a objetivos, amplitud, profundidad y estructura de la Guía Didáctica.
- III. **Algunos de los enunciados más importantes involucrados.** Contiene un compilado de enunciados que se debe procurar que los alumnos comprendan como, por ejemplo: que “fuerza” y “concentración” no son sinónimos.

- IV. **Mapa conceptual.** Presenta al lector una visión general con respecto a la amplitud del abordaje del tema, y resalta los conceptos más importantes involucrados.
- V. **Aspectos históricos.** Hace referencia a la evolución histórica de conceptos involucrados en el tópico de estudio, haciendo énfasis en el dinamismo de los modelos ácido-base, con respecto a fuerza y concentración.
- VI. **Importancia de su aprendizaje.** Aborda la relevancia del aprendizaje significativo del tema, principalmente su aplicación en la vida cotidiana y a nivel escolar.
- VII. **Conocimientos y habilidades antecedentes requeridos para su aprendizaje.** Se refiere a aquellos contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que se requiere que el alumno domine previamente, antes de acceder al proceso de aprendizaje de los tópicos de fuerza y concentración.
- VIII. **Dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales en su proceso de enseñanza – aprendizaje y aportaciones sugeridas para minimizarlas.** Señala las implicaciones que representan las dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales, para la adecuada comprensión del tema, haciendo especial énfasis en las concepciones alternativas que manifiestan los alumnos. Además, contiene sugerencias que pueden ayudar a minimizarlas.
- IX. **Ejemplos de Trabajos Prácticos (TP) a desarrollar.** Describe a detalle seis TP desarrollados específicamente para la Guía Didáctica, los cuales abarcan principalmente las modalidades de actividades experimentales, modelización, análisis de lecturas e imágenes, así como de situaciones cotidianas. Los TP en cuestión se titulan: “Modelos sin pasarela”, “¿Qué le está pasando al piso?”, “¿Fuerte o débil?”, “¿Fuerte o concentrado?”, “Arrhenius vs Brønsted-Lowry” y “Reporteros y editores”.
- X. **Sugerencias para la prueba y/o evaluación del aprendizaje del tema y, particularmente, de los TP.** Este apartado contiene principalmente

recomendaciones para desarrollar los TP con los estudiantes, así como sugerencias para realizar la evaluación del aprendizaje del tema.

- XI. **Algunos conceptos específicos importantes para apoyar el desarrollo de los TP.** En esta sección se describen brevemente contenidos relacionados con los temas para apoyar el desarrollo de los TP como, por ejemplo: Modelización, POE (Predicción – Observación – Explicación), Ionización y disociación, etc.
- XII. **Anexos.** Contienen información que es de utilidad para el lector, como por ejemplo: Descripción extensa de los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y Brønsted-Lowry, hojas de trabajo para el alumno utilizadas en los TP, etc.
- XIII. **Referencias y bibliografía.** Contiene la información de las referencias utilizadas en el desarrollo de la Guía y diversa bibliografía recomendada para el lector, para ampliar el conocimiento sobre diversos temas abordados en esta GD.

Es relevante resaltar que actualmente se están elaborando otras Guías Didácticas con estructura similar, abordando temáticas como ácidos y bases a nivel macroscópico, ácidos y bases de Brønsted-Lowry, minerales, aminoácidos y proteínas, y péndulo simple.

Por último, para finalizar este apartado, se debe mencionar que la presente GD es el producto principal derivado del proyecto de investigación titulado “Desarrollo de Guía Didáctica para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de fuerza y concentración de ácidos y bases”, que se elaboró en el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la UNAM.

3. ALGUNOS DE LOS ENUNCIADOS MÁS IMPORTANTES INVOLUCRADOS

En esta sección se presenta una compilación de algunos enunciados relacionados al tema, para que el docente los seleccione y procure que los estudiantes comprendan. Parte importante de los enunciados se construyó a partir de la observación y la evaluación relacionada a la aplicación y análisis de algunos Trabajos Prácticos frente a grupo; otros fueron recopilados principalmente de libros y artículos.

Para facilitar su consulta los enunciados se organizaron en varias categorías, según los conceptos e información que abordan; y las cuales se desarrollan a continuación:

Modelos:

- ❖ Un modelo puede representar un objeto, un sistema, un proceso, un problema, un fenómeno, una idea, un sentimiento, o un evento.
- ❖ Los modelos no son representaciones “exactas” del mundo, son aproximaciones.
- ❖ Los modelos poseen una naturaleza limitada y un alcance definido; aunque pueden simplificar información, son de gran utilidad por su poder explicativo y predictivo.
- ❖ Es común que existan diferentes modelos que representan de maneras diversas un mismo fenómeno u objeto de estudio.
- ❖ Conocer diversas formas de representar un objeto o fenómeno en estudio puede proporcionar una comprensión más profunda de éste.
- ❖ Cada tipo de modelo aporta cierta información y omite otra, por lo que es importante estar conscientes del alcance y limitaciones de cada uno de ellos.
- ❖ En el caso de que haya diferentes modelos que representen un mismo objeto de estudio, se debe usar el que más convenga dependiendo de las características del problema a tratar.

- ❖ No es apropiado juzgar como “incorrecto” un modelo, sólo porque es muy sencillo y no logra explicar todas las características de un objeto, fenómeno, etc.
- ❖ En general, no hay un modelo mejor que otro, depende de la situación qué modelo es más conveniente utilizar.
- ❖ Los modelos son representaciones tentativas (Demerouti *et al.*, 2005).
- ❖ Los modelos no son absolutos, pueden cambiar conforme pasa el tiempo o conforme la tecnología avanza (lo que permite el estudio y la modelización más detallados de un fenómeno, sistema, proceso, etc.).
- ❖ Existen diferentes tipos de modelos (icónicos, simbólicos, experimentales, etc.) (Chamizo, 2013b).
- ❖ En Química, los modelos son una herramienta de apoyo para estudiar fenómenos que ocurren a nivel submicroscópico y macroscópico.
- ❖ Los modelos se utilizan no sólo en la asignatura de Química para explicar o representar un fenómeno o proceso, también se utilizan comúnmente en otras como Biología, Física, Matemáticas, Geografía, etc.

Modelo de ácidos y bases de Arrhenius:

- ❖ Una sustancia que en disolución acuosa libera iones hidrógeno se considera un ácido.
- ❖ Una sustancia que en disolución acuosa libera iones hidróxido se considera una base.
- ❖ Al reaccionar un ácido y una base se producen sal y agua.
- ❖ Los procesos de ionización y disociación son diferentes, por lo cual no se pueden usar como sinónimos.
- ❖ La fuerza se puede interpretar como la capacidad de un ácido o de una base para ionizarse.
- ❖ La diferencia de la fuerza de los ácidos y de las bases se interpreta según los diferentes grados de ionización (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002). De forma tal que, se hace una distinción absoluta entre ácidos fuertes (completamente ionizados en agua) y ácidos débiles (parcialmente ionizados en agua) (De Vos y Pilot, 2001).

- ❖ Los ácidos y las bases se consideran electrolitos, pues en disolución acuosa son capaces de conducir la electricidad.
- ❖ Los ácidos y las bases que son electrolitos fuertes (altamente ionizados) se denominan ácidos fuertes y bases fuertes (Hein y Arena, 2001: 380).
- ❖ Los ácidos y las bases que son electrolitos débiles (ligeramente ionizados) se denominan ácidos débiles y bases débiles (Hein y Arena, 2001: 380).
- ❖ En general, los ácidos y las bases fuertes son inorgánicos y los débiles son generalmente de tipo orgánico.
- ❖ La mayoría de los ácidos fuertes (de los cuales existen relativamente pocos) son ácidos inorgánicos como el ácido clorhídrico (HCl), el ácido nítrico (HNO₃), el ácido perclórico (HClO₄) y el ácido sulfúrico (H₂SO₄) (Chang, 2007; p. 652).
- ❖ La gran mayoría de los ácidos son débiles y son de tipo orgánico, por ejemplo, el ácido acético (CH₃COOH). (Chang, 2007; p. 652 y 656).
- ❖ Los hidróxidos de los metales alcalinos y los de algunos metales alcalinotérreos son bases fuertes, algunos ejemplos son hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de potasio (KOH) e hidróxido de bario, Ba(OH)₂ (Chang, 2007; p. 652).
- ❖ Los hidróxidos con baja solubilidad en agua se consideran generalmente base débiles, algunos ejemplos son hidróxido de magnesio, Mg(OH)₂, e hidróxido de aluminio, Al(OH)₃.
- ❖ En ciertos casos, el comportamiento ácido-base de ciertas sustancias no se puede explicar mediante el modelo de Arrhenius, por lo que es necesario usar un nuevo modelo (en este caso, el modelo de Brønsted-Lowry).

Modelo de ácidos y bases de Brønsted-Lowry:

- ❖ Un compuesto que dona protones se considera un ácido.
- ❖ Un compuesto que acepta protones se denomina una base.
- ❖ Al reaccionar un ácido y una base se producen los correspondientes ácidos y bases conjugados.
- ❖ Los procesos de ionización y disociación son diferentes, por lo cual no se pueden usar como sinónimos.

- ❖ La fuerza de un ácido se mide por la mayor o menor tendencia a donar un protón, y la de una base por su mayor o menor tendencia a captarlo. La fuerza tiene un significado relativo (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ La fuerza de un ácido depende de factores como las propiedades del disolvente, la temperatura y, por supuesto, la estructura molecular del ácido (Chang, 2007; p. 670).
- ❖ Un indicador de la fuerza relativa que posee un ácido o una base, es la magnitud de su constante de acidez o de basicidad, respectivamente.

Concentración:

- ❖ La concentración se relaciona con el número de moléculas (moles) presentes por unidad de volumen (Fortman, 1994).
- ❖ La concentración es una expresión de la relación existente entre la cantidad de soluto y la de disolvente que conforma una disolución. Existen diferentes formas de expresarla, por ejemplo, la molaridad (M), la normalidad (N), el porcentaje masa-masa (% m/m), el porcentaje masa-volumen (% m/v), el porcentaje volumen-volumen (%v/v), entre otras; la expresión que se utiliza depende del contexto de la situación en estudio.
- ❖ Para poder afirmar que una disolución está más o menos concentrada, es necesario tener un punto de referencia (otra disolución), ya que esta afirmación tiene un carácter relativo.
- ❖ Dos disoluciones con igual concentración presentan la misma relación entre la cantidad de soluto y disolvente.

Fuerza y concentración de ácidos y bases:

- ❖ La fuerza y la concentración son conceptos totalmente diferentes que no se pueden emplear como sinónimos.
- ❖ En una disolución de un ácido o de una base, a mayor cantidad de iones presentes, mayor será su conductividad eléctrica (comparada con la de otra disolución con menor cantidad).

- ❖ En una disolución de un ácido o de una base, a menor cantidad de iones presentes, menor será su conductividad eléctrica (comparada con la de otra disolución con mayor cantidad).
- ❖ La conductividad eléctrica de una disolución depende de dos factores: (1) la concentración total del electrolito, y (2) de su grado de disociación (o de ionización, según el caso). Por ejemplo, una disolución 0.001 M de HCl conducirá la electricidad, pero una disolución 1×10^{-6} M de HCl no la conducirá, a pesar que todas las moléculas de HCl estén ionizadas en iones H^+ y iones Cl^- , en las dos disoluciones (Petrucci *et al.*, 2011; p. 153).
- ❖ En una disolución de un ácido, a mayor cantidad de iones hidrógeno presentes menor será su pH.
- ❖ En una disolución de una base, a mayor cantidad de iones hidróxido presentes mayor será su pH.
- ❖ Una disolución de un ácido fuerte o débil puede estar concentrada o diluida.
- ❖ Una disolución de una base fuerte o débil puede estar concentrada o diluida.

Importancia de la concentración y la fuerza de los ácidos y las bases.

- ❖ Numerosos ácidos y bases juegan un papel relevante en el ámbito de la salud, el medio ambiente, la industria (farmacéutica, alimenticia, cosmética, metalúrgica, entre otras), etc.
- ❖ En la vida cotidiana hay presentes diversos ácidos y bases, no todos tienen las mismas características (por ejemplo, la fuerza y la concentración); por lo cual es erróneo afirmar que todos son peligrosos, fuertes o venenosos.

4. MAPA CONCEPTUAL

Para mostrar un panorama general sobre los conceptos o temas más destacados desarrollados en la Guía Didáctica, se elaboró un organizador gráfico de tipo Mapa Conceptual, el cual se puede observar a continuación (**Figura 4**).

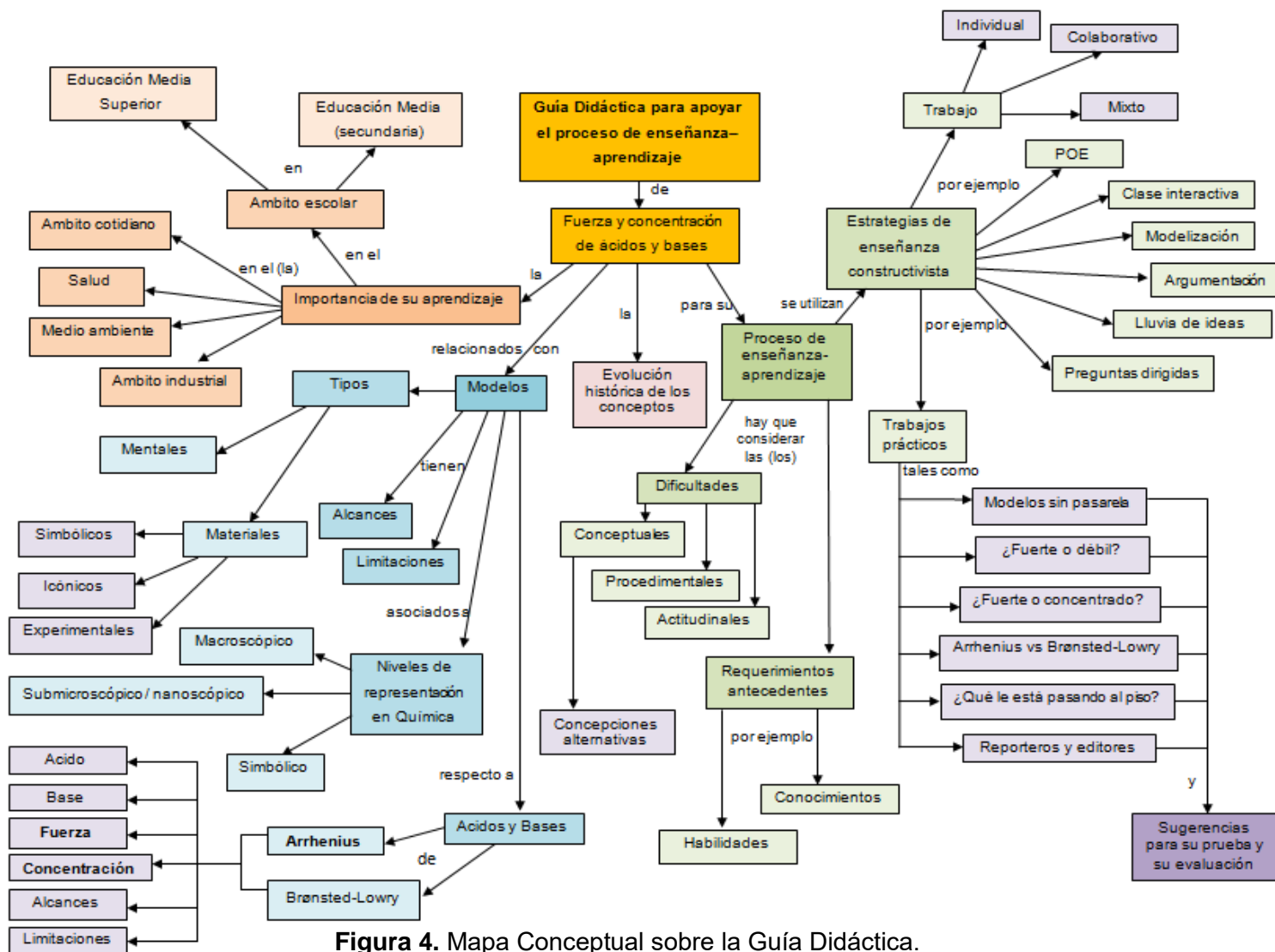


Figura 4. Mapa Conceptual sobre la Guía Didáctica.

5. ASPECTOS HISTÓRICOS

En esta sección se mencionan algunos hechos históricos asociados al tema de la concentración y la fuerza de ácidos y bases, considerando la importancia de resaltar el dinamismo que presenta el conocimiento científico a través del tiempo.

De manera específica, en este apartado se hace referencia a su evolución histórica, mencionando que la asociada al concepto de fuerza es sumamente reducida, tal como se presenta a continuación:

- ❖ El desarrollo histórico del concepto de fuerza de los ácidos y de las bases surge a nivel macroscópico (a partir de los fenómenos observables en el contexto cotidiano) y se desarrolla en la búsqueda de una interpretación teórica (ámbito científico) que explique los hechos observados. (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002).
- ❖ En el siglo XVII, Glauber puso de manifiesto que las sales neutras podían reaccionar entre sí para originar otras nuevas, mediante las reacciones de doble descomposición. De estas reacciones dedujo que los distintos ácidos tienen diferente fuerza, y expresó este hecho en términos tales que demuestran hasta que punto se acercaba tanteando al concepto de afinidad química: *los metales tienen diferente naturaleza, de modo que los semejantes se aman mutuamente y los desemejantes se aborrecen y se huyen* (Leicester, 1967; Jiménez-Liso y De Manuel, 2002).
- ❖ En 1777, Wenzel sumergiendo durante una hora, en diferentes ácidos, cilindros metálicos semejantes, pretendió determinar según la pérdida de peso de los cilindros, la afinidad de los ácidos con ese metal; intentaba determinar las velocidades relativas de disolución de los metales en ácido como medida de la afinidad y de la fuerza de los ácidos (Taton, 1988).
- ❖ En el siglo XVIII, Bergman relacionaba la fuerza de los ácidos con la cantidad de ácido que reacciona con una determinada cantidad de base (De Manuel *et al.*, 1998).

- ❖ En el siglo XVIII, Kirwan considera que los ácidos son tanto más fuertes cuanto más base exige una determinada cantidad de ácido para saturarse (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002).
- ❖ En el siglo XIX, Arrhenius interpreta la diferencia de fuerza de los ácidos y de las bases según los diferentes grados de disociación, estableciéndose una clasificación absoluta de fuerza de ácidos y de bases (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002).
- ❖ En el siglo XIX, Brönsted y Lowry describen que la fuerza de un ácido se mide por la mayor o menor tendencia a donar un protón y la fuerza de una base por su mayor o menor tendencia a captarlo. Cuantitativamente se mediría por el grado en que los reaccionantes se convierten en productos, pero estas medidas son relativas y la única manera de comparar las fuerzas de dos ácidos es tomando como referencia una *misma* base, que será el agua para reacciones en disolución acuosa. Se establece el carácter relativo de la fuerza (De Vos y Pilot, 2001; Jiménez-Liso y De Manuel, 2002).
- ❖ El modelo de ácidos y bases de Lewis (1923) carece de una escala uniforme con la que medir la fuerza de los ácidos y de las bases, tal vez sea esta su mayor limitación. Esta dificultad la resolvió Pearson (1963) a través del estudio de los procesos de formación de especies de coordinación, y al comparar la estabilidad termodinámica de los complejos estableció una clasificación de los ácidos y de las bases en "duros" y "blandos", que explicaban su reactividad (Moeller, 1988; Jiménez-Liso y De Manuel, 2002).

6. IMPORTANCIA DEL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS DE FUERZA Y CONCENTRACIÓN DE ÁCIDOS Y BASES

La Química ácido-base es una temática que desempeña un papel muy importante en diversos ámbitos del mundo que nos rodea como, por ejemplo, en la industria, la salud, la vida cotidiana, el medio ambiente, etc.

Debido a que el tópico de la Química ácido-base es muy amplio y abarca diversos conceptos y varios modelos explicativos, se limitó el alcance de la presente Guía Didáctica a los conceptos de fuerza y concentración. Dichos conceptos fueron identificados entre otros por Alvarado (2012) como conceptos centrales (expresados por profesores mexicanos para impartir el tema de acidez y basicidad en el aula de nivel medio superior), los cuales se caracterizan por ser los más relevantes que forman parte del conocimiento disciplinario en los que el profesor generalmente divide el tema para su enseñanza (Alvarado *et al.*, 2013; Alvarado y Garritz, 2009).

Para remarcar la importancia que tienen estos conceptos, a continuación se mencionan algunos ejemplos, los cuales se categorizaron según el ámbito al cual están asociados:

En el ámbito industrial:

- ❖ En la industria metalúrgica se utiliza ácido clorhídrico concentrado (38%) como agente lixiviante para eliminar las impurezas de hierro de arcillas, obteniéndose así caolinita de alta pureza. La caolinita es una arcilla de considerable importancia en la industria, que se utiliza en la obtención de porcelana, cosméticos, medicamentos, pinturas, cerámica, entre otros (Cabo de Villa-Figueiral *et al.*, 2017).
- ❖ En la industria alimenticia es común el uso de una gran variedad de agentes antimicrobianos para conservar las propiedades de los alimentos, algunos de ellos son ácidos débiles. Por ejemplo, Rodríguez (2011) menciona a los ácidos propiónico, sórbico, y benzoico como compuestos que inhiben el crecimiento de mohos y/o levaduras.

- ❖ En la industria farmacéutica, la mayoría de los fármacos son ácidos o bases débiles y son, por lo tanto, electrolitos que en disolución acuosa se encuentran en dos formas: ionizada y no ionizada (Lorenzo y colaboradores, 2009; p16). Por ejemplo, entre los compuestos con carácter ácido están el tiopental (derivado del ácido barbitúrico), la Aspirina (ácido acetilsalicílico), el ácido benzoico, y el tromexano (derivado del ácido araquidónico). Por otra parte, entre los compuestos de naturaleza básica están el dextrorfanio, la efedrina, la aminopirina, la cafeína y la tolazolina (Lorenzo y colaboradores, 2009; p17).

En ámbito de la salud:

- ❖ Es común en el ámbito dermatológico realizar un tratamiento denominado "peeling químico", que consiste en aplicar sustancias químicas sobre la piel que permiten exfoliaciones variables, a la vez que estimulan la dermis. Se usa para tratar el fotoenvejecimiento, melasma (hiperpigmentación), dermatitis seborreica, queratosis, rosácea (inflamación), entre otras alteraciones de la piel. En este procedimiento es común usar ácidos orgánicos como el glicólico, el láctico, el salicílico, el cítrico, entre otros (Miniño y Hernández-Lara, 2003).
- ❖ El ácido acetilsalicílico es un ácido orgánico con propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antitrombóticas. Entre otros efectos terapéuticos, a ciertas concentraciones se le asocia con la disminución del riesgo a desarrollar cáncer colorrectal, que es una causa frecuente de mortalidad en países desarrollados, y la quimioprevención con ácido acetilsalicílico parece una estrategia para disminuir daños provocados por esta enfermedad (Zubiaurrea y Bujanda, 2011).

En el medio ambiente:

- ❖ El aumento de las emisiones de CO₂ ha producido la acidificación de cuerpos de agua como los océanos, principalmente por la formación de H₂CO₃, que a pesar de ser un ácido débil sus altas concentraciones actualmente

representan un problema importante en el mundo. Por ejemplo, la SEMARNAT (2018) indica que “a partir de la Revolución Industrial, la acidez de los océanos ha aumentado alrededor de 30% y se prevé que, si continúan estas tendencias, para el año 2050 habrá aumentado 150%.” Lo cual, “ha impactado directamente en el funcionamiento del ciclo de carbono en los océanos y puede provocar daños irreversibles al ecosistema del planeta.”

- ❖ Derivado principalmente de la combustión de combustibles fósiles, el creciente aumento de la producción de óxidos no metálicos, ha incrementado el fenómeno de la lluvia ácida y problemáticas asociadas. Granados y colaboradores (2010) describen que la lluvia ácida se forma cuando los óxidos de azufre, de nitrógeno y de carbono, se combinan con el agua, produciéndose respectivamente ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3) y ácido carbónico (H_2CO_3). Entre otras afectaciones esta puede alterar el contenido en nutrientes de los suelos forestales. Lixivia y arrastra nutrientes fundamentales de los suelos, tales como el potasio, el calcio y el magnesio, privando a los árboles y otra vegetación de estos elementos básicos para la vida.

En la vida cotidiana:

- ❖ En dispositivos para almacenar energía como las pilas y baterías, están presentes ácidos y bases fuertes. Por ejemplo, las baterías de plomo-ácido contienen H_2SO_4 y en la de níquel-cadmio se utiliza KOH (Chang, 2007; p. 830-840; Martínez y Guervós, 2016).
- ❖ Algunos destapacaños contienen una base fuerte, el hidróxido de sodio (NaOH). Esta disolución que se forma disuelve la grasa que se asocia con la obstrucción de tuberías o la mugre atrapada, también disuelve los filamentos de proteínas de cabello, que generalmente obstruyen las tuberías (López y Gutiérrez, 2018; p. 262).
- ❖ Muchos limpiadores de inodoros son disoluciones ácidas, como el ácido clorhídrico (HCl), que reacciona con los depósitos de carbonato de calcio en el retrete y los disuelve (López y Gutiérrez, 2018; p. 262).

En el ámbito escolar:

- ❖ Debido a la relevancia que tienen los conceptos de fuerza y concentración en los diferentes ámbitos antes mencionados, es innegable que esta temática deba y tenga un lugar en una gran variedad de planes y programas educativos en México (principalmente a Nivel Medio Superior y Superior). En el caso de la EMS podemos encontrar dichos tópicos en los programas del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), de la UNAM, del Colegio de Bachilleres (CB), etc.
- ❖ En el caso de la EMS, una finalidad de abordar los conceptos de interés entre otras temáticas de corte científico, es fomentar en los estudiantes la alfabetización científica; de la cual PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes) hace referencia a que los individuos posean conocimiento científico y sean capaces de usarlo para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y esbozar conclusiones sobre cuestiones relacionadas con la ciencia, basadas en evidencia; así mismo, que comprendan los rasgos característicos de la ciencia como una forma de conocimiento y búsqueda humana; que sean conscientes de cómo la ciencia y la tecnología dan forma a nuestro entorno material, intelectual y cultural; y, que tengan disposición para involucrarse en cuestiones relacionadas con la ciencia y con ideas científicas como un ciudadano reflexivo (OCDE, 2009). Esto generalmente aplica para las áreas III (Ciencias Sociales) y IV (Las Humanidades y las Artes).
- ❖ En el caso de área I (Ciencias Físico - Matemáticas y de las Ingenierías) y principalmente para Área II (Ciencias Biológicas y de la Salud), el estudio de dichos conceptos (y, en general, de la Química ácido-base) pretende promover la comprensión y aplicación de conocimientos básicos en diferentes situaciones o problemáticas en varios ámbitos, que serán de especial utilidad para los estudiantes que cursan un bachillerato de tipo propedéutico y que van a ingresar a carreras como Química, Medicina, Odontología, Veterinaria y Zootecnia, etc.

7. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ANTECEDENTES REQUERIDOS PARA SU APRENDIZAJE.

En este apartado se mencionan algunos requerimientos antecedentes que es deseable que los estudiantes posean, para así favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es importante que el profesor tenga una idea de los conocimientos previos necesarios para desarrollar no sólo los conceptos de fuerza y concentración, si no en el caso de cualquier tópico en general. Hay que ser concientes antes de abordar un determinado contenido, que los estudiantes ingresan al aula con ideas pre-existentes y estas ideas interactúan con su aprendizaje presente, de forma que se le debe dar importancia al conocimiento previo (que no necesariamente corresponde a concepciones alternativas) para la construcción de nuevo conocimiento, ya que éste ayuda a los estudiantes a encarar sus concepciones y modificarlas, si es que no son adecuadas para explicar algún fenómeno nuevo (Uzuntiryaki *et al.*, 2010).

Que los alumnos posean ciertos conceptos antes del proceso de enseñanza-aprendizaje, ayuda de manera favorable a la comprensión y asimilación de nuevos conceptos, por lo que es deseable realizar una revisión de los conocimientos previos con los estudiantes, para asegurarse que los poseen y que son adecuados, para así contar con un andamiaje conveniente para la construcción de nuevos conocimientos.

Entre algunos de los conocimientos necesarios para desarrollar el tema de concentración y fuerza de ácidos y bases, se tienen los siguientes:

- a) Es esencial que a Nivel Medio Superior los estudiantes manejen la simbología química y nomenclatura orgánica e inorgánica básicas; debido a que en general los ácidos y las bases fuertes poseen naturaleza inorgánica y los débiles generalmente son de tipo orgánico. En resumen, se necesita que los estudiantes manejen:
 - ❖ Simbología química básica (reconozcan los símbolos de los elementos de la Tabla Periódica más utilizados como H, C, O, N, S, P, Na, K, etc.)

- ❖ Nomenclatura básica orgánica (por ejemplo, en el modelo de Arrhenius reconozcan ácidos orgánicos como el ácido acético y el cítrico) e inorgánica (en el modelo de Arrhenius, HNO_3 , H_2SO_4 , HCl , NaOH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, etc.)
- b) Para abordar el concepto de fuerza comenzando desde una aproximación macroscópica (utilizando, por ejemplo, la conductividad eléctrica o el pH exhibido por diferentes disoluciones de ácidos y bases de diferente fuerza), para después aterrizar al nivel submicroscópico o nanoscópico, es recomendable que los estudiantes conozcan los conceptos de:
- ❖ Ion
 - ❖ Anión
 - ❖ Cation
 - ❖ Ionización
 - ❖ Disociación
 - ❖ Electrolito
 - ❖ Corriente eléctrica
 - ❖ Conductividad
 - ❖ pH
 - ❖ Ácido (de Arrhenius o Brønsted-Lowry dependiendo el caso)
 - ❖ Base (de Arrhenius o Brønsted-Lowry dependiendo el caso)
- c) Para desarrollar el concepto de concentración de disoluciones de ácidos y bases, es recomendable que los alumnos conozcan los conceptos de:
- ❖ Elemento
 - ❖ Compuesto
 - ❖ Sustancia
 - ❖ Mezcla
 - ❖ Solute
 - ❖ Disolvente
 - ❖ Disolución

- ❖ Dilución
- ❖ Mol
- ❖ Ion
- ❖ Anión
- ❖ Cation
- ❖ Ácido (de Arrhenius o Brønsted-Lowry dependiendo el caso)
- ❖ Base (de Arrhenius o Brønsted-Lowry dependiendo el caso)

d) Para vincular la aproximación macroscópica con la submicroscópica de fuerza, y/o relacionar la fuerza y la concentración de las disoluciones de ácidos y bases, es importante que los alumnos comprendan:

- ❖ La relación de la conductividad eléctrica con la cantidad de iones en una disolución
- ❖ La relación del pH con la cantidad de iones en una disolución

e) Para poder justificar el uso de un nuevo modelo ácido-base (en este caso, el de Brønsted-Lowry) es preponderante que los alumnos conozcan:

- ❖ Las principales limitaciones del modelo de ácidos y bases de Arrhenius.

También se deben considerar las habilidades necesarias antes del proceso de enseñanza-aprendizaje, haciendo énfasis principalmente en las habilidades sociales, debido a que desde la perspectiva constructivista de la Guía Didáctica, el estudiante se concibe como un sujeto activo y responsable en el proceso de enseñanza-aprendizaje, capaz de interactuar dentro de su contexto social de aprendizaje, donde puede cuestionar, participar, compartir, evaluar ideas, e ir construyendo poco a poco su conocimiento (Carvajal y Gómez, 2002; Traver *et al.*, 2005). Así, el factor social juega un papel determinante en la construcción del conocimiento, ya que concibe que una persona construye significados actuando en un entorno estructurado e interactuando con otras personas de forma intencional (Serrano y Pons, 2011).

Lo anterior, indica la relevancia que tiene darle al alumno un papel activo y de reconocer y fomentar la interacción entre pares en las actividades escolares, tal como se pretende en los Trabajos Prácticos desarrollados. En forma particular, es recomendable fomentar que el estudiante realice un trabajo cognitivo de manera individual y posteriormente comparta sus ideas con su equipo, así es más enriquecedora la interacción entre los alumnos.

Este tipo de habilidades se desarrollan poco a poco con la práctica, razón por la cual es importante dar suficientes oportunidades a los estudiantes para implementarlas y desarrollarlas.

Entre algunas de las habilidades que son necesarias para desarrollar el tema de concentración y fuerza de ácidos y bases, principalmente si se van a implementar los Trabajos Prácticos contenidos en la Guía Didáctica con los estudiantes, resaltan las siguientes:

- ❖ Comunicación oral
- ❖ Comunicación escrita
- ❖ Trabajo en equipo
- ❖ Búsqueda, análisis y reorganización de información.
- ❖ Síntesis de información
- ❖ Manejo básico de material de laboratorio

Dependiendo de la modalidad de Trabajo Práctico (análisis de lecturas, actividad experimental, demostración de cátedra, etc.) se establecerán las habilidades requeridas que deberán poseer los alumnos.

También es deseable que los estudiantes presenten y que el docente promueva ciertas actitudes que favorezcan el trabajo en el aula como, por ejemplo, el respeto, la tolerancia y la apertura con respecto a las ideas expresadas por los integrantes del grupo (o equipo) durante el desarrollo de las actividades. Lo anterior facilitará que se lleve a cabo de manera fluida el análisis crítico y la discusión en torno a las ideas u observaciones en cuestión, con el propósito de llegar al consenso del grupo.

8. DIFICULTADES CONCEPTUALES, PROCEDIMENTALES Y ACTITUDINALES EN SU PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE Y APORTACIONES SUGERIDAS PARA MINIMIZARLAS.

En la literatura se pueden encontrar diversas dificultades relacionadas con la enseñanza-aprendizaje de la Química, como lo son la imagen distorsionada de la ciencia, problemas asociados al lenguaje, una actitud poco favorable para su aprendizaje, la dificultad al trasladarse entre los diferentes niveles de aproximación, la visión ahistórica de la ciencia, etc.

Estas dificultades se pueden clasificar como procedimentales, actitudinales y conceptuales; para ello es necesario mencionar en qué consiste cada uno de estos términos. Coll y colaboradores (1995) describen que:

Un concepto es información que da significado a los hechos y datos, que permite reconocer o interpretar diferentes clases de objetos de estudio, no es un elemento aislado sino que está inmerso en jerarquías o redes conceptuales y su significado depende en gran parte de su relación con éstas, para su aprendizaje requiere ser comprendido y asociado con conocimientos previos.

Un procedimiento está asociado al “saber hacer”, refiere a un conjunto de acciones o decisiones ordenadas que están enfocadas en conseguir una meta, la palabra procedimiento engloba términos como algoritmos, estrategias, habilidades, técnicas, rutinas, etc.

Una actitud se puede definir como una tendencia o disposición adquirida a evaluar de manera determinada un objeto, una persona, un suceso o una situación y a actuar en consonancia con dicha evaluación; esta a su vez opera bajo componentes cognitivos (conocimientos y creencias), afectivos (sentimientos y preferencias) y conductuales (acciones manifestadas y declaraciones de intenciones).

Entre las dificultades conceptuales se hará énfasis en las concepciones alternativas, las cuales según Balocchi y colaboradores (2005), se refieren a las explicaciones construidas por los estudiantes basadas en la experiencia propia, para hacer inteligibles objetos y fenómenos naturales. Su nombre deriva

precisamente de que son concepciones alternas que difieren a las concepciones aceptadas en el ámbito científico.

Wandersee y colaboradores (1994) describen que estas tienen su origen en un conjunto diverso de experiencias personales, incluyendo la observación directa y la percepción, la cultura, el lenguaje, así como las explicaciones de los profesores y los materiales didácticos. Y a su vez, resaltan que las concepciones alternativas son contextualmente válidas y racionales para el alumno y en ocasiones pueden hasta generar incluso otras concepciones.

Algunas de las concepciones relacionadas con el tema de fuerza y concentración de ácidos y bases, recopiladas de diversas fuentes, se presentan organizadas a manera de resumen en la Tabla 8 que se muestra a continuación.

Tabla 8. Concepciones alternativas con respecto a fuerza y concentración de ácidos y bases.

Concepción alternativa	Nivel académico en el que fueron detectadas *	Referencia
La fuerza es más importante que la concentración de un ácido o una base.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
La fuerza de un ácido o de una base determina la acidez del medio.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
Los ácidos fuertes producen valores de pH bajos.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
Los ácidos débiles producen valores de pH altos.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
Los ácidos fuertes provocan el descenso brusco del pH del tapón sobre el que se añade.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.

Las bases fuertes provocan el aumento brusco del pH del tapón sobre el que se añade.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
Adicionar ácidos o bases fuertes rompe el equilibrio de una disolución reguladora.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a.
Los ácidos o las bases fuertes no reaccionan.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002a
Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos.	S	Ross y Munby, 1991 Figuroa <i>et al.</i> , 2006
Se desplaza más gas hidrógeno de un ácido fuerte porque el ácido fuerte contiene más enlaces de hidrogeno que un ácido débil.	S	Ross y Munby, 1991
Un ácido fuerte tiene un pH más alto que un ácido débil.	S	Ross y Munby, 1991
Fuerza es sinónimo de concentración.	---	Fortman, 1994
	B	Hand, 1989
Un ácido fuerte corroe un material más rápido que un ácido débil.	B	Hand y Treagust, 1988
La fuerza de los ácidos se relaciona con daño, dolor y reactividad.	S	De Manuel <i>et al.</i> , 1998
Los ácidos fuertes corroen el material más de prisa que los ácidos débiles.	S	Figuroa <i>et al.</i> , 2006
El limpiador de cañerías es fuerte, derrite las cosas, las daña.	S	Figuroa <i>et al.</i> , 2006
La fuerza de los ácidos causa daño, dolor y reactividad.	S	Figuroa <i>et al.</i> , 2006
Fuerza es sinónimo de concentración.	B	Alvarado-Zamorano <i>et al.</i> , 2013

La fuerza de los ácidos y las bases se relaciona con daño y dolor.	S, U	Jiménez-Liso <i>et al.</i> , 2000
Los ácidos fuertes tiene $\text{pH} \ll 7$ y las bases fuertes tiene $\text{pH} \gg 7$.	S, U	Jiménez-Liso <i>et al.</i> , 2000
El pH se relaciona únicamente con la fuerza.	S, U	Jiménez-Liso <i>et al.</i> , 2000
El pH se relaciona solo con la concentración.	S, U	Jiménez-Liso <i>et al.</i> , 2000
El pH es inversamente proporcional al daño y las bases no son perjudiciales.	S	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005
Las burbujas son un signo de una reacción química o de fuerza.	S	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005
Un ácido fuerte produce más burbujas al reaccionar con un metal que un ácido débil.	B	Artdej <i>et al.</i> , 2010
Los ácidos derriten metales, los ácidos son fuertes y las bases no son fuertes.	S	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005
A medida que el número de átomos de hidrógeno aumenta en la fórmula de un ácido, su acidez se vuelve más fuerte.	S	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005
Un ácido fuerte es siempre un ácido concentrado.	S	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005
Un ácido fuerte no se disocia en agua.	S B	Demircioglu <i>et al.</i> , 2005 Artdej <i>et al.</i> , 2010
Los ácidos fuertes tienen valores bajos de pH y son perjudiciales para el organismo.	U	Jiménez-Liso y De Manuel, 2002b.
La concentración de protones y atracción de H_3O^+ influye en la fuerza de los ácidos.	B	Artdej <i>et al.</i> , 2010

* **S** – Secundaria, **B** – Bachillerato, **U** – Universidad, **Pr** – Profesores, **Pu** - Publicidad

Es importante conocer las diferentes dificultades que se pueden manifestar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, para así procurar acciones (como diseñar o implementar actividades, realizar aclaraciones, entre otras) con la finalidad hacerlas explícitas y tratar de disminuirlas, considerando que pueden obstaculizar notoriamente el aprendizaje adecuado del estudiante.

En el caso de la aplicación de los Trabajos Prácticos (TP), algunas dificultades e ideas manifestadas que se pueden presentar en el desarrollo de los TP, se mencionan a continuación; se retomaron principalmente de información derivada de la aplicación, la evaluación y el análisis de algunos TP con estudiantes.

En relación con el concepto de modelo:

Los estudiantes en ocasiones:

- ❖ Consideran que los modelos sólo representan "lo que no se puede ver a simple vista".
- ❖ Manifiestan que los modelos cambian conforme pasa el tiempo, y en este proceso se van "perfeccionando".
- ❖ Mencionan que el mejor modelo siempre es el más complejo.
- ❖ Señalan que son una representación "abstracta" de un fenómeno.
- ❖ Consideran que un modelo se caracteriza por ser o tener "una escala".

En relación con el concepto de fuerza y concentración:

Los estudiantes pueden:

- ❖ Mencionar que la fuerza en el modelo de Arrhenius tiene un carácter relativo, manifestando ideas como "el ácido que se disocia más es más fuerte, y el que menos se ioniza es menos fuerte"; esto corresponde a una escala relativa pues es resultado de una comparación, y no a una escala absoluta cómo se maneja en el modelo de Arrhenius.
- ❖ Relacionar el concepto de fuerza con la rapidez con la cual se ioniza el ácido, de manera tal que un ácido fuerte tiene la capacidad de ionizarse más rápido que uno débil.

- ❖ Confundir la fuerza con la concentración, o usar estos conceptos como sinónimos.
- ❖ Representar una disolución de un ácido o una base débil con todas sus moléculas totalmente ionizadas.
- ❖ Representar una disolución de un ácido o una base fuerte con sus moléculas parcialmente ionizadas.
- ❖ Asociar la fuerza con la distancia entre las partículas ionizadas, de manera que los iones de un ácido fuerte están más separados que los de uno débil.
- ❖ Explicar y representar respecto a la fuerza de ácidos y bases en forma no congruente, de manera que en general describen de manera adecuada un ácido o base (fuerte o débil), pero su representación a nivel submicroscópico es inadecuada o contradictoria.
- ❖ Representar un ácido o una base fuerte más fácilmente que un ácido o una base débil.
- ❖ No asociar la intensidad luminosa o la conductividad observada con una mayor o menor cantidad de iones presentes en la disoluciones.
- ❖ Utilizar el concepto disociación como sinónimo del concepto ionización.
- ❖ Considerar que un ácido fuerte se caracteriza por tener un pH alto.
- ❖ No tomar en cuenta la concentración de las disoluciones para realizar sus representaciones.
- ❖ Tener dificultades para representar a nivel submicroscópico dos disoluciones con la misma concentración, haciéndolo con diferente número de partículas de soluto y/o de disolvente.
- ❖ Considerar que en las disoluciones que tienen la misma concentración, hay igual cantidad de partículas de soluto que de disolvente.
- ❖ Presentar como errores principales en las representaciones de una disolución de un ácido fuerte o débil: las moléculas separadas sin colocar las cargas correspondientes a los supuestos iones; todas las moléculas sin ionizar o ionizadas (sin tomar en cuenta la fuerza); los iones o partículas incorrectas (como CH_3 , COO^- , COOH , COO , Cu , Mg^- , $(\text{OH})_2^+$, Na^- , OH^+ , HCl^- , etc.).

- ❖ Asociar la concentración con la intensidad con la que encendió el foco (encendió mucho por estar concentrada la disolución y viceversa); dejando en segundo plano la cuestión de la fuerza.
- ❖ Considerar que la concentración 1 M se refiere a que hay igual número de moléculas de disolvente y de soluto, debido posiblemente a que el cociente de las cantidades da como resultado de 1.
- ❖ Considerar que a mayor cantidad de disolvente la concentración es mayor y viceversa.
- ❖ Confundir los términos disociación y dilución.
- ❖ Relacionar la fuerza con lo peligroso y venenoso.
- ❖ Considerar a una disolución como una sustancia.
- ❖ Utilizar modelos híbridos, mezclando el modelo de Arrhenius y el de Brønsted-Lowry.
- ❖ Presentar dificultades para representar a nivel submicroscópico dos disoluciones del mismo ácido o base con diferente concentración.
- ❖ Presentar dificultades para representar a nivel submicroscópico disoluciones del mismo ácido o base (fuerte o débil) de manera concentrada o diluida.
- ❖ Expresar que la fuerza de un ácido o base depende de su concentración.
- ❖ Presentar dificultades para trasladar el concepto de fuerza al caso de las bases de Arrhenius.

9. EJEMPLOS DE TRABAJOS PRÁCTICOS (TP) A DESARROLLAR.

Para desempeñar su labor los docentes frecuentemente se apoyan en actividades, las cuales poseen objetivos específicos, requieren para su implementación diversos recursos y diferentes tiempos de aplicación, entre otros aspectos a considerar. Estas actividades tienen como finalidad facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje y sus características dependen de diversos factores como el tema bajo estudio, el objetivo establecido, los recursos disponibles, la disponibilidad de tiempo, las creencias del profesor respecto a la enseñanza y el aprendizaje, etc.

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, las actividades que se realizan generalmente consisten en experimentos, debido a que se busca que los estudiantes tengan contacto directo con fenómenos y/o objetos, pretendiéndose que los observen, los manipulen, los analicen, realicen predicciones, etc. Sin embargo, en la Guía Didáctica se considera que no es estrictamente necesario utilizar siempre actividades experimentales para desarrollar diversos conocimientos, habilidades y actitudes en los estudiantes, pues existe gran diversidad de actividades, que en esta trabajo las denominaremos “Trabajos Prácticos” (TP) que se pueden implementar en el ámbito escolar.

Los TP se conciben como cualquier actividad de enseñanza-aprendizaje que involucre a los estudiantes en la observación o manipulación de objetos y materiales (o representaciones de éstos) que se estén estudiando (Millar *et al.*, 1999, p. 36; Millar, 2004).

Un TP involucra tanto actividad conceptual como manual y puede llevarse a cabo en el laboratorio, en el salón de clase, o bien, fuera de ellos. Incluye actividades de enseñanza (como demostraciones del profesor) y de aprendizaje (en las cuales los alumnos trabajan con objetos o materiales reales o sus representaciones, tales como imágenes, artículos, simulaciones de computadora, grabaciones de video de sucesos que pueden ser demasiado peligrosos, difíciles o costosos para trabajarlos “en vivo”, etc.) (Alvarado, 2012).

También pueden consistir en el análisis y/o elaboración de artículos, imágenes, gráficas, videos, anuncios publicitarios, encuestas; estudios de caso; actividades

experimentales; etc. No sólo se enfocan en las actividades de tipo experimental, sino que amplían la gama de actividades que el docente puede utilizar.

De esta forma, los TP ofrecen la oportunidad de implementar, con los estudiantes, actividades sin necesidad de contar estrictamente con recursos o instalaciones especializados, con reactivos caros o peligrosos; pudiéndose, por ejemplo, aprovechar diversas opciones disponibles como es el caso de las que ofrecen actualmente las TIC.

Una función importante de los TP es ayudar a los estudiantes a desarrollar vínculos entre observaciones e ideas, lo que es relevante, pues la ciencia implica una interacción entre las ideas y la observación (Abrahams y Millar, 2008). Y cuando la enseñanza de los conceptos está implicada, la transmisión simplemente no funciona. El alumno debe desempeñar un papel activo en "asumir" los nuevos conocimientos, tiene que "dar sentido" a sus experiencias y el discurso de la clase de ciencias utilizarlo para "construir significados" (Millar, 2004).

Con la implementación de los TP se pretende fomentar la comprensión del tema abordado (Concentración y Fuerza de ácidos y bases), por lo cual tienen una función más allá de sólo motivar al estudiante; lo que pone de manifiesto la importancia de revisar y reflexionar en conjunto con los alumnos, las ideas desarrolladas a través del TP correspondiente, para que de esta manera se pueda apoyar su comprensión del tema.

Cabe resaltar que esta concepción sobre los TP manifiesta claramente una postura constructivista, en la cual se pretende que el alumno sea un sujeto activo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para el desarrollo de los TP se hace uso de diversas estrategias para alcanzar los objetivos planteados; Millar (2004) describe que las estrategias tienen un objetivo común el cual consiste en hacer que los estudiantes piensen y actúen. Para ello, se puede utilizar alguna estrategia para estimular de antemano el pensamiento de los alumnos, una estrategia explícita que promueve que los estudiantes piensen en las ideas explicativas involucradas, de modo que no se enfoquen solamente en lo observable; de esta manera, la tarea práctica podría ser responder a una

pregunta que el alumno ya está pensando, utilizar una estructura de predicción-observación-explicación (POE), entre otras.

También, es relevante señalar que para diseñar y/o implementar un TP es importante tratar de “crear ambientes de aprendizaje, que provoquen la actividad mental y física de las alumnas y los alumnos, el diálogo, la reflexión, la crítica, la cooperación y participación, la toma de conciencia y la autorregulación; ambientes que contribuyan a clarificar, elaborar, reorganizar y reconceptualizar significados que permitan interpretar el mundo” (Chaves, 2001).

Además, como indica Jiménez (2002), se debe considerar que los fenómenos cotidianos no deben servir sólo para introducir o motivar, sino para plantear situaciones problemáticas de las que surja la teoría para aplicar ésta a la vida diaria, de forma que los aprendizajes escolares sirvan de enlace entre lo científico y los problemas sociales.

En esta sección se presentan seis TP que fueron diseñados específicamente para la Guía Didáctica desarrollada. Para su diseño se tomaron en cuenta algunas dificultades (principalmente concepciones alternativas) asociadas al tema, las cuales se pretende disminuir con la aplicación de los TP con los estudiantes.

Los TP abarcan principalmente las modalidades de análisis de lecturas e imágenes, así como de situaciones cotidianas; modelización; actividades experimentales; etc. Tres de ellos fueron aplicados, evaluados y modificados en función de la información derivada de su aplicación frente a grupo y posterior análisis.

La estructura general con la que se diseñaron los TP es la siguiente:

- ❖ **Título.** Describe de manera general el contenido del TP.
- ❖ **Objetivos.** Señala las metas que se pretenden alcanzar después de la aplicación del TP.
- ❖ **Conocimientos y habilidades antecedentes.** Se mencionan diversos conocimientos y habilidades que es necesario que el estudiante posea antes de desarrollar el TP frente a grupo.

- ❖ **Desarrollo del TP.** Se detalla la manera de cómo se puede desarrollar la actividad con los alumnos.
- ❖ **Evaluación.** Muestra propuestas para evaluar el aprendizaje derivado de la aplicación de los TP.
- ❖ **Referencias.** Presenta las referencias que se utilizaron para apoyar el diseño de los TP.

Es importante señalar que los TP se diseñaron de manera que no presentaran una secuencia rígida de aplicación, de modo que se pueden aplicar de forma independiente; pero a su vez se diseñaron de tal forma que estuvieran articulados entre sí, lo cual permite sin problema alguno trabajarlos con los alumnos consecutivamente, si así se desea.

Por otra parte, se debe señalar que en primera instancia algunos de los TP se centran en el modelo de Arrhenius, ya que en México es en el nivel de educación secundaria donde a los estudiantes se les introduce por primera vez en la temática de ácidos y bases, abordándose fundamentalmente el modelo de Arrhenius; por lo que, en general, los alumnos desde la secundaria están familiarizados con los conceptos de ácido y base, con el modelo de Arrhenius y en ciertos casos han leído sobre los conceptos de concentración y fuerza.

Por lo anterior, se consideró relevante tomar en cuenta este antecedente pues, es un hecho inevitable que los alumnos al egresar de secundaria han sido expuestos a una aproximación adecuada o inadecuada al modelo de Arrhenius, y esto de alguna forma determina su entendimiento inicial sobre la Química ácido-base, lo que influye en la comprensión de otros modelos subsecuentes.

Hawkes (1992) expresa que la presentación tradicional del modelo de Arrhenius antes del modelo de Brønsted-Lowry confunde a los estudiantes, por lo que recomienda abordar primero el de Brønsted-Lowry, debido a que es más simple y posteriormente mencionar el de Arrhenius como un mero dato histórico.

Sin embargo, en la elaboración de esta Guía Didáctica se consideró importante retomar lo que los estudiantes ya sabían y partir desde conceptos vinculados al modelo de Arrhenius, antes de pretender abordar los correspondientes al modelo

de Brønsted-Lowry a nivel bachillerato. Esto debido a que es común que en diversos planes y programas de estudio (como los de CCH, ENP, CB) de EMS, en México, se aborde la Química ácido-base utilizando ambos modelos, lo que puede generar dificultades principalmente cuando los estudiantes de bachillerato llegan con ideas difusas acerca del modelo de Arrhenius; esto puede obstaculizar que se estudie de manera adecuada el modelo de Brønsted-Lowry y conceptos relacionados (en este caso, principalmente el concepto de fuerza).

Para tratar de minimizar este tipo de dificultades, en la Guía Didáctica se privilegió el modelo de Arrhenius y conceptos relacionados, ya que se consideró que su adecuado entendimiento puede facilitarle a los alumnos la comprensión de las razones por las cuales se realiza un cambio de modelo durante el desarrollo del curso, y de esta manera fomentar el entendimiento del por qué es necesario usar el modelo de Brønsted-Lowry. Se consideró importante retomar lo que el estudiante aprendió en secundaria para ayudarlo a comprender las características, las diferencias, las ventajas, las desventajas, etc., inherentes entre ambos modelos ácido-base; lo cual, a la larga se espera que lo ayude a diferenciarlos adecuadamente y superar el modelo de Arrhenius de manera conciente.

Sin embargo, algunos de los TP pueden desarrollarse utilizando ambos modelos, dependiendo del conocimiento de los estudiantes sobre el tema.

A continuación para facilitar su consulta se presenta en la Tabla 9, un resumen de las características principales de los TP contenidos en la Guía Didáctica.

Tabla 9. Resumen de las características principales de los TP contenidos en la Guía Didáctica.

Trabajo Práctico	Objetivos generales	Duración aproximada	Tipo de TP	Material requerido	Actividades a realizar
Modelos sin pasarela	<p>Que el alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Manifieste y reflexione sobre sus ideas cotidianas en torno a los modelos. ❖ Reconozca el concepto de modelo utilizado en el campo de la Química. * ❖ Reconozca que los modelos tienen alcances y limitaciones. <p>*En este caso el descrito por Chamizo (2013).</p>	De 30 a 50 minutos	Análisis de imágenes	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cañón. ❖ Computadora. ❖ Presentación con las imágenes para analizar. (Anexos). ❖ Cuestionario diagnóstico impreso (Anexos).* ❖ Cuestionario impreso de evaluación (Anexos). * <p>* Los cuestionarios son breves y pueden ser dictados.</p>	<p>En clase:</p> <p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Aplica el cuestionario diagnóstico.* ❖ Presenta y guía el desarrollo del tema. ❖ Realiza el recuento, el cierre y la reflexión sobre el tema. ❖ Aplica el cuestionario de evaluación** <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Participan activamente. ❖ Resuelven los cuestionarios. <p>* De ser necesario puede ser sustituido por una lluvia de ideas.</p> <p>** No es necesario aplicarlo en la misma sesión.</p>
¿Fuerte o débil?	<p>Que el alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Comprenda el concepto de fuerza de ácidos y bases (utilizando el modelo de Arrhenius). 	De 70 a 100 minutos	Experimento demostrativo	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 2 Vasos de precipitados de 50 mL. ❖ 1 Circuito eléctrico. ❖ 25 mL Disolución de HCl 1M ❖ 25 mL Disolución de CH₃COOH 1 M ❖ Hojas de trabajo impresas para los alumnos (Anexos). 	<p>En clase:</p> <p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Revisa y realiza aclaraciones sobre la investigación previa. ❖ Organiza el grupo en equipos.

				<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cuestionario impreso de evaluación (Anexos).* <p>* El cuestionario es breve y puede ser dictado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Presenta y guía el desarrollo del tema. ❖ Realiza el recuento, el cierre y la reflexión sobre el tema. ❖ Aplica el cuestionario de evaluación. * <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Participan activamente. ❖ Contestan las hojas de trabajo. ❖ Resuelven el cuestionario. <p>Extraclase:</p> <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Realizan la investigación previa. <p>* No es necesario aplicarlo en la misma sesión.</p>
¿Fuerte o concentrado?	<p>Que el alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Reafirme los conceptos de concentración y de fuerza de ácidos y bases (utilizando el modelo de Arrhenius). ❖ Diferencie los conceptos de concentración y fuerza de ácidos y bases, según el modelo de Arrhenius. 	De 70 a 100 minutos	Experimento demostrativo	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 4 Vasos de precipitados de 50 mL. ❖ 1 Circuito eléctrico. ❖ 25 mL Disolución de HCl 1M, y 0.007 M ❖ 25 mL Disolución de CH₃COOH 1 M, y 0.007 M ❖ Hojas de trabajo impresas para los alumnos (Anexos). ❖ Cuestionario impreso de evaluación (Anexos). * 	<p>En clase:</p> <p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Revisa y realiza aclaraciones sobre la investigación previa.* ❖ Organiza el grupo en equipos. ❖ Presenta y guía el desarrollo del tema. ❖ Realiza el recuento, el cierre y la reflexión sobre el tema.

				<p>* El cuestionario es breve y puede ser dictado.</p>	<p>❖ Aplica el cuestionario de evaluación. **</p> <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Realizan la investigación previa. ❖ Participan activamente. ❖ Contestan las hojas de trabajo. ❖ Resuelven el cuestionario. <p>Extraclase:</p> <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Realizan la investigación previa.* <p>* De ser requerido.</p> <p>** No es necesario aplicarlo en la misma sesión.</p>
Arrhenius vs Brønsted-Lowry	<p>Que el alumno sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Reflexionar sobre el hecho de que el comportamiento ácido-base de ciertas sustancias no se puede explicar mediante el modelo de Arrhenius. ❖ Reconocer la necesidad de un nuevo modelo para explicar el comportamiento ácido-base (modelo de Brønsted-Lowry). 	De 50 a 100 minutos	<p>Experimento</p> <p>Investigación documental</p>	<p>Por equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ 4 Tubos de ensaye 20 x 150 ❖ 1 Gradilla ❖ 5 mL Disolución acuosa de NaOH 0.5 M ❖ 5 mL Disolución acuosa de CH₃COOH 0.5 M ❖ 5 mL Disolución acuosa de NH₃ 0.5 M ❖ 5 mL Disolución acuosa NaHCO₃ 0.5 M ❖ 1 Gotero con disolución de 	<p>En clase:</p> <p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Organiza el grupo en equipos. ❖ Presenta el problema. ❖ Monitorea los equipos. ❖ Presenta y guía el desarrollo del tema. ❖ Realiza el recuento, el cierre y la reflexión sobre el tema. ❖ Aplica el cuestionario de evaluación. *

				<p>indicador universal</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Disolución fresca de colorada. * ❖ Hojas de trabajo impresas para los alumnos (Anexos). ❖ Cuestionario impreso de evaluación. ** <p>* Se sugiere trabajar también con otro indicador ácido-base.</p> <p>** El cuestionario es breve y puede ser dictado.</p>	<p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Analizan la situación problema. ❖ Participan activamente. ❖ Realizan el experimento. ❖ Contestan las hojas de trabajo. ❖ Resuelven el cuestionario. <p>Extraclase:</p> <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Completan el cuadro comparativo mediante una investigación documental. <p>* El cuestionario individual no es necesario aplicarlo en la misma sesión.</p>
¿Qué le está pasando al piso?	<p>Que el alumno sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Poner en práctica sus habilidades cognitivas en la resolución de una situación cotidiana. ❖ Reconocer desde el nivel macroscópico que los ácidos tienen diferentes características. ❖ Reflexionar sobre la necesidad de estudiar un fenómeno a nivel submicroscópico. 	De 100 a 200 minutos	<p>Análisis de caso</p> <p>Experimento</p>	<p>❖ Situación de apertura e información adicional impresas (Anexos).*</p> <p>Por equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ 3 Trozos pequeños de mármol de 2-3 cm ❖ 10 mL Disolución de ácido clorhídrico 0.5 M. ❖ 10 mL Disolución de ácido cítrico 0.5 M. ❖ 2 Vasos de precipitados 	<p>En clase:</p> <p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Presenta la situación problema. ❖ Guía la discusión. ❖ Proporciona la información adicional. ❖ Organiza el grupo en equipos. ❖ Proporciona la rúbrica de evaluación para la propuesta experimental. ❖ Monitorea los equipos. ❖ Revisa las propuestas experimentales de los estudiantes. ❖ Realiza el recuento, el cierre y la

				<p>de 50 mL o vidrios de reloj</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ 2 Pipetas Beral o goteros ❖ Agua de la llave. ❖ Material diverso de laboratorio. ** ❖ Cuestionario impreso de evaluación (por equipo y/o individual). *** ❖ Rúbrica de evaluación impresa de la propuesta experimental (Anexos).* <p>* La información puede ser proyectada (se requiere de cañón y computadora).</p> <p>** Dependiendo de las propuestas experimentales descritas por los estudiantes).</p> <p>*** El cuestionario es breve y puede ser dictado.</p>	<p>reflexión sobre el tema.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Aplica el cuestionario de evaluación. <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Analizan la situación problema. ❖ Participan activamente. ❖ Proponen un experimento para comprobar sus hipótesis. ❖ Realizan el experimento. ❖ Resuelven el cuestionario y/o presentan el diseño experimental con las características señaladas en la rúbrica. * <p>Extraclase:</p> <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ De ser el caso, realizan el diseño experimental con las características señaladas en la rúbrica. <p>* El cuestionario individual no es necesario aplicarlo en la misma sesión</p>
Reporteros y editores	<p>Que los alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Relacionen y reconozcan la importancia de los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases en un suceso de la vida cotidiana.* ❖ Reflexionen sobre la 	<p>En clase (inicio de la actividad): 50 minutos</p> <p>Extraclase:</p>	<p>Análisis de caso</p> <p>Investigación documental</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Noticia para analizar impresa (Anexos).* ❖ Rúbrica impresa de evaluación del trabajo (Anexos).* ❖ Cuestionario impreso de 	<p>En clase:</p> <p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Presenta la noticia. ❖ Guía la discusión.

	<p>importancia de adquirir una cultura científica general, para poder visualizar de manera crítica diversos fenómenos de la vida cotidiana.</p> <p>* En este caso, se aborda el derrame de sulfato de cobre (II) acidulado en el río Sonora, México, el 6 de agosto de 2014.</p>	<p>1- 2 semanas</p> <p>En clase (cierre de la actividad): 50 minutos*</p> <p>*Puede requerir de más tiempo según el formato final del trabajo presentado por los estudiantes</p>		<p>evaluación individual). **</p> <p>❖ Material diverso. ***</p> <p>* La información puede ser proyectada (se requiere de cañón y computadora).</p> <p>** El cuestionario es breve y puede ser dictado.</p> <p>*** Dependiendo el tipo de trabajo que presenten los alumnos se puede requerir de cañón, mamparas, rotafolios, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Organiza el grupo en equipos. ❖ Proporciona la rúbrica de evaluación para el trabajo a desarrollar. ❖ Monitorea los equipos. ❖ Revisa el trabajo de los estudiantes. ❖ Coordina la presentación de los trabajos. ❖ Realiza el recuento, el cierre y la reflexión sobre el tema. ❖ Aplica el cuestionario de evaluación individual. <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Analizan la noticia. ❖ Participan activamente. ❖ Reescriben la noticia tomando en cuenta las características de la rúbrica. ❖ Presentan la noticia elaborada. ❖ Resuelven el cuestionario. * <p>Extraclase:</p> <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Realizan la investigación documental. ❖ Elaboran la noticia. ❖ Preparan y organizan la presentación del trabajo. <p>* El cuestionario individual no es necesario aplicarlo en la misma sesión.</p>
--	--	--	--	--	--

Una vez que se han descrito las características generales de los TP, se debe mencionar que en el siguiente apartado de la Guía Didáctica (“Sugerencias para la prueba y/o evaluación del aprendizaje del tema y, particularmente, de los TP”, están contenidas diversas recomendaciones e información relevante para la aplicación y evaluación de cada TP (entre otras sugerencias), las cuales es conveniente leer antes de trabajarlos con los estudiantes. Además, es recomendable que revise el apartado de “Algunos conceptos específicos importantes para apoyar el desarrollo de los TP”.

Los seis TP contenidos en la Guía Didáctica se muestran a detalle a continuación:

TRABAJO PRÁCTICO: “MODELOS SIN PASARELA”**1. OBJETIVOS**

Mediante la implementación de esta actividad se pretende que a través de la observación y el análisis de diversas imágenes el alumno:

- ❖ Manifieste y reflexione sobre sus creencias en torno a los modelos.
- ❖ Reconozca el concepto de modelo utilizado en el campo de la Química.
- ❖ Reconozca que los modelos tienen alcances y limitaciones.

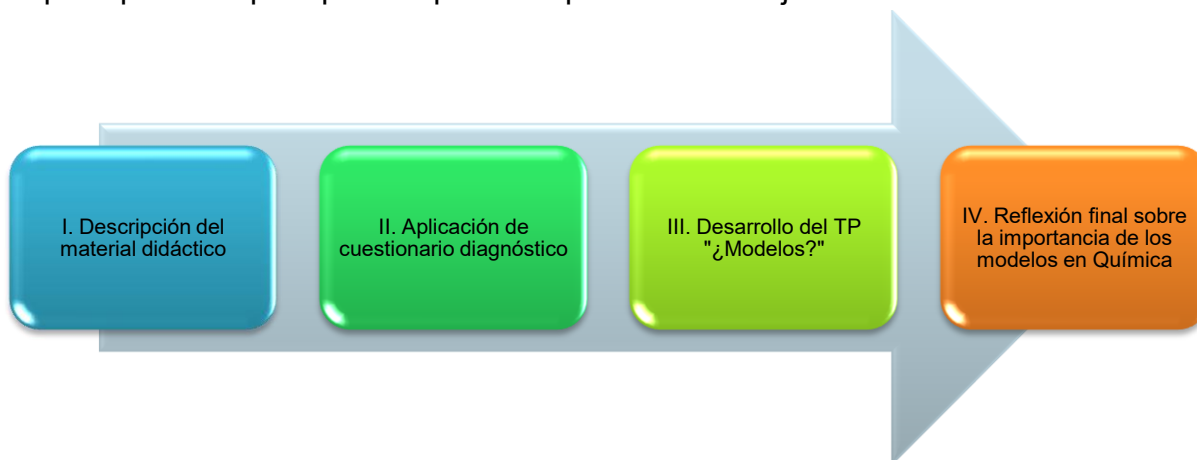
2. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ANTECEDENTES REQUERIDAS EN LOS ESTUDIANTES

Para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea óptimo es deseable que los estudiantes cuenten con los siguientes conocimientos y habilidades previas:

Conocimientos previos	Habilidades previas
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Simbología química ❖ Nomenclatura básica 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Comunicación oral ❖ Análisis de información

3. DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

Antes de describirlo detalladamente, a continuación se ilustran en el Esquema 1 las principales etapas que componen el presente Trabajo Práctico.



Esquema 1. Resumen de las principales etapas que constituyen el TP.

I. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO

El tiempo estimado para la implementación del Trabajo Práctico es de 30 a 50 minutos. El material que se utiliza es un cañón, y la presentación con las siguientes imágenes:

a) Modelos de la Ciudad de México



Figura 1. Mapa de las líneas del metro (CDMX)



Figura 2. Mapa del tren suburbano (CDMX)



Figura 3. Mapa de Coyoacán (CDMX)

b) Modelos del cuerpo humano



Figura 4. Modelo para modistas



Figura 5. Mujer con boina y vestido de cuadros de Pablo Picasso



Figura 6. Modelo de dibujo

c) Algunos modelos utilizados en la enseñanza-aprendizaje de la Química

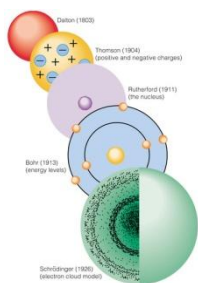


Figura 7. Evolución de los modelos atómicos

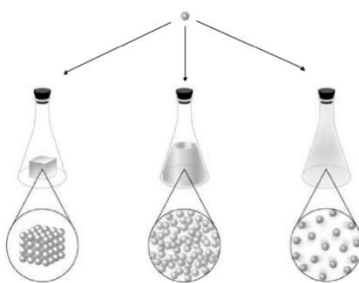


Figura 8. Modelo de los estados de agregación de la materia

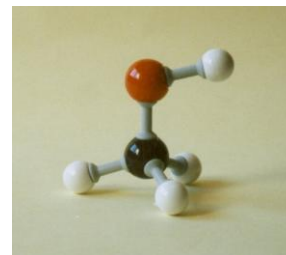


Figura 9. Modelo molecular del metanol

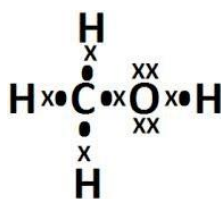


Figura 10. Modelo de Lewis del metanol.

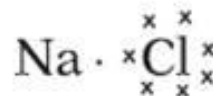


Figura 11. Modelo de Lewis del NaCl.

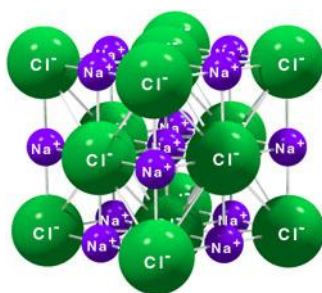


Figura 12. Modelo de la red iónica formada por el compuesto NaCl.



Figura 13. Esquema del ciclo del agua.

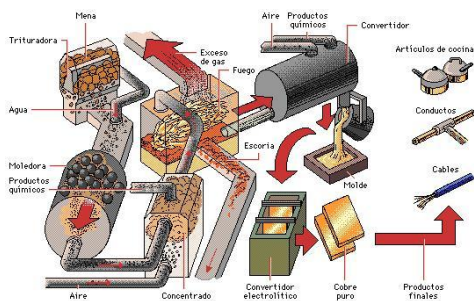


Figura 14. Esquema del proceso de obtención del cobre.

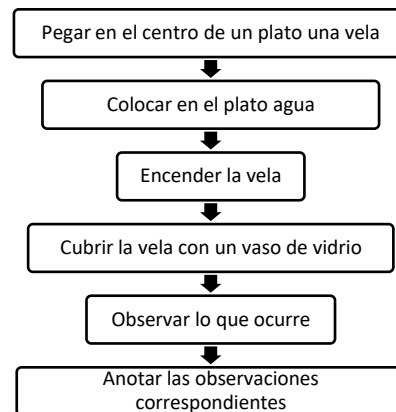


Figura 15. Diagrama de flujo del experimento de "la vela y el vaso".

II. APLICACIÓN DE CUESTIONARIO DIAGNÓSTICO

- Con la finalidad de promover que los estudiantes manifiesten sus ideas en torno a la temática de modelos, y de recopilar información sobre estas ideas, se sugiere iniciar la actividad con la aplicación de un breve cuestionario que conste de las siguientes preguntas:
 - ❖ ¿Qué es un modelo? Describe detalladamente.
 - ❖ ¿Cuáles son las características de un modelo? Describe detalladamente.
 - ❖ ¿Para qué se utilizan los modelos en la Química? Describe detalladamente.

Se sugiere dar a los estudiantes aproximadamente 10 minutos para dicha actividad.

De ser necesario esta actividad puede ser sustituida por una lluvia de ideas.

III. DESARROLLO DEL TP "¿MODELOS?"

- Al inicio de la actividad se sugiere promover que los estudiantes expliciten mediante un cuestionario y leyendo posteriormente sus respuestas en voz

alta sus ideas en torno a la palabra modelo. Se espera que las relacionen con publicidad, estilos de ropa, modelos a escala, un objeto base o una muestra que sirve de referencia para producir algo, una serie de pasos, etc. Es recomendable anotar en el pizarrón un breve resumen de las palabras clave, el cual servirá al final para realizar una comparación con las ideas expuestas durante el desarrollo del TP.

- Al retomar y contrastar las ideas manifestadas por los estudiantes, mostrar las imágenes de los mapas (Figuras 1, 2 y 3). Se puede preguntar si consideran existe relación entre los mapas y los modelos y que justifiquen su respuesta.
- Se debe hacer énfasis en el hecho de que si un modelo es la representación de una parte contextualizada del mundo, entonces los mapas son modelos de la Ciudad de México. Y para hacer énfasis en el hecho de que los modelos poseen un alcance y limitaciones, se pueden hacer preguntas en torno a los mapas como: ¿qué representa cada mapa?, ¿para qué sirve cada mapa?, ¿qué información proporciona cada mapa?, ¿cuál de los mapas es mejor?, ¿qué limitaciones tiene cada uno?, ¿qué alcance tienen?, ¿en qué situación es útil cada mapa? ¿cambiarán con el tiempo? Se le pueden hacer preguntas como ¿qué mapa utilizarían para llegar a la Casa Azul, de Frida Kahlo?, si parten de la Estación del Metro Coyoacán y van caminando, etc.
- Promueva que los alumnos traten de describir qué es un modelo y posteriormente. Introduzca el concepto científico de modelo (descrito en Chamizo, 2013).
- Haga explícito que los modelos se caracterizan por ser explicativos, predictivos, modificables, limitados, etc.
- Haga énfasis en el hecho de que si un modelo es la representación de una parte contextualizada del mundo, entonces los mapas son modelos de la Ciudad de México. Recalque el hecho de que los modelos poseen un alcance y limitaciones.

- Para reforzar la idea de que los modelos son representaciones de una parte del mundo, se pueden utilizar preguntas similares a las anteriores (¿qué representa?, ¿para qué sirve?, ¿qué información proporciona?, ¿cuál es mejor?, ¿qué limitaciones tienen?, ¿qué alcance tienen?, ¿en qué situación es útil? ¿cambiarán con el tiempo?, etc.) utilizando las imágenes que representan al cuerpo humano (Figuras 4, 5 y 6).
- Es recomendable que haga explícito que los ejemplos anteriores corresponde a modelos usados en la vida cotidiana, y que en la ciencia escolar se cuenta con una gran variedad de modelos; los cuales se estudian en diversas asignaturas relacionadas con la ciencia.
- Traslade la idea de los modelos cotidianos a los modelos en las ciencias, en especial en la Química. Para ello, se pueden utilizar las Figuras 7, 8, 9 y 10. Se debe hacer énfasis en sus características como limitaciones, alcances, su poder explicativo, predictivo, que son modificables, que simplifican información, etc.

Las figuras 7 y 8 consisten en representaciones atómicas de la materia. La figura 7 permite observar cómo ha evolucionado el modelo atómico a lo largo del tiempo, se observa cómo en general los modelos resaltan los componentes del átomo con creciente complejidad. Se debe resaltar cómo cada modelo permite estudiar aspectos específicos diferentes del átomo.

Por su parte, la figura 8, mediante la representación del átomo de Dalton, permite observar la forma en que se organizan los átomos en los tres estados de la materia.

Las figuras 9 y 10 representan una molécula de metanol, ambas reflejan su composición, pero mientras que la figura 9 permite visualizar su geometría, la 10 permite distribución de los electrones en los enlaces involucrados.

- Las figuras 11 y 12 son representaciones del compuesto NaCl, ambas permiten observar su composición. Pero en la figura 11 se puede observar el número y la distribución de los electrones que participan en el enlace del compuesto; y en la figura 12, se aprecia la estructura tridimensional que se asocia a la red iónica del compuesto.

- La figura 13, por su parte representa de manera resumida el proceso del ciclo del agua, en la figura 14 se observan las diferentes etapas involucradas en la obtención del cobre, y en la figura 15 se puede apreciar un diagrama sobre el proceso que se realiza en el sencillo experimento de "la vela y el vaso". Con estas figuras se pretende que los estudiantes reflexionen sobre la idea de que los modelos no solo se utilizan para representar el nivel submicroscópico, sino también el nivel macroscópico; como en el caso de ciertos procesos.
- Al igual que al inicio de la actividad, se pueden efectuar preguntas como ¿qué representa cada modelo?, ¿para qué sirve cada modelo?, ¿qué información da cada modelo?, ¿cuál de los modelos es mejor?, ¿qué limitaciones tienen?, ¿qué alcance tienen?, etc.
- Es conveniente enfocarse en que los alumnos comprendan el concepto de modelo y no entrar en más detalles como, por ejemplo, su clasificación (mentales, materiales, etc.); ya que pueden generar confusión en el estudiante.

IV. REFLEXIÓN FINAL SOBRE LA IMPORTANCIA DE LOS MODELOS EN QUÍMICA

- Para finalizar el Trabajo Práctico es recomendable realizar con ayuda de los estudiantes un recuento del concepto de modelo, así como de algunas de sus características (modificable, limitado, su poder explicativo y predictivo, etc.) y algunos ejemplos. Es conveniente hacer un breve resumen sobre las ideas expuestas y anotarlas en el pizarrón.
- En este punto es importante realizar una comparación de las ideas expuestas al inicio del desarrollo del Trabajo Práctico y las expuestas anteriormente. Con base en las anotaciones, se debe hacer notar que en el ámbito cotidiano el concepto de modelo difiere en comparación al del ámbito científico. Resaltar que hay modelos que usamos en la vida cotidiana, pero que en la ciencia escolar también se cuenta con una amplia variedad de estos; y cada modelo tiene una función específica dependiendo del contexto.

- Es importante mencionar que en general los estudiantes creen que los modelos estudiados son absolutos, que representan la verdad revelada, incluso llegan a pensar que ciertos modelos son “reales” y, en ocasiones, tienden a materializarlos como en el caso de los enlaces químicos, etc. Por lo cual, se debe reiterar explícitamente a los alumnos que los modelos son representaciones que no son absolutas, que son aproximaciones, que nos ayudan a comprender nuestro entorno pero eso no significa que todos ellos tengan una existencia material, como en el caso del enlace químico.
- Para finalizar, se puede mencionar que para el estudio de otras disciplinas científicas como Física, Biología, Geografía, etc., de igual manera se utilizan modelos. Y es conveniente dar diferentes ejemplos de modelos en esas asignaturas.

A continuación se presenta en la Tabla 1, un resumen breve sobre los modelos.

Tabla 1. Información relevante sobre los modelos.

Características principales de los modelos
❖ Un modelo es una representación, que se construye contextualizando cierta parte del mundo, con un objetivo específico. Usualmente se basa en analogías (Chamizo, 2013).
❖ Un modelo es una representación de un objeto, un sistema, un proceso, un fenómeno, una idea, un sentimiento, o un evento.
❖ Todo modelo posee una naturaleza limitada. Cada tipo de modelo aporta cierta información y omite otra; es importante estar conscientes del alcance y limitaciones de cada uno de ellos.
❖ La importancia de los modelos radica en su poder explicativo y predictivo.
❖ Conocer diversas formas de representar algo (tipos de modelos) puede proporcionar una comprensión más profunda del fenómeno.
❖ No es apropiado juzgar como “incorrecto” un modelo, sólo porque es muy sencillo y no logra explicar todas las características de un objeto, fenómeno, etc.
❖ Si existen diferentes modelos que representen un objeto, se debe usar el que más

convenga dependiendo el problema o situación a abordar.

- ❖ Los modelos se crean para poner a prueba las ideas; se modificarán cuando se necesite informar o ayudar al desarrollo de las ideas.
- ❖ Los modelos son representaciones tentativas (Demerouti *et al.*, 2005). De manera que pueden cambiar con el tiempo y/o el avance de la tecnología.

4. EVALUACIÓN

Evaluación del aprendizaje individual

La evaluación individual de conocimientos derivados de la aplicación del “TP Modelos sin pasarela”, se puede realizar mediante las siguientes preguntas, las cuales se pueden realizar al inicio y después (preferentemente de 2 a 3 semanas posteriores) de la implementación de la actividad en el aula:

- ❖ ¿Qué es un modelo en el ámbito de la ciencia escolar? Describe detalladamente.
- ❖ ¿Cuáles son las características de un modelo? Explica detalladamente.
- ❖ ¿Para qué se utilizan los modelos en Química? Explica detalladamente.
- ❖ Menciona tres ejemplos de modelo. Un ejemplo que se utilice en Química, uno en Física y uno en Biología. Y describe el uso que tiene en dicha asignatura.

Para realizar la evaluación se sugiere tomar en cuenta la información de la siguiente tabla:

Tabla 2. Sugerencias para realizar la evaluación.

Pregunta	Respuesta Notable	Respuesta Adecuada	Respuesta Regular	Respuesta Deficiente
¿Qué es un modelo en el ámbito de la ciencia escolar?	El estudiante expresa de manera adecuada ideas que describen a un modelo, las cuales pueden ser similares a las contenidas en la Tabla 1 (Información relevante sobre los modelos).	El estudiante expresa de manera entendible ideas que describen a un modelo.	El estudiante expresa de forma ambigua ideas que describen a un modelo.	El estudiante no describe qué es un modelo.
¿Cuáles son las características de un modelo?	El alumno menciona de manera adecuada dos o más características de modelos utilizados en el ámbito de la ciencia escolar, que pueden ser similares a las contenidas en la Tabla 1.	El alumno menciona de manera adecuada una característica de los modelos utilizados en la ciencia escolar.	El alumno menciona de manera ambigua características de los modelos utilizados en la ciencia escolar.	El alumno no menciona características de los modelos.
¿Para qué se utilizan los modelos en Química?	El estudiante describe de manera adecuada uno o más usos de los modelos en la ciencia escolar. Por ejemplo: -Los modelos en Química se pueden utilizar para representar fenómenos o procesos, como por ejemplo un fenómeno químico utilizando una ecuación. Los modelos son importantes para la Química ya que se usan como herramientas para explicar, simplificar información, analizar o predecir fenómenos de interés.	El estudiante describe de forma entendible el uso de los modelos en la ciencia escolar.	El estudiante describe de manera ambigua el uso de los modelos en la ciencia escolar.	El estudiante no describe el uso de los modelos en la ciencia escolar.

<p>Menciona tres ejemplos de modelo. Un ejemplo que se utilice en Química, uno en Física y uno en Biología. Y describe el uso que tiene en dicha asignatura</p>	<p>El alumno menciona los tres ejemplos de los modelos que se le solicitan y describe para cada uno de ellos el uso que tienen en la asignatura a la cual corresponden. Por ejemplo:</p> <p>-En Química la ecuación:</p> $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{energía}$ <p>Es un modelo que describe el proceso de combustión del metano, parte de la información que representa se puede utilizar para calcular la cantidad de CO₂ que se produce de la combustión completa de una cantidad determinada de metano.</p>	<p>El alumno menciona dos ejemplos de modelos y describe para cada uno el uso que tienen en la asignatura a la cual corresponden.</p>	<p>El alumno menciona un ejemplo de modelo y describe su uso en la asignatura correspondiente.</p>	<p>El alumno no escribe ejemplos de modelos, o los menciona pero no describe su uso.</p>
---	---	---	--	--

5. REFERENCIAS

- ❖ Chamizo, J.A. (2013). A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science & Education*, **22**(7), 1613–1632.
- ❖ Demerouti, M., Kousathana, M., Tsaparlis, G. (2005). Instructional misconception in acid-base equilibria: An analysis from history and philosophy of science perspective. *Science and Education*, **14**, 173-193.

TRABAJO PRÁCTICO: “¿FUERTE O DÉBIL?”**1. OBJETIVOS**

Mediante la realización de esta actividad experimental, se pretende que a través de la observación y el análisis de diversos fenómenos macroscópicos el estudiante:

- ❖ Comprenda el concepto de fuerza de ácidos y bases (utilizando el modelo de Arrhenius).
- ❖ Sea capaz de representar (a nivel submicroscópico y/o simbólico) como están las partículas de un ácido y/o una base fuerte, y de un ácido y/o una base débil.

Con la aplicación de este Trabajo Práctico también se pretende minimizar las siguientes concepciones alternativas:

- ❖ Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos (Ross y Munby, 1991; Figueroa *et al.*, 2006; Alvarado, 2012).
- ❖ Un ácido fuerte no se disocia en agua (Demircioglu *et al.*, 2005; Artdej *et al.*, 2010).

Durante la realización de esta actividad es relevante que el profesor procure que los estudiantes comprendan los siguientes enunciados sobre fuerza y concentración de ácidos y bases:

- ❖ Los ácidos y las bases que son electrolitos fuertes (altamente ionizados) se denominan ácidos fuertes y bases fuertes (Hein y Arena, 2001: 380).
- ❖ Los ácidos y las bases que son electrolitos débiles (ligeramente ionizados) se llaman ácidos débiles y bases débiles (Hein y Arena, 2001: 380).
- ❖ La concentración se relaciona con el número de moléculas (moles) presentes por unidad de volumen (Fortman, 1994).
- ❖ Según el modelo de Arrhenius, la diferencia de la fuerza de los ácidos y de las bases se interpreta según los diferentes grados de ionización (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002). De forma tal que, se hace una distinción absoluta entre ácidos fuertes (completamente ionizados en agua) y ácidos débiles (parcialmente ionizados en agua) (De Vos y Pilot, 2001).

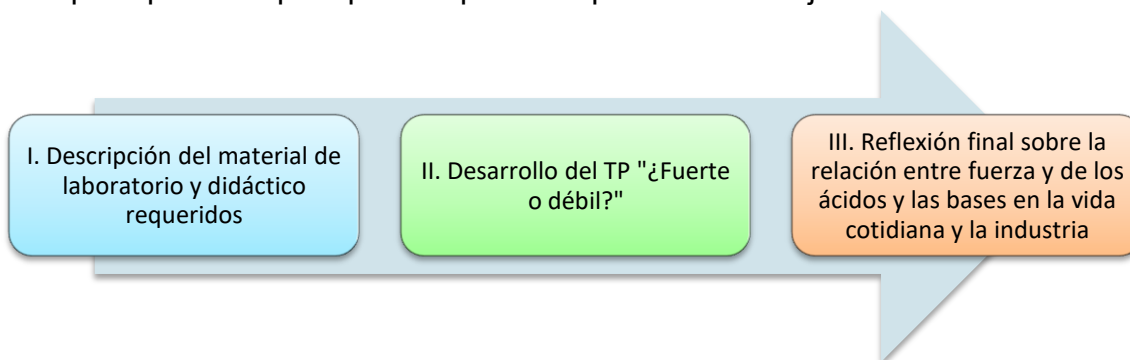
2. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ANTECEDENTES REQUERIDAS EN LOS ESTUDIANTES

Para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea óptimo es deseable que los estudiantes cuenten con los siguientes conocimientos y habilidades previos.

Conocimientos	Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nomenclatura ❖ Concepto de ion ❖ Concepto de corriente eléctrica ❖ Concepto de conductividad ❖ Concepto de concentración ❖ Concepto de ionización ❖ Concepto de disociación ❖ Relación de la conductividad eléctrica con la cantidad de iones en una disolución ❖ Concepto de ácido y base según el modelo de Arrhenius, así como sus limitaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Búsqueda y análisis de información ❖ Trabajo en equipo ❖ Comunicación (oral y escrita)

3. DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

Antes de describir detalladamente el TP, a continuación se ilustran en el **Esquema 1** las principales etapas que componen el presente Trabajo Práctico.



Esquema 1. Resumen de las principales etapas que componen el TP.

I. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL REQUERIDO

El tiempo estimado para la implementación del TP es de 70 a 100 minutos.

El material que se necesita para realizar el experimento demostrativo es:

- ❖ 2 Vasos de precipitados de 50 mL
- ❖ 1 Circuito eléctrico
- ❖ 25 mL Disolución de HCl 1 M
- ❖ 25 mL Disolución de CH₃COOH 1 M

El material que se necesita por estudiante es:

- ❖ Hoja de trabajo para los alumnos (Anexos).

II. DESARROLLO DEL TP “¿FUERTE O DÉBIL?”

- Antes de realizar la actividad, los estudiantes deben investigar los conceptos de ion, corriente eléctrica, conductividad, concentración; ácidos y bases de Arrhenius, así como las limitaciones de este modelo (esta actividad se puede dejar como tarea previa).
- Comente grupalmente los conceptos investigados y resuelva dudas al respecto.
- Forme equipos de 3 a 4 personas y darle a cada integrante la primera página de la hoja de trabajo (Anexos).
- Solicite a un estudiante del grupo que lea el inciso A de la página 1 del Anexo, donde se les pide a los alumnos que imaginen que tienen unos lentes con los que podrían ver las partículas de ambas disoluciones, y que dibujen como verían las partículas, tomando en cuenta que tienen la misma concentración.
- Muestre a los alumnos las disoluciones en cuestión, y dar aproximadamente 10 minutos para que realicen sus representaciones gráficas.
- Reparta a los alumnos las páginas faltantes de la hoja de trabajo.
- Antes de que se pruebe la conductividad de las disoluciones, promover que los estudiantes predigan individualmente qué esperarían que ocurriera al

sumergir los alambres del circuito eléctrico en cada disolución (inciso B del Anexos).

- De manera demostrativa realizar el experimento, sumergiendo los alambres del circuito eléctrico en cada una de las dos disoluciones y pedir a los alumnos que anoten sus observaciones (inciso C del Anexos). Durante el proceso describir en voz alta cada paso que se realiza.
- Promueva que los alumnos discutan y expliquen en equipo por escrito el fenómeno observado. Se pueden apoyar en los conceptos que investigaron previamente y se les puede proponer que elaboren representaciones a nivel submicroscópico para apoyarse (inciso D del Anexos).
- Fomente que cada equipo comparta sus explicaciones y/o representaciones con los demás equipos del grupo (inciso E del Anexos).
- Guíe a los alumnos hacia la idea de que el fenómeno de la conductividad eléctrica en las disoluciones está relacionado con la presencia de iones en dichas disoluciones. Que las moléculas en cuestión al disolverse en agua se ionizaron.

Una vez que los estudiantes reconozcan que la presencia de una mayor o menor cantidad de iones se relaciona con la intensidad con la que encendió el foco o con la conductividad eléctrica, guíarlos hacia el concepto de fuerza de ácidos. Para esto, se puede preguntar ¿por qué la intensidad con la que encendió el foco de la disolución de HCl es mayor que la intensidad de la disolución de CH₃COOH?, ¿Por qué sucede lo anterior si ambas disoluciones tienen la misma concentración?, si hubiera mayor número de iones en una disolución con respecto a otra, la intensidad con la que encendería el foco en la primera con respecto a la segunda, sería mayor o menor? Para esto es relevante que cada equipo comparta sus explicaciones y/o representaciones con el grupo.

Se debe tratar de que los alumnos reconozcan que la intensidad con la que enciende el foco depende del número de iones presente en las disoluciones, resaltando que ambas disoluciones tienen la misma concentración, pero diferente fuerza. En este punto se les puede preguntar

a los estudiantes ¿a qué creen que se refiera el término de fuerza?, para promover que manifiesten de forma espontánea sus ideas al respecto, y se hagan conscientes del significado que se le da al término cotidianamente y qué tan diferente es del utilizado en la Química ácido-base.

- Explique a los alumnos que a la capacidad de ionización de los ácidos y bases se le denomina fuerza, para que con base en esto ellos propongan cómo le denominarían a un ácido que se ioniza casi por completo y a otro que se ioniza poco. Guiarlos a que relacionen un alto grado de ionización con “fuerte” y un bajo grado de ionización con “débil”.
- Es relevante que haga explícito que el concepto de fuerza es adecuado en el modelo de Arrhenius, tratándose de una categorización de los ácidos y bases que es absoluta (fuerte o débil). Se deben mencionar las limitaciones del modelo de Arrhenius para que los estudiantes las tomen en cuenta y reconozcan que en los fenómenos estudiados en este TP, el modelo de Arrhenius es factible por tratarse de disoluciones acuosas. Se deben hacer explícitos los niveles de representación en los que se está trabajando (macroscópico, submicroscópico y simbólico).
- Para abordar las aclaraciones anteriores se puede realizar la representación de las partículas de un ácido débil y de uno fuerte, de dos disoluciones con la misma concentración, que sean diferentes a los utilizados en el experimento demostrativo.
- Promueva que los estudiantes se imaginen de nueva cuenta que tienen unos lentes que les permiten ver las partículas de las disoluciones de los ácidos fuertes y débiles que tienen, y que dibujen como verían las partículas de esas disoluciones, tomando en cuenta sus observaciones y explicaciones anteriores (inciso F del Anexo 1).
- Guíe al grupo hacia el concepto de fuerza de las bases.
- Promueva que los estudiantes basándose en las explicaciones concernientes a los ácidos, realicen explicaciones y representaciones con respecto al comportamiento de las bases de Arrhenius: NaOH 1 M y Al(OH)₃ 1 M, las cuales se consideran como fuerte y débil respectivamente

(inciso G del Anexo 1). Esta actividad se puede dejar de tarea, si se dispone de poco tiempo, discutiéndose posteriormente de preferencia en el aula.

III. REFLEXIÓN FINAL SOBRE LA RELACIÓN ENTRE FUERZA Y DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES EN LA VIDA COTIDIANA Y LA INDUSTRIA

- Para finalizar el TP se puede realizar una reflexión global sobre las ideas y los conceptos revisados (haciendo énfasis en el concepto de fuerza de ácidos y bases de Arrhenius).
- Resalte la importancia de la fuerza de ácidos y bases en la vida cotidiana y en la industria. Se puede mencionar que los ácidos y bases fuertes están presentes en diversos ámbitos, por ejemplo, el HCl está presente en algunos limpiadores para retretes, el H_2SO_4 se utiliza ampliamente en la industria minera como agente lixivante, y el NaOH es común que esté presente en pilas alcalinas. Por otra parte, en el caso de los ácidos y las bases débiles, el ácido cítrico se puede encontrar en varias frutas y también se usa comúnmente en la industria alimentaria como aditivo y conservador de productos; el $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se encuentra en medicamentos utilizados para la acidez estomacal.

4. EVALUACIÓN

Evaluación del aprendizaje individual

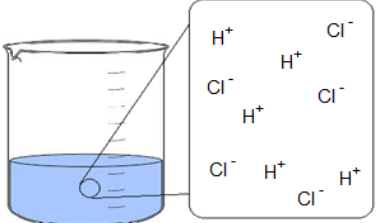
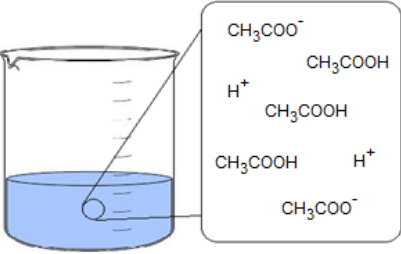
Para la valorar el aprendizaje se sugiere que el estudiante conteste la siguiente pregunta:

1. ¿Son lo mismo la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases?
Explica detalladamente.

También, se pueden tomar como puntos a evaluar el inciso F y G de la hoja de trabajo del alumno, pues en éstos el alumno tiene que poner en práctica lo aprendido para realizar las representaciones de manera adecuada.

Para llevar a cabo la revisión y evaluación de las actividades realizadas por los estudiantes se sugiere que considere la siguiente información.

Cuadro 1. Información relevante sobre la actividad descrita en las hojas de trabajo para el alumno.

	Respuesta Notable	Respuesta Adecuada	Respuesta Regular	Respuesta Deficiente
Disolución de ácido clorhídrico	<p>El alumno representa todas las moléculas de HCl totalmente ionizadas, en iones hidrógeno y cloro. Los iones están escritos de manera adecuada. Escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones Cl^-. Un ejemplo de representación es la siguiente:</p> 	<p>El alumno representa todas las moléculas de HCl totalmente ionizadas, en iones hidrógeno y cloro. Los iones están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones Cl^-.</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas de HCl totalmente ionizadas. Los iones no están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones Cl^-.</p>	<p>El alumno representa las moléculas de HCl parcialmente ionizadas o no ionizadas. Los iones pueden o no estar escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos.</p>
Disolución de ácido acético	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido acético parcialmente ionizadas, en iones H^+ y iones CH_3COO^-, escribe algunas moléculas de ácido acético sin ionizar. Con relación a los iones representados escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones CH_3COO^-. Los iones están escritos de manera adecuada. Un ejemplo de representación es la siguiente:</p> 	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido acético parcialmente ionizadas, en iones H^+ y iones CH_3COO^-, escribe algunas moléculas de ácido acético sin ionizar. Los iones están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones CH_3COO^-.</p>	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido acético parcialmente ionizadas, escribe algunas moléculas de ácido acético sin ionizar. Los iones no están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones CH_3COO^-.</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas del ácido acético totalmente ionizadas o sin ionizar. Los iones no están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos.</p>

Cuadro 2. Sugerencia para realizar la evaluación.

Pregunta	Respuesta Notable	Respuesta Adecuada	Respuesta Regular	Respuesta Deficiente
¿Son lo mismo la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases?	El estudiante contesta que “no”, justifica su respuesta mencionando adecuadamente el concepto de fuerza y el de concentración; y los contrasta para enfatizar sus diferencias.	El estudiante contesta que “no”, justifica parcialmente su respuesta; en la cual puede mencionar adecuadamente el concepto de fuerza o el de concentración.	El estudiante contesta que “no”, justifica de manera confusa su respuesta; en la que puede mencionar de manera inadecuada el concepto de fuerza o el de concentración.	El estudiante sólo contesta sí o no, pero no justifica su respuesta.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Artdej, R., Ratanaroutai, T., Coll, R. and Thongpanchang, T. (2010). Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid–base chemistry. *Research in Science & Technological Education*, **28**(2), 167-183.
- ❖ Demircioglu, G., Ayas, A. y Demircioglu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, **6**(1), 36-51.
- ❖ De Vos, W., Pilot, A. (2001). Acids and bases in layers: The stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*. **78** (4), p. 494-499.
- ❖ Figueroa, R., Utria, C. y Colpas, R. (2006). Entendimiento conceptual de los estudiantes del nivel básica secundaria sobre el concepto de ácido. *Tecné, Episteme y Didaxis*, **19**, 22-31.
- ❖ Fortman, J. (1994). Pictorial analogies XI: Concentrations and acidity of solutions. *Journal of Chemical Education*,. **71**(5), 430-432.
- ❖ Hein, M. y Arena, S. (2001). Fundamentos de Química. México: Thomson Learning.
- ❖ Jiménez-Liso, M. R., De Manuel Torres, E., González García, F., Salinas López, F. (2000). La utilización del concepto del pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, **18**(3), p. 451-461.

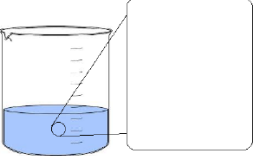
- ❖ Ross, B. y Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high school students' understanding of acids and bases. *International Journal of Science Education*, **13**, 11-23.

A continuación se incluyen algunas capturas en tamaño reducido de los incisos presentes en la hoja de trabajo (Anexos) a los que hace referencia el TP.

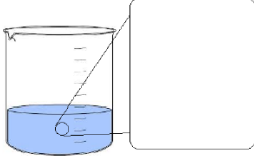
Nombre: _____ Grupo: _____ Equipo: _____

Instrucciones: Contesta detalladamente lo que se te pide.

A. Con respecto a las disoluciones de los ácidos de Arrhenius HCl 1M y CH₃COOH 1M que se te muestran. Imagina que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones. Dibuja como verías las partículas tomando en cuenta que las disoluciones tienen la misma concentración. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.



Disolución de ácido clorhídrico 1M:



Disolución de ácido acético 1M:

Figura 1. Inciso “A” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o débil”.

B. Responde de manera individual. ¿Qué esperarías observar cuando se sumerjan los alambres del circuito eléctrico en cada disolución? Explica tu respuesta

C. Observa lo que ocurre al sumergir los alambres del circuito eléctrico en cada disolución y anota tus observaciones.

Disolución de ácido clorhídrico 1M:

Disolución de ácido acético 1M:

D. Con ayuda de tus compañeros de equipo explica el comportamiento de cada disolución. Si lo crees conveniente te puedes apoyar en los conceptos que has investigado en el transcurso de las clases:

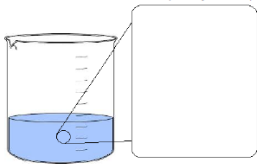
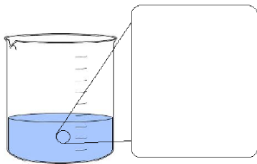
Disolución de ácido clorhídrico 1M:

Figura 2. Incisos “B”, “C” y “D” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o débil”.

Disolución de ácido acético 1M:

E. Compartan con el grupo sus explicaciones.

F. Imagina de nuevo que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones, dibuja como se verían las partículas; toma en cuenta tus observaciones y las explicaciones anteriores. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.

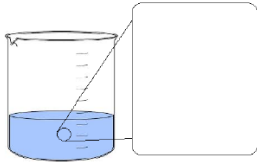
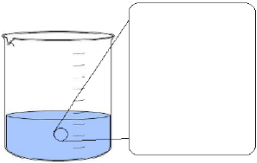



Disolución de ácido clorhídrico 1M:

Disolución de ácido acético 1M:

Figura 3. Incisos “D” (continuación), “E” y “F” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o débil”.

G. Con respecto a las bases de Arrhenius NaOH 1M y Al(OH)₃ 1M, las cuales son consideradas como fuerte y débil respectivamente. Imagina que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones. Dibuja como verías sus partículas tomando en cuenta que las disoluciones tienen la misma concentración. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.

Disolución de hidróxido de sodio 1M:

Disolución de hidróxido de aluminio 1M:

Figura 4. Inciso “G” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o débil”.

TRABAJO PRÁCTICO: “¿FUERTE O CONCENTRADO?”**1. OBJETIVOS**

Mediante la realización de esta actividad, se pretende que a través de la observación y el análisis de diversos fenómenos macroscópicos, el estudiante:

- ❖ Reafirme los conceptos de concentración y de fuerza de ácidos y bases (utilizando el modelo de Arrhenius).
- ❖ Diferencie los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases, según el modelo de Arrhenius.

Con la aplicación de este TP también se pretende minimizar las siguientes concepciones alternativas:

- ❖ Fuerza es sinónimo de concentración (Fortman, 1994; Hand, 1989; Alvarado-Zamorano *et al.*, 2013).
- ❖ Un ácido fuerte es siempre un ácido concentrado (Demircioglu *et al.*, 2005).
- ❖ Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos (Ross y Munby, 1991; Figueroa *et al.*, 2006).
- ❖ Un ácido fuerte no se disocia en agua (Demircioglu *et al.*, 2005; Artdej *et al.*, 2010).

Durante la realización de esta actividad es relevante que el profesor procure que los estudiantes comprendan los siguientes enunciados sobre fuerza y concentración de ácidos y bases:

- ❖ A los ácidos y las bases que son electrolitos fuertes (altamente ionizados) se les denomina ácidos fuertes y bases fuertes (Hein y Arena, 2001: 380).
- ❖ A los ácidos y las bases que son electrolitos débiles (ligeramente ionizados) se les denomina ácidos débiles y bases débiles (Hein y Arena, 2001: 380).
- ❖ La mayor parte de los ácidos son ácidos débiles, los cuales se ionizan, sólo en forma limitada, en el agua (Chang, 2007, 652).

- ❖ La concentración se relaciona con el número de moléculas (moles) presentes por unidad de volumen (Fortman, 1994).
- ❖ Según el modelo de Arrhenius, la diferencia de la fuerza de los ácidos y de las bases se interpreta según los diferentes grados de ionización (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002). De forma tal que, se hace una distinción absoluta entre ácidos fuertes (completamente ionizados en agua) y ácidos débiles (parcialmente ionizados en agua) (De Vos y Pilot, 2001).

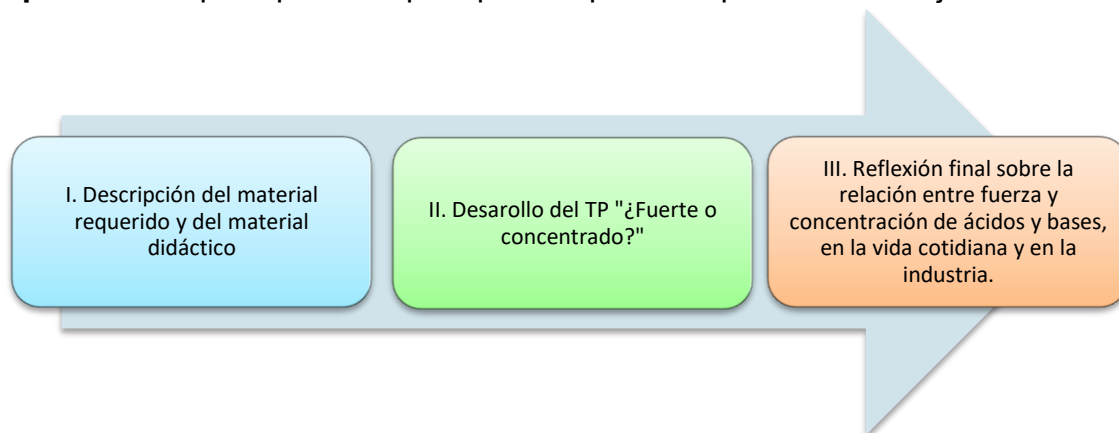
2. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ANTECEDENTES REQUERIDOS EN LOS ESTUDIANTES

Para que el proceso de enseñanza-aprendizaje de concentración y fuerza de ácidos y bases sea óptimo, es deseable que los estudiantes posean los siguientes conocimientos y habilidades previos.

Conocimientos	Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nomenclatura ❖ Concepto de ion ❖ Concepto de corriente eléctrica ❖ Concepto de conductividad ❖ Concepto de concentración ❖ Concepto de ionización ❖ Concepto de disociación ❖ Relación de la conductividad eléctrica con la cantidad de iones en una disolución ❖ Conceptos de ácido y base según el modelo de Arrhenius, así como sus limitaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Búsqueda y análisis de información ❖ Trabajo en equipo ❖ Comunicación (oral y escrita)

3. DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

Antes de describir detalladamente este TP, a continuación se ilustran en el **Esquema 1** las principales etapas que componen el presente Trabajo Práctico.



Esquema 1. Resumen de las principales etapas que componen el TP “Fuerte o concentrado”.

I. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL REQUERIDO POR EQUIPO

El tiempo estimado para la implementación del TP es de 70 a 100 minutos.

El material que se necesita para realizar el experimento demostrativo es:

- ❖ 4 Vasos de precipitados de 50 mL
- ❖ 1 Circuito eléctrico
- ❖ 25 mL Disoluciones de HCl 1 M, 0.007 M
- ❖ 25 mL Disoluciones de CH₃COOH 1 M, 0.007 M

El material que se necesita por estudiante es:

- ❖ Hoja de trabajo para los alumnos (Anexos).

II. DESARROLLO DEL TP "¿FUERTE O CONCENTRADO?"

- Antes de realizar esta actividad, los estudiantes deben investigar (en caso de que no se haya realizado el TP “¿Fuerte o débil?” en clase) los conceptos de ion, corriente eléctrica, conductividad, concentración; ácidos y bases según el modelo de Arrhenius, así como las limitaciones de este

modelo (en su caso, esta actividad se puede dejar como tarea previa). Se puede iniciar la actividad preguntando a los estudiantes acerca de estos conceptos para corroborar que los comprenden.

- Forme equipos de 3 a 4 personas y proporciónale a cada integrante las primeras dos páginas de la hoja de trabajo (Inciso A).
- Pídale a un estudiante del grupo que lea el inciso A de la página 1 del Anexo, donde se les solicita a los alumnos que imaginen que tienen unos lentes con los que podrían ver las partículas de ambas disoluciones, y que dibujen como verían las partículas (tomando en cuenta que son diferentes ácidos y que están a diferentes de concentraciones).
- Muestre a los alumnos las disoluciones en cuestión, y dé aproximadamente 15 minutos para que realicen sus representaciones y descripciones.
- Reparta a los alumnos las páginas faltantes de la hoja de trabajo.
- Antes de que se pruebe la conductividad de las disoluciones, promueva que los estudiantes predigan individualmente qué esperarían que ocurriera al sumergir los alambres del circuito eléctrico en cada disolución (inciso B).
- De manera demostrativa realice el experimento, sumergiendo los alambres del circuito eléctrico en cada una de las dos disoluciones y pida a los alumnos que anoten sus observaciones (inciso C). Durante el proceso describa en voz alta cada paso que se realiza.
- Promueva que los alumnos expliquen en equipo el fenómeno observado; se pueden apoyar en los conceptos que investigaron previamente y se les puede proponer que elaboren representaciones a nivel submicroscópico para apoyarse (inciso D).
- Guíe a los alumnos hacia la idea de que el fenómeno de la conductividad eléctrica en las disoluciones está relacionado con la presencia de iones en dichas disoluciones. Que las moléculas en cuestión al disolverse en agua se ionizaron.
- Promueva que los alumnos indiquen cuáles son los iones que están presentes en cada disolución, tomando en cuenta que ambas disoluciones

- son ácidos de Arrhenius. Para esto es importante que cada equipo comparta sus explicaciones y/o representaciones con el grupo (inciso E).
- Una vez que los estudiantes identifiquen los iones involucrados en la conductividad eléctrica, guíeles para que recuerden (reconozcan de ser el caso) el concepto de fuerza de ácidos. Para esto puede preguntarles ¿por qué la intensidad con la que enciende el foco de la disolución de HCl 1 M es mayor que la intensidad en la disolución de CH₃COOH 1 M?, ¿tiene importancia el hecho de que ambas disoluciones tienen la misma concentración?, ¿si hubiera muchos iones en una disolución, la intensidad con la que enciende el foco sería mayor o menor?, ¿si hubiera pocos iones en una disolución, la intensidad con la que enciende el foco sería mayor o menor?, ¿por qué la intensidad con la que enciende el foco de la disolución de HCl 1 M es mayor que la intensidad de la disolución de HCl 0.007 M?, ¿Por qué es diferente la intensidad de luz si son disoluciones del mismo ácido?, ¿qué relevancia tiene la concentración?, etc. Para esto es importante que cada equipo comparta sus explicaciones y/o representaciones con el grupo. Se debe tratar que los alumnos reconozcan que la intensidad con la que enciende el foco depende del número de iones presente en las disoluciones, resaltando que ambas disoluciones tienen la misma concentración, pero presentan un diferente grado de ionización. Explicarles (si es que el TP de “¿Fuerte o débil” no se realizó) que a la capacidad de ionización de los ácidos se le denomina fuerza; con base en esto que ellos propongan cómo le denominarían a un ácido que se ioniza casi por completo y a otro que se ioniza poco. Guiarlos a que relacionen un alto grado de ionización con “fuerte” y un bajo grado de ionización con “débil”.
 - Guíe a los alumnos a que reconozcan que la fuerza de los ácidos es diferente que su concentración, que hay relación entre estos conceptos, pero que no son sinónimos. Para ello, puede mostrarles de nueva cuenta la conductividad que exhiben las disoluciones de HCl 1 M y HCl 0.007 M. Para

esto es conveniente realizar una discusión grupal y que cada equipo comparta sus explicaciones y/o representaciones con el grupo.

- Es relevante que destaque que se está trabajando con el modelo de Arrhenius para abordar los conceptos de ácido, base y fuerza; incluso, el de concentración. También se deben hacer explícitos los niveles de representación en los que se esté trabajando (macroscópico, submicroscópico y simbólico).
- Promueva que los estudiantes imaginen de nuevo que tienen unos lentes que les permiten ver las partículas de las disoluciones que tienen, y que dibujen como verían las partículas de las disoluciones tomando en cuenta sus observaciones y explicaciones anteriores (inciso F).
- Si cuenta con tiempo suficiente, se puede realizar (para que los alumnos se familiaricen con los conceptos abordados) la repetición del experimento anterior con NaOH 1 M y 0.007 M, y Al(OH)₃ 1 M y 0.007 M. De no ser posible, se puede continuar sin problema con los puntos posteriores del trabajo práctico.
- Traslade los conceptos de fuerza y concentración al caso de las bases.
- Fomente que los estudiantes considerando las explicaciones concernientes a los ácidos, realicen explicaciones y representaciones respecto al comportamiento de las bases de Arrhenius NaOH 1 y 0.007 M y Al(OH)₃ 1 y 0.007 M, las dos primeras consideradas como fuertes y las dos restantes como débiles. Guíe al grupo hacia el concepto de fuerza de las bases (inciso G). Resalte la idea de que la fuerza de los ácidos y las bases es diferente que su concentración.

III. REFLEXIÓN FINAL SOBRE LA RELACIÓN ENTRE FUERZA Y CONCENTRACIÓN DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES EN LA VIDA COTIDIANA Y LA INDUSTRIA

- Para finalizar el Trabajo Práctico se debe realizar una reflexión global sobre las ideas y los conceptos revisados (haciendo énfasis en los conceptos de ácidos y bases de Arrhenius, concentración y fuerza).

- Es relevante resaltar la importancia de la diferencia entre fuerza y concentración de ácidos y bases en la vida cotidiana y en la industria.
 - Se puede mencionar que los ácidos fuertes en la naturaleza no siempre están concentrados. Por ejemplo, el HCl es un ácido fuerte y está presente en los jugos gástricos con una baja concentración. Sin embargo, cuando por diversas razones esta concentración aumenta se generan diversas alteraciones de salud asociadas a la enfermedad denominada gastritis. Por otra parte, el HCl concentrado se utiliza en la industria minera, y en el hogar se usa para la limpieza de pisos de cemento. Otros ácidos fuertes como el HNO_3 y H_2SO_4 , también están en constante contacto con nosotros a través de la lluvia ácida, pero en esta situación la concentración de dichos ácidos es muy baja.
 - Por su parte, las bases NaOH y KOH que se clasifican como bases fuertes, las podemos encontrar con una baja concentración en los productos de limpieza conocidos como destapacaños; y concentradas se utilizan en la industria productora de jabones y detergentes.
 - Las bases débiles $\text{Al}(\text{OH})_3$ y $\text{Mg}(\text{OH})_2$ utilizadas a bajas concentraciones, comúnmente son los componentes principales de los medicamentos denominados antiácidos.
 - Hay que resaltar también, que la mayor parte de los ácidos con los que tenemos contacto diariamente son ácidos débiles con bajas concentraciones. Por ejemplo, el ácido acético (conocido comercialmente como vinagre), que consumimos como aderezo de ensaladas, es un ácido débil y está a una baja concentración. Lo mismo ocurre en el caso de otros ácidos débiles como el ácido cítrico (presente en frutas y dulces), el ácido acetilsalicílico (presente en las aspirinas), ácido tartárico (utilizado en repostería), etc., que están presentes en diversos productos de consumo cotidiano.

4. EVALUACIÓN

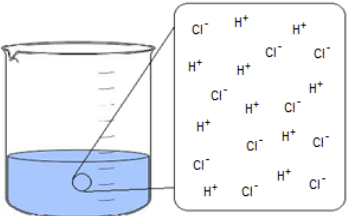
Evaluación del aprendizaje individual

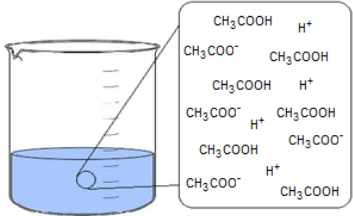
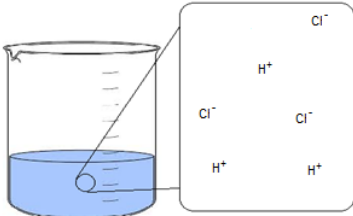
Para la valorar el aprendizaje se sugiere que los estudiantes contesten las siguientes preguntas:

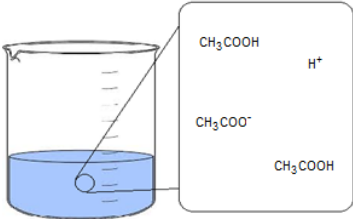
- ❖ ¿Son lo mismo la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases? Explica detalladamente.
- ❖ Representa las partículas que constituirían una disolución de un ácido débil y luego representa otra disolución con este mismo ácido pero concentrada con respecto a tu primera representación. Escribe algunas anotaciones que ayudan a explicar tus representaciones.
- ❖ Representa las partículas que constituirían una disolución de una base fuerte y luego representa otra disolución con esta misma base pero diluida con respecto a tu primera representación. Escribe algunas anotaciones que ayudan a explicar tus representaciones.

Para llevar a cabo la revisión y evaluación de las actividades realizadas por los estudiantes se sugiere que considere la siguiente información.

Cuadro 1. Información relevante sobre la actividad descrita en las hojas de trabajo para el alumno.

	Respuesta Notable	Respuesta Adecuada	Respuesta Regular	Respuesta Deficiente
Ácido clorhídrico 1 M	<p>El alumno representa todas las moléculas de HCl totalmente ionizadas, en iones hidrógeno y cloro. Los iones están escritos de manera adecuada. Escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones Cl^-, en la representación.</p> <p>Para hacer evidente que la disolución de HCl 1 M y CH_3COOH 1 M tienen la misma concentración, representa el mismo número de moléculas en ambas representaciones. Un ejemplo de representación es la siguiente:</p>  <p>(En este caso se usaron 10 moléculas de HCl)</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas de HCl totalmente ionizadas, en iones hidrógeno y cloro. Los iones están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones Cl^- en la representación.</p> <p>Para mostrar que la disolución de HCl 1 M y CH_3COOH 1 M tienen la misma concentración, trata de representar el mismo número de moléculas en ambas representaciones.</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas de HCl totalmente ionizadas. Los iones no están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones Cl^- en la representación.</p> <p>No trata de representar el mismo número de moléculas en la disolución de HCl 1 M y CH_3COOH 1 M.</p>	<p>El alumno representa las moléculas de HCl parcialmente ionizadas o no ionizadas. Los iones pueden o no estar escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos en la representación.</p> <p>No trata de representar el mismo número de moléculas en la disolución de HCl 1 M y CH_3COOH 1 M.</p>
Ácido acético 1 M	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido acético parcialmente ionizadas, en iones H^+ y iones CH_3COO^-, escribe algunas moléculas de ácido acético sin ionizar. Con relación a los iones representados escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones CH_3COO^- en la representación. Los iones están escritos de manera adecuada.</p> <p>Para hacer evidente que la disolución de CH_3COOH 1 M y HCl 1 M tienen la misma concentración, representa el mismo número de moléculas en ambas representaciones. Un ejemplo de representación es la siguiente:</p>	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido acético parcialmente ionizadas, en iones H^+ y iones CH_3COO^-, escribe algunas moléculas de ácido acético sin ionizar. Con relación a los iones representados no escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones CH_3COO^- en la representación. Los iones están escritos de manera adecuada.</p>	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido acético parcialmente ionizadas, escribe algunas moléculas de ácido acético sin ionizar. Los iones no están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones CH_3COO^- en la representación.</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas del ácido acético totalmente ionizadas o sin ionizar. Los iones no están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos en la representación.</p>

	 <p>(En este caso se usaron 10 moléculas de CH₃COOH)</p>	<p>Para mostrar que la disolución de CH₃COOH 1 M y HCl 1 M tienen la misma concentración, trata de representar el mismo número de moléculas en ambas representaciones.</p>	<p>No trata de representar el mismo número de moléculas en la disolución de CH₃COOH 1 M y HCl 1 M.</p>	<p>No trata de representar el mismo número de moléculas en la disolución de CH₃COOH 1 M y HCl 1 M.</p>
<p>Ácido clorhídrico 0.007 M</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas de HCl totalmente ionizadas, en iones hidrógeno y cloro. Los iones están escritos de manera adecuada. Escribe la misma cantidad de iones H⁺ y iones Cl⁻, en la representación.</p> <p>Para hacer evidente que la disolución de HCl 0.007 M y CH₃COOH 0.007 M tienen la misma concentración, representa el mismo número de moléculas en ambas representaciones. Un ejemplo de representación es la siguiente:</p>  <p>(En este caso se usaron 3 moléculas de HCl)</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas de HCl totalmente ionizadas, en iones hidrógeno y cloro. Los iones están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones H⁺ y iones Cl⁻ en la representación.</p> <p>Para mostrar que la disolución de HCl 0.007 M y CH₃COOH 0.007 M tienen la misma concentración, trata de representar el mismo número de moléculas en ambas representaciones.</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas de HCl totalmente ionizadas. Los iones no están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones H⁺ y iones Cl⁻ en la representación.</p> <p>No trata de representar el mismo número de moléculas en la disolución de HCl 0.007 M y CH₃COOH 0.007 M.</p>	<p>El alumno representa las moléculas de HCl parcialmente ionizadas o no ionizadas. Los iones pueden o no estar escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos en la representación.</p> <p>No trata de representar el mismo número de moléculas en la disolución de HCl 0.007 M y CH₃COOH 0.007 M.</p>

<p>Ácido acético 0.007 M</p>	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido acético parcialmente ionizadas, en iones H^+ y iones CH_3COO^-, escribe algunas moléculas de ácido acético sin ionizar. Con relación a los iones representados escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones CH_3COO^- en la representación. Los iones están escritos de manera adecuada.</p> <p>Para hacer evidente que la disolución de CH_3COOH 0.007 M y HCl 0.007 M tienen la misma concentración, representa el mismo número de moléculas en ambas representaciones. Un ejemplo de representación es la siguiente:</p>  <p>(En este caso se usaron 3 moléculas de CH_3COOH)</p>	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido acético parcialmente ionizadas, en iones H^+ y iones CH_3COO^-, escribe algunas moléculas de ácido acético sin ionizar. Con relación a los iones representados no escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones CH_3COO^- en la representación. Los iones están escritos de manera adecuada.</p> <p>Para mostrar que la disolución de CH_3COOH 0.007 M y HCl 0.007 M tienen la misma concentración, trata de representar el mismo número de moléculas en ambas representaciones.</p>	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido acético parcialmente ionizadas, escribe algunas moléculas de ácido acético sin ionizar. Los iones no están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones H^+ y iones CH_3COO^- en la representación.</p> <p>No trata de representar el mismo número de moléculas en la disolución de CH_3COOH 0.007 M y HCl 0.007 M.</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas del ácido acético totalmente ionizadas o sin ionizar. Los iones no están escritos de manera adecuada. No escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos en la representación.</p> <p>No trata de representar el mismo número de moléculas en la disolución de CH_3COOH 0.007 M y HCl 0.007 M.</p>
------------------------------	--	---	---	---

Cuadro 2. Sugerencia para realizar la evaluación.

Pregunta	Respuesta Notable	Respuesta Adecuada	Respuesta Regular	Respuesta Deficiente
¿Son lo mismo la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases?	El estudiante contesta que “no”, justifica su respuesta mencionando adecuadamente el concepto de fuerza y el de concentración; y los contrasta para enfatizar sus diferencias.	El estudiante contesta que “no”, justifica parcialmente su respuesta; en la cual puede mencionar adecuadamente el concepto de fuerza o el de concentración.	El estudiante contesta que “no”, justifica de manera confusa su respuesta; en la que puede mencionar de manera inadecuada el concepto de fuerza o el de concentración.	El estudiante sólo contesta sí o no, pero no justifica su respuesta.
Representa las partículas que constituirían una disolución de un ácido débil y luego representa otra disolución con este mismo ácido pero concentrada con respecto a tu primera representación.	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido débil parcialmente ionizadas, escribe algunas moléculas de ácido sin ionizar. Los iones están escritos de manera adecuada. Escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos.</p> <p>Para hacer evidente que la segunda disolución está más concentrada que la primera, escribe una cantidad mayor de moléculas en su representación.</p> <p>Escribe algunas anotaciones que ayudan a explicar sus representaciones.</p> <p>Por ejemplo:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> CH_3COOH H^+ CH_3COO^- CH_3COOH </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> CH_3COO^- CH_3COOH H^+ CH_3COOH CH_3COO^- H^+ CH_3COOH CH_3COOH CH_3COOH CH_3COO^- H^+ CH_3COOH </div> </div> <p style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> Primera representación Segunda representación </p>	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido débil parcialmente ionizadas, escribe algunas moléculas de ácido sin ionizar. Escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos. Los iones no están escritos de manera adecuada.</p> <p>Para hacer evidente que la segunda disolución está más concentrada que la primera, escribe una cantidad mayor de moléculas en su representación.</p> <p>Escribe algunas anotaciones que ayudan a explicar sus representaciones.</p>	<p>El alumno representa a las moléculas del ácido débil parcialmente ionizadas, escribe algunas moléculas de ácido sin ionizar. No escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos. Los iones no están escritos de manera adecuada.</p> <p>En la segunda disolución escribe una cantidad menor o igual de moléculas que en la primera representación.</p> <p>Escribe algunas anotaciones que ayudan a explicar sus representaciones.</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas del ácido débil ionizadas o sin ionizar. No escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos. Los iones no están escritos de manera adecuada.</p> <p>En la segunda disolución escribe una cantidad menor o igual de moléculas que en la primera representación.</p>

	<p>-El CH_3COOH es un ejemplo de ácido débil.</p> <p>-Un ácido débil se ioniza parcialmente.</p> <p>-La segunda representación contiene más moléculas de CH_3COOH (9 moléculas) que la primera (3 moléculas), por lo que está más concentrada.</p>			
<p>Representa las partículas que constituirían una disolución de una base fuerte y luego representa otra disolución con esta misma base pero diluida con respecto a tu primera representación.</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas de la base fuerte totalmente ionizadas. Los iones están escritos de manera adecuada. Escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos.</p> <p>Para hacer evidente que la segunda disolución está menos concentrada que la primera, escribe una cantidad menor de moléculas en su representación.</p> <p>Escribe algunas anotaciones que ayuden a explicar sus representaciones.</p> <p>Por ejemplo:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>OH^- Na^+ OH^-</p> <p>Na^+ OH^- Na^+</p> <p>OH^- Na^+ OH^-</p> <p>Na^+ OH^- Na^+</p> <p>OH^- Na^+ OH^-</p> <p>Na^+</p> <p>Primera representación</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Na^+ OH^-</p> <p>OH^- Na^+</p> <p>Na^+ OH^-</p> <p>OH^- Na^+</p> <p>Segunda representación</p> </div> </div> <p>-El NaOH es un ejemplo de base fuerte.</p> <p>-Una base fuerte se ioniza totalmente.</p> <p>-La segunda representación contiene menos moléculas de NaOH (4 moléculas) que la primera (8 moléculas), por lo que está menos concentrada.</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas de la base fuerte totalmente ionizadas. Escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos. Los iones no están escritos de manera adecuada.</p> <p>Para hacer evidente que la segunda disolución está menos concentrada que la primera, escribe una cantidad menor de moléculas en su representación.</p> <p>Escribe algunas anotaciones que ayuden a explicar sus representaciones.</p>	<p>El alumno representa todas las moléculas de la base fuerte totalmente ionizadas. No escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos. Los iones no están escritos de manera adecuada.</p> <p>En la segunda disolución escribe una cantidad mayor o igual de moléculas que en la primera representación.</p> <p>Escribe algunas anotaciones que ayuden a explicar sus representaciones.</p>	<p>El alumno representa las moléculas de la base fuerte parcialmente ionizadas o sin ionizar. No escribe la misma cantidad de iones positivos y negativos. Los iones no están escritos de manera adecuada.</p> <p>En la segunda disolución escribe una cantidad mayor o igual de moléculas que en la primera representación.</p>

5. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Alvarado-Zamorano, C., Cañada, E., Mellado, V. y Garritz, A. Dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad, y el conocimiento didáctico del contenido de profesores mexicanos de bachillerato. Trabajo presentado en el IX Congreso Internacional de “Investigación en Didáctica de las Ciencias” del 9 al 12 de septiembre de 2013 en Girona. Recuperado el 28 de diciembre de 2014 de http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art_539.pdf
- ❖ Artdej, R., Ratanaroutai, T., Coll, R. and Thongpanchang, T. (2010). Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid–base chemistry. *Research in Science & Technological Education*, **28**(2), 167-183.
- ❖ Chang, R. (2007). Química. China: McGrawHill
- ❖ Demircioglu, G., Ayas, A. y Demircioglu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, **6**(1), 36-51.
- ❖ De Vos, W., Pilot, A. (2001). Acids and bases in layers: The stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*. **78**(4), p. 494-499.
- ❖ Figeroa, R., Utria, C. y Colpas, R. (2006). Entendimiento conceptual de los estudiantes del nivel básica secundaria sobre el concepto de ácido. *Tecné, Episteme y Didaxis*, **19**, 22-31.
- ❖ Fortman, J. (1994). Pictorial analogies XI: Concentrations and acidity of solutions. *Journal of Chemical Educatio*., **71**(5), 430-432.
- ❖ Hand, B. (1989). Student understandings of acids and bases: A two year study. *Research in Science Education*, **19**,133-144.
- ❖ Hein, M. y Arena, S. (2001). *Fundamentos de Química*. México: Thomson Learning.
- ❖ Jiménez-Liso, M. R., De Manuel Torres, E., González García, F., Salinas López, F. (2000). La utilización del concepto del pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, **18**(3), p. 451-461.

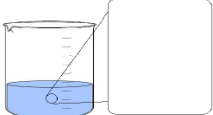
- ❖ Ross, B. y Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high school students' understanding of acids and bases. *International Journal of Science Education*, **13**, 11-23.

A continuación se incluyen algunas capturas en tamaño reducido de los incisos presentes en la hoja de trabajo (Anexos) a los que hace referencia el TP.

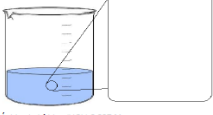
Nombre: _____ Grupo: _____ Equipo: _____

Instrucciones: Contesta detalladamente lo que se te pide.

A. Con respecto a las disoluciones acuosas de los ácidos de Arrhenius HCl 1M, HCl 0.007 M, CH_3COOH 1M y CH_3COOH 0.007 M; que se te muestran. Imagina que tienes unas lentes con las que podrías ver las partículas de las disoluciones. Dibuja como verías las partículas tomando en cuenta que las disoluciones tienen diferente concentración. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.

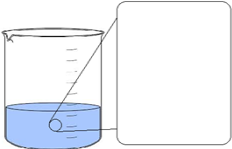


Ácido clorhídrico (HCl) 1 M

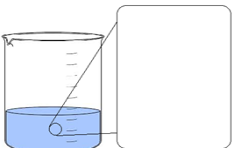


Ácido clorhídrico (HCl) 0.007 M

Figura 1. Inciso “A” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.



Acido acético (CH_3COOH) 1 M



Acido acético (CH_3COOH) 0.007 M

Figura 2. Inciso “A” (continuación) de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

B. Responde de manera individual. ¿Qué esperarías observar cuando se sumergen los alambres del circuito eléctrico en cada disolución? Justifica tus respuestas.

Disolución	Lo que espero que ocurra y el por que
Ácido clorhídrico 1 M	
Ácido clorhídrico 0.007 M	
Ácido acético 1 M	
Ácido acético 0.007 M	

C. Observa lo que ocurre al sumergir los alambres del circuito eléctrico en cada disolución y anota tus observaciones.

Disolución	Observaciones
Ácido clorhídrico 1 M	
Ácido clorhídrico 0.007 M	
Ácido acético 1 M	
Ácido acético 0.007 M	

Figura 3. Incisos “B” y “C” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

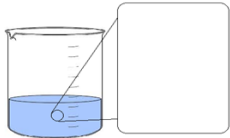
D. ¿Tus predicciones concuerdan con lo que observaste? Con ayuda de tus compañeros de equipo explica el comportamiento de cada disolución. Si lo crees conveniente te puedes apoyar en los conceptos que has investigado en el trascurso de las clases:

Disolución	Explicación
Ácido clorhídrico 1 M	
Ácido clorhídrico 0.007 M	
Ácido acético 1 M	
Ácido acético 0.007 M	

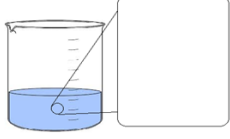
E. Compartan con el grupo sus explicaciones.

Figura 4. Incisos “D” y “E” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

F. Imagina de nuevo que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones, dibuja como se verían las partículas de las disoluciones; toma en cuenta tus observaciones y las explicaciones anteriores. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.



Ácido clorhídrico (HCl) 1 M



Ácido acético (CH₃COOH) 1 M

Figura 5. Inciso “F” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

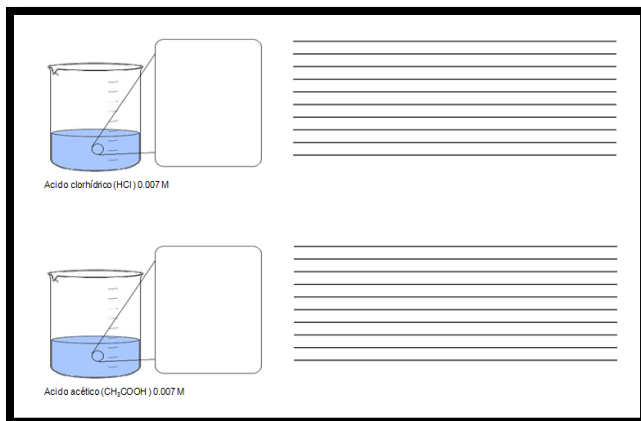


Figura 6. Inciso “F” (continuación) de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

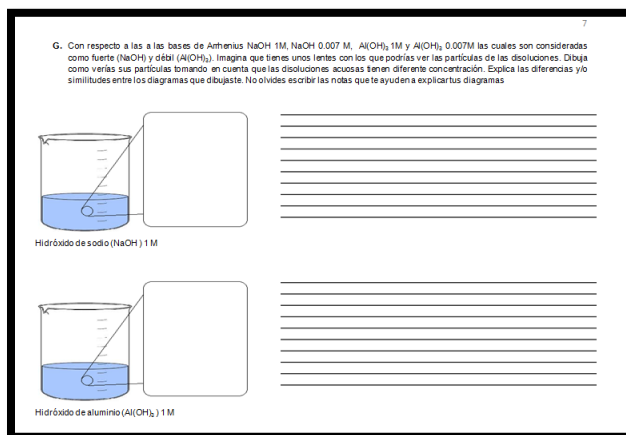


Figura 7. Inciso “G” de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

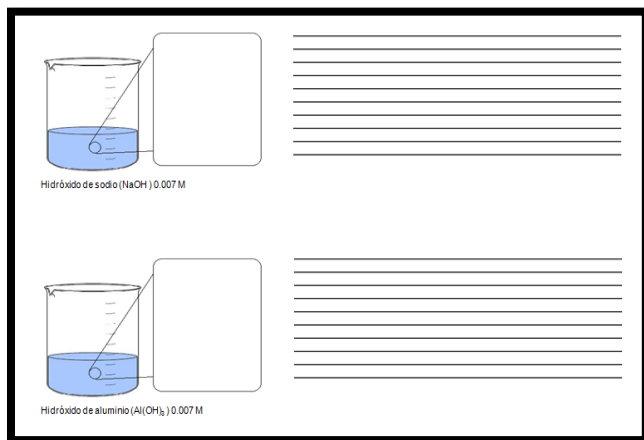


Figura 8. Inciso “G” (continuación) de la hoja de trabajo del TP “Fuerte o concentrado”.

TRABAJO PRÁCTICO: ¿QUÉ LE ESTÁ PASANDO AL PISO?

Este TP consiste en el planteamiento de un problema basado en una situación cotidiana asociada a un fenómeno ácido-base, para el cual se requiere que los estudiantes propongan soluciones viables tras realizar un análisis de la información disponible al respecto y la posterior comprobación experimental de sus hipótesis.

1. OBJETIVOS

Este Trabajo Práctico tiene la finalidad de que el estudiante a través de la observación y el análisis de un fenómeno ácido-base, sea capaz de:

- ❖ Poner en práctica sus habilidades cognitivas en la resolución de una situación cotidiana.
- ❖ Reconocer desde el nivel macroscópico que los ácidos tienen diferentes características.
- ❖ Reflexionar sobre la necesidad de estudiar un fenómeno a nivel submicroscópico.

Otro propósito de este Trabajo Práctico es minimizar la siguiente concepción alternativa, reportada en diversos estudios:

- ❖ Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos (Ross y Munby, 1991; Figueroa *et al.*, 2006; Alvarado, 2012).

2. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ANTECEDENTES REQUERIDOS EN LOS ESTUDIANTES

Para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea óptimo es deseable que los estudiantes cuenten con los siguientes conocimientos y habilidades previas:

Conocimientos	Habilidades
❖ Nomenclatura	❖ Búsqueda y análisis de información ❖ Trabajo en equipo ❖ Comunicación oral ❖ Comunicación escrita

3. DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

Antes de describir detalladamente el trabajo práctico, a continuación se ilustran en el **Esquema 1** las principales etapas que componen el presente trabajo.



Esquema 1. Resumen de las partes que componen al Trabajo Práctico.

I. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

La problemática principal y la información adicional del TP se presentan a continuación:

Situación de apertura:

¿Qué le está pasando al piso?

Paco, un compañero del curso de Química, comentó durante la clase un problema que tiene su mamá, que lo ha dejado intrigado. Hace poco tiempo, ella empezó a notar que el piso de mármol de la cocina se ha comenzado a deteriorar, y desconcertada le platicó a su hijo el problema.

Paco pensó que la mejor forma de resolver el problema era en colaboración con sus compañeros del curso, y les pidió que le ayudaran a saber ¿qué está pasando? y ¿qué debería hacer? Sus compañeros aceptaron ayudarlo y comenzaron por realizar preguntas acerca del problema en cuestión.

Información adicional:

Los productos que la señora del aseo recién contratada utiliza para lavar el piso, generalmente son jabón y agua y, en ocasiones, también utiliza para quitar manchas, un limpiador cuya etiqueta dice ácido muriático y un limpiador llamado “Max Lee Món”.

Cuando la señora utiliza el limpiador de ácido muriático o el limpiador “Max Lee Món”, se pone sus guantes y vierte un poco sobre la mancha y deja reposar 10 minutos. Después enjuaga con agua.

II. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO

El tiempo estimado para la implementación del TP es de 100 a 200 minutos.

El material didáctico que se utiliza ya sea impreso (individual o por equipo) o proyectado, son los recuadros que contienen la “situación de apertura”, la “información adicional” y “la rúbrica de evaluación” (Anexos).

El material necesario por equipo:

- 2 o 3 Trozos pequeños de mármol de 2-5 cm
- 10 mL Disolución de ácido clorhídrico 0.5 M (limpiador con ácido muriático)
- 10 mL Disolución de ácido cítrico 0.5 M (limpiador “Max Lee Mon”)
- 2 Vasos de precipitados de 50 mL o vidrios de reloj
- 2 Pipetas Beral o goteros
- Agua de la llave
- Material diverso de laboratorio (dependiendo de las propuestas experimentales descritas por los estudiantes)

III. ANALICEMOS EL PROBLEMA

- Proporcione a los alumnos de forma individual una hoja con la siguiente situación:

¿Qué le está pasando al piso?

Paco, un compañero del curso de Química, comentó durante la clase un problema que tiene su mamá, que lo ha dejado intrigado. Hace poco tiempo ella empezó a notar que el piso de mármol de la cocina se ha comenzado a deteriorar, y desconcertada le platicó a su hijo el problema.

Paco pensó que la mejor forma de resolver el problema era en colaboración con sus compañeros del curso, y les pidió que le ayudaran a saber ¿qué está pasando? y ¿qué debería hacer? Sus compañeros aceptaron ayudarlo y comenzaron por realizar preguntas acerca del problema en cuestión.

- Dé tiempo para que los alumnos lean el problema. Posteriormente promueva que los alumnos compartan sus ideas acerca de lo que puede estar ocurriendo.
- Guíe la discusión hacia los factores que pueden estar provocando el deterioro del piso y enfóquela en torno a los productos utilizados para la limpieza del piso.

- Una vez que la atención esté puesta en los productos de limpieza, proporcione a los alumnos la información adicional:

Los productos que la señora del aseo recién contratada utiliza para lavar el piso, generalmente son jabón y agua, y en ocasiones también utiliza para quitar manchas, un limpiador cuya etiqueta dice ácido muriático y un limpiador llamado “Max Lee Mon”.

Cuando la señora utiliza el limpiador de ácido muriático o el limpiador “Max Lee Mon”, se pone sus guantes y vierte un poco sobre la mancha, deja reposar 10 minutos. Después enjuaga con agua.

- Una vez que los alumnos lean los datos adicionales, promueva que formulen hipótesis.
- Guíe la discusión en base a preguntas como ¿qué otra información necesitan conocer?, ¿qué es el mármol y de qué está compuesto?, ¿a qué productos es sensible el mármol y porqué?, ¿qué es el ácido muriático?, ¿hay componentes presentes en el limpiador “Max Lee Mon que puedan afectar al mármol?”, ¿qué tengo que hacer para evaluar si los productos de limpieza afectan al mármol?, etc. La información puede buscarse mediante móviles.

IV. MANOS A LA OBRA

- Forme equipos de 3 a 4 alumnos. Para evaluar si los productos en cuestión afectan al mármol, promueva que los alumnos propongan un diseño experimental. Para ayudarles se pueden realizar preguntas como ¿qué factores se van a evaluar?, ¿qué procedimiento van a realizar?, ¿qué material tienen disponible?, ¿cómo van a preparar las muestras?, etc.
- Promueva que los estudiantes elaboren un diagrama de flujo sobre su propuesta experimental.
- Evalúe las propuestas de los alumnos antes de indicarles que realicen el experimento.

- Si lo considera conveniente guíe a los estudiantes para que mediante las aportaciones de los equipos lleguen a un consenso del experimento a desarrollar.

V. ¿QUÉ ESTÁ PASANDO Y QUÉ DEBERÍA HACER?

- Recuerde a los alumnos que tomen notas en su bitácora sobre el proceso seguido y las observaciones realizadas.
- Promueva que los alumnos describan en equipo y traten de explicar macroscópicamente el fenómeno observado, y que compartan con el grupo completo sus explicaciones.
- Es recomendable que en conjunto con los alumnos efectúe un recuento del proceso seguido, y retomando las observaciones y explicaciones de los alumnos, guíelos hacia la idea de que el fenómeno observado se relaciona con una reacción química, al interrogarles sobre si se llevó a cabo un proceso físico o químico. Una vez que los alumnos centren su atención en que ocurrió una reacción química, se puede proceder a explicar macroscópicamente y simbólicamente dicha reacción.
- Posteriormente, con respecto a lo observado y a las explicaciones realizadas, promueva que en equipo los estudiantes decidan ¿cómo le explicarían a Paco que está pasando? Que propongan una solución al problema y la compartan con el grupo.
- En este punto es relevante centrar la atención de los estudiantes en el hecho de que en el experimento, una de las muestras produce más burbujeo que la otra, a pesar de que ambas disoluciones empleadas tienen la misma concentración. Esta es una parte fundamental de este trabajo, se debe enfocar la atención de los alumnos en las diferencias macroscópicas (cantidad de burbujas producidas) que se observan cuando reaccionan el ácido clorhídrico y el ácido cítrico (“Max Lee Mon”), con el mármol. Promueva que los alumnos expliquen el porqué de esta diferencia. En general, se espera que las explicaciones de los estudiantes sean a nivel

macroscópico, también puede darse el caso de que algunos mencionen las palabras “fuerza”, “fuerte”, aunque no tengan claro su significado.

- La finalidad de lo anterior, es despertar la curiosidad de los estudiantes y que se den cuenta que a pesar de que ambas muestras utilizadas son ácidas y poseen la misma concentración, no se comportan de la misma manera.
- Se debe mencionar la importancia que tiene estudiar un fenómeno a nivel submicroscópico, para comprenderlo. Pregúntenles si están conformes con la explicación macroscópica, o si creen que una aproximación submicroscópica puede ayudarles a dar una explicación más detallada del diferente comportamiento de los ácidos empleados.
- Es probable que con los conocimientos que poseen los estudiantes, no den una explicación satisfactoria al respecto, pues necesitan conocer el concepto de fuerza de ácidos. Por lo cual, es indispensable que promueva la duda sobre por qué es diferente la reacción si ambos son ácidos y tienen la misma concentración. Esto deja abierta la oportunidad de regresar a discutir los resultados una vez que se haya abordado el concepto de fuerza desde los modelos de ácidos y bases de Arrhenius o de Brønsted-Lowry (razón por la cual, es importante que los estudiantes tengan todas sus notas en la bitácora).
- Es conveniente que posteriormente a esta actividad se realice el Trabajo Práctico de “fuerza y concentración”, que retoma algunos aspectos de este trabajo.
- En caso de contar con poco tiempo para la implementación del Trabajo Práctico que se presenta (“¿qué le está pasando al piso?”), se puede llevar a cabo únicamente el experimento sugerido de manera demostrativa.
- Con la finalidad de que los estudiantes apliquen los conocimientos abordados en esta actividad, promueva que en trabajos prácticos posteriores los alumnos traten de explicar desde un punto de vista submicroscópico, los resultados del Trabajo Práctico “¿qué le está pasando al piso?”.

VI. REFLEXIÓN FINAL

- Realice con los alumnos un recuento del procedimiento desarrollado y de las respuestas compartidas por ellos.
- Resalte el hecho de que macroscópicamente se pudo observar que el comportamiento de los ácidos es diferente, a pesar de poseer la misma concentración. Remarque la necesidad de abordar el problema desde el nivel submicroscópico, para estudiarlo de manera más detallada (lo cual se puede realizar en actividades posteriores).
- Mencione que las sustancias y mezclas con las que se tiene contacto en la vida cotidiana poseen características ácidas, básicas o neutras. Y en el caso de los ácidos en cuestión, hay que resaltar que el ácido cítrico está presente en alimentos como las frutas y que a pesar de ser un ácido y de mostrar reactividad con el mármol, se consume cotidianamente. El ácido clorhídrico está presente en el jugo gástrico, en disoluciones usadas comúnmente para la limpieza de pisos de cemento, inodoros, etc.

4. EVALUACIÓN

Evaluación de la actividad en equipo

Con base en las actividades realizadas, pedir a los estudiantes que contesten por escrito lo siguiente:

1. Con base en los resultados obtenidos describe a detalle utilizando conceptos químicos el fenómeno que está ocurriendo.
2. ¿Cuáles fueron las principales conclusiones relacionadas con la problemática en cuestión?
3. ¿Cuáles fueron las principales propuestas para solucionar el problema en cuestión?

4. ¿Cómo consideran podría explicarle Paco a su mamá que está pasando? Describan detalladamente.

5. ¿Qué le sugerirían hacer a la mamá de Paco para detener el deterioro del piso de mármol? Justifiquen su respuesta.

También se puede tomar como punto de evaluación la propuesta y/o el diagrama experimental realizado por cada equipo de alumnos.

Cuadro 1. Rúbrica para la evaluación de la propuesta experimental.

Criterio a evaluar	Notable	Adecuado	Regular	Deficiente
Objetivo	Incluye el objetivo del experimento, el cual está de acuerdo con la finalidad del trabajo realizado. (Valor: 6 puntos)	Incluye el objetivo del experimento, relacionado con el tema. (Valor: 4 puntos)	Incluye un objetivo del experimento, sin relacionarlo con el propósito del trabajo realizado (Valor: 2 puntos)	No presenta el objetivo del experimento. (Valor: 0 puntos)
Hipótesis o pregunta de investigación	Presenta una o varias hipótesis o pregunta de investigación que se relacionan claramente con los fenómenos analizados; (Valor: 10 puntos)	Presenta una o varias hipótesis o pregunta de investigación que se relacionan en forma confusa con los fenómenos analizados. (Valor: 7 puntos)	Presenta una o varias hipótesis o pregunta de investigación sin relación con el fenómeno de estudio. (Valor: 4 puntos)	No presenta hipótesis ni pregunta de investigación. (Valor: 0 puntos)
Materiales, equipos y reactivos	Menciona correctamente todos los materiales, equipos y reactivos utilizadas en el desarrollo del experimento. (Valor: 8 puntos)	Menciona correctamente más de la mitad de todos los materiales, equipos y reactivos utilizadas en el desarrollo del experimento. (Valor: 6 puntos)	Menciona correctamente menos de la mitad de todos los materiales, equipos y reactivos utilizados. (Valor: 3 puntos)	No menciona los materiales, equipos y reactivos utilizados. (Valor: 0 puntos)
Procedimiento	Representa el procedimiento mediante un diagrama de flujo de la secuencia de pasos desarrollados. El diagrama sintetiza la información, es congruente y claro. (Valor: 20 puntos)	Representa el procedimiento mediante un diagrama de flujo. El diagrama sintetiza la información, pero no es totalmente congruente o claro. (Valor: 15 puntos)	Representa el procedimiento mediante un diagrama de flujo. El diagrama no sintetiza la información, ni es congruente, ni claro. (Valor: 10 puntos)	No representa el procedimiento. (Valor: 0 puntos)
Resultados	Los resultados obtenidos se organizan de manera adecuada utilizando tablas o cuadros. La tabla está completa. (Valor: 20 puntos)	Los resultados obtenidos se organizan de forma entendible utilizando tablas o cuadros. La tabla está completa. (Valor: 12 puntos)	Los resultados obtenidos se organizan de manera confusa. La tabla está incompleta. (Valor: 8 puntos)	No presentan los resultados. (Valor: 0 puntos)
Análisis de resultados	Con base en los resultados se contestan adecuadamente y en su totalidad las preguntas de evaluación. (Valor: 20 puntos)	Con base en los resultados se contesta adecuadamente más de la mitad de las preguntas de evaluación. (Valor: 12 puntos)	Con base en los resultados se contesta adecuadamente menos de la mitad de las preguntas de evaluación. (Valor: 8 puntos)	No se contestan las preguntas. (Valor: 0 puntos)

Conclusiones	Contrasta adecuadamente los resultados obtenidos con el objetivo a alcanzar. Valor: 12 puntos)	Contrasta parcialmente los resultados obtenidos con el objetivo a alcanzar. (Valor: 8 puntos)	No contraste los resultados obtenidos con el objetivo a alcanzar. (Valor: 4 puntos)	No presenta conclusiones (Valor: 0 puntos)
Uso de conceptos y lenguaje	En el análisis de resultados y en las conclusiones se utiliza un lenguaje científico y conceptos químicos característicos de la química ácido – base. (Valor: 10 puntos)	En el análisis de resultados y en las conclusiones se utiliza un lenguaje científico o conceptos químicos característicos de la química ácido – base. (Valor: 8 puntos)	En el análisis de resultados o en las conclusiones se utiliza un lenguaje científico o conceptos químicos característicos de la química ácido – base. (Valor: 6 puntos)	No se utiliza un lenguaje científico ni conceptos químicos característicos de la química ácido – base. (Valor: 0 puntos)
Redacción y Ortografía	La redacción es clara, existen menos de 5 errores ortográficos. (Valor: 6 puntos)	La redacción es entendible, existen más de 5 errores ortográficos. (Valor: 5 puntos)	La redacción es confusa, existen más de 5 errores ortográficos. (Valor: 3 puntos)	La redacción es pésima, existen más de 10 errores ortográficos. (Valor: 2 puntos)

Puntos totales equivalentes a la calificación de diez: **112 puntos**

Puntaje obtenido: _____ puntos

Calificación: _____

Evaluación del aprendizaje individual

De acuerdo al contenido abordado en la actividad, pedir a los alumnos que contesten individualmente por escrito las siguientes preguntas:

- a) ¿Todos los ácidos tienen las mismas características? Fundamenta tu respuesta.
- b) ¿Crees que todas las bases poseen las mismas características? Explica detalladamente.
- c) ¿Por qué es importante estudiar un objeto, un fenómeno, un proceso, a nivel submicroscópico? Justifica tu respuesta.
- d) ¿Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos? Justifica tu respuesta y da dos ejemplos por lo menos.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Alvarado, C. (2012). *Secuencias de enseñanza-aprendizaje sobre acidez y basicidad, a partir del Conocimiento Didáctico del Contenido de profesores de Bachillerato con experiencia docente*. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura, España.
- ❖ Figueroa, R., Utria, C. y Colpas, R. (2006). Entendimiento conceptual de los estudiantes del nivel básico secundaria sobre el concepto de ácido. *Tecné, Episteme y Didaxis*, **19**, 22-31.
- ❖ Ross, B. y Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high school students' understanding of acids and bases. *International Journal of Science Education*, **13**, 11-23.

Actividad complementaria

Con el propósito de que los estudiantes refuercen la idea de que existen ácidos y bases, y que están en constante contacto con ellos y que sus características son diferentes, se sugiere que como actividad extraescolar, busquen y analicen información sobre tres ácidos y tres bases, y describan por escrito en qué se emplea cada uno de ellos y/o en dónde están presentes.

Esta información se comentará grupalmente en el aula y el profesor puede realizar aclaraciones y/o proporcionar datos adicionales de tipo histórico, económico, etc., con respecto a los ejemplos mencionados.

TRABAJO PRÁCTICO: "ARRHENIUS VS BRØNSTED-LOWRY"

Este TP consiste en el planteamiento de una pregunta basada en un remedio casero utilizado para la acidez estomacal (NaHCO_3); para responderla adecuadamente es necesario que los estudiantes realicen algunas actividades experimentales y tomen en cuenta los fundamentos básicos de los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y de Brønsted-Lowry.

1. OBJETIVOS

Mediante la realización de esta actividad se pretende que a través de la observación y el análisis de diversos fenómenos macroscópicos el estudiante:

- ❖ Reflexione sobre el hecho de que el comportamiento ácido-base de ciertas sustancias no se puede explicar mediante el modelo de Arrhenius.
- ❖ Reconozca la necesidad de un nuevo modelo para explicar el comportamiento ácido-base (modelo de Brønsted-Lowry).

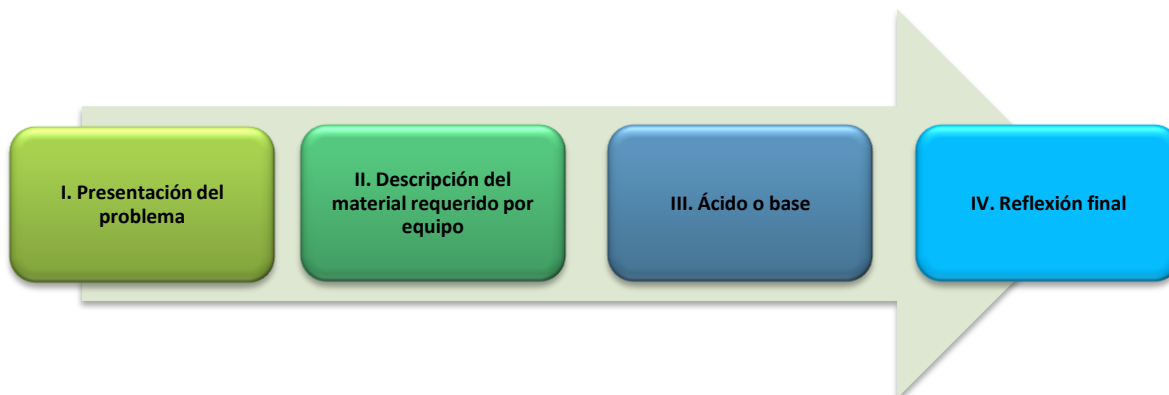
2. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ANTECEDENTES REQUERIDOS EN LOS ESTUDIANTES

Es deseable que los estudiantes cuenten con los siguientes conocimientos y habilidades previos:

Conocimientos	Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nomenclatura ❖ Modelo de ácidos y bases de Arrhenius 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Búsqueda análisis y síntesis de información ❖ Trabajo en equipo ❖ Comunicación oral y escrita

3. DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

A continuación se ilustran en el **Esquema 1** las diferentes etapas que componen este trabajo práctico.



Esquema 1. Etapas del desarrollo del Trabajo Práctico.

I. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

La problemática principal se describe a continuación:

Un remedio casero utilizado comúnmente para disminuir los malestares de la acidez estomacal, consiste en disolver una cucharada de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en un vaso de agua. ¿Por qué se utiliza esta mezcla como un antiácido?

II. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL REQUERIDO

El tiempo estimado para la implementación del TP es de 50 a 100 minutos.

El material didáctico que se utiliza impreso (individual), son las "hojas de trabajo" y la "tabla comparativa" (Anexos).

El material necesario por equipo:

- ❖ 4 Tubos de ensaye 20 x 150
- ❖ 1 Gradilla
- ❖ 5 mL Disolución acuosa de NaOH 0.5 M
- ❖ 5 mL Disolución acuosa de CH_3COOH 0.5 M
- ❖ 5 mL Disolución acuosa de NH_3 0.5 M
- ❖ 5 mL Disolución acuosa NaHCO_3 0.5 M
- ❖ 1 Gotero con disolución de indicador universal

- ❖ Disolución fresca de col morada (se sugiere trabajar también con otro indicador ácido-base).

III. ¿ÁCIDO O BASE?

Para iniciar la actividad, se sugiere lo siguiente:

- Forme equipos de 3 ó 4 alumnos y proporciónelos individualmente las hojas de trabajo (Anexos).
- Promueva que los estudiantes respondan de manera individual el inciso “1” de la hoja de trabajo, el cual consiste en el problema: Un remedio casero para la acidez estomacal consiste en disolver una cucharada de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en un vaso de agua. ¿Por qué consideras que se utiliza este compuesto como antiácido? Justifica tu respuesta.
- Proporcione a los estudiantes uno o dos indicadores ácido-base y cuatro tubos de ensaye, rotulados con los nombres y las fórmulas correspondientes a las disoluciones acuosas de NaOH , de CH_3COOH , de NH_3 y de NaHCO_3 .
- Dé las indicaciones para que los alumnos continúen con el inciso “2”, en el que deben realizar una clasificación individual de cada disolución, según el carácter que esperan que presente (ácido, base o neutro) y además que justifiquen su respuesta (Tabla 1).
- Posteriormente pase al inciso 3, en el cual por equipo los estudiantes deben adicionar dos o tres gotas de indicador a cada tubo y anotar sus observaciones (Tabla 2).
- Promueva que los alumnos expliquen en equipo el carácter ácido-base observado. Se pueden apoyar en el modelo ácido-base de Arrhenius y en la elaboración de representaciones a nivel submicroscópico, etc., para justificar sus explicaciones en la Tabla 2.
- Pídale a los estudiantes que compartan sus respuestas con el grupo.

- Guíe a los alumnos hacia la idea de que el modelo de Arrhenius puede explicar el carácter ácido-base de algunas sustancias, pero en el caso de otras presenta limitaciones (principalmente el caso de las bases). Por lo anterior, entre otras razones, es necesario utilizar otro modelo (el modelo de ácidos y bases de Brønsted-Lowry).
- Explique los fundamentos del modelo ácido-base de Brønsted-Lowry, dando ejemplos principalmente de diversas bases, en particular, retome el fenómeno en cuestión y las razones por las cuales se utiliza para aliviar los malestares estomacales.
- Por último, promueva que los alumnos respondan la pregunta del inciso 4 (la cual es la misma del inciso 1), esta vez tomando en cuenta sus observaciones experimentales y el modelo de ácidos y bases de Brønsted-Lowry.

IV. REFLEXIÓN FINAL SOBRE LOS MODELOS ÁCIDOS-BASE DE ARRHENIUS Y DE BRØNSTED-LOWRY

- Enfatice las razones por las cuales el modelo de Arrhenius no es útil para describir el comportamiento de algunas de las sustancias que se utilizaron. Y cómo es que el modelo de ácidos y bases de Brønsted-Lowry permite ampliar el número de sustancias que se clasifican como bases. Para ello, debe comentar explícitamente el alcance y las limitaciones de cada modelo.
- Para finalizar la actividad, pídale a los estudiantes que respondan por escrito y en forma individual, las preguntas que se presentan en el apartado de Evaluación. Así mismo, es recomendable que completen individualmente y como trabajo extraescolar el cuadro comparativo de ambos modelos (Anexos).
- Se sugiere que los alumnos por equipo analicen sus respuestas individuales y lleguen a una conclusión grupal, similarmente comenten en clase por equipo el cuadro del Anexos.

Es importante resaltar que este Trabajo Práctico está diseñado especialmente para mostrar al alumno mediante un experimento sencillo una de las limitaciones del modelo de ácidos y bases de Arrhenius. Pues la discrepancia que generalmente se observa cuando se contrasta la clasificación inicial (predicción) del carácter ácido base de las disoluciones de NaHCO_3 y de NH_3 , contra los resultados experimentales que obtienen los estudiantes; promueve la reflexión sobre el hecho de que el comportamiento ácido-base de ciertas sustancias no se puede explicar mediante el modelo de Arrhenius. Y al mismo tiempo se plantea la necesidad de utilizar un modelo diferente para explicar los resultados obtenidos.

Es determinante que promueva la discusión de los resultados experimentales en el grupo, y que guíe a los alumnos hacia la idea de que el modelo de Arrhenius puede explicar el carácter ácido-base de algunas sustancias, pero que en este caso presenta ciertas limitaciones. Razón por la cual es necesario abordar el modelo ácido-base de Brønsted-Lowry para poder explicar el carácter básico de las disoluciones de NaHCO_3 y de NH_3 . Posteriormente promueva que los estudiantes extrapolen estas ideas para dar solución al cuestionamiento inicial sobre las razones por las cuales se utiliza una disolución de bicarbonato de sodio para disminuir los malestares de la acidez estomacal.

4. Evaluación

Evaluación del aprendizaje individual

Se sugieren las siguientes preguntas para evaluar el aprendizaje individual de los alumnos después de realizar la actividad:

- o ¿Cuál de los dos modelos ácido-base es mejor? Justifica tu respuesta detalladamente.
- o ¿Por qué fue necesario tomar en cuenta un modelo de ácidos y bases diferente al de Arrhenius? Explica detalladamente.

Para llevar a cabo la revisión y evaluación de las actividades realizadas por los estudiantes se sugiere que considere la siguiente información.

Cuadro 1. Información relevante sobre la actividad descrita en las hojas de trabajo para el alumno.

Muestra	Posible clasificación inicial del alumno	Clasificación derivada del experimento
Disolución de CH_3COOH	Generalmente los alumnos la clasifican como un ácido al contener hidrógeno en su fórmula o por reconocer la fórmula de cursos pasados.	Al adicionar gotas del indicador y al interpretar el color de vire según el indicador usado, la disolución se clasifica como un ácido de Arrhenius.
Disolución de NaOH	Generalmente los alumnos la clasifican como una base al reconocer la fórmula o debido a que la fórmula contiene al grupo hidróxilo.	Al adicionar gotas del indicador y al interpretar el color de vire la disolución se clasifica como una base de Arrhenius.
Disolución de NaHCO_3	Generalmente los alumnos la clasifican como un ácido, debido a la presencia del hidrógeno y por la ausencia del grupo hidróxilo.	Al adicionar gotas del indicador y al interpretar el color de vire se puede observar que la clasificación corresponde a una base, pero en este caso la descripción de una base en el modelo de Arrhenius no aplica; razón por la cual es necesario introducir al estudiante a los conceptos básicos del modelo de Brønsted-Lowry.
Disolución de NH_3	Generalmente los alumnos la clasifican como un ácido, debido a la presencia de los hidrógenos y a la ausencia del grupo hidróxilo.	Al adicionar gotas del indicador y al interpretar el color de vire se puede observar que la muestra es una base, en este caso se hace evidente una de las limitaciones del modelo de Arrhenius y la necesidad de abordar el modelo de Brønsted-Lowry para dar un explicación a lo observado.

Cuadro 2. Ejemplo resuelto del cuadro comparativo entre los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y de Brønsted-Lowry

	Modelo de ácidos y bases de Arrhenius	Modelo de ácidos y bases de Brønsted-Lowry
Año en que se propuso	En 1884 el químico sueco Svante Augustus Arrhenius, logró relacionar las propiedades de los ácidos y de las bases con la presencia de iones hidrógeno libres (H^+) e iones hidróxido (OH^-).	En 1923 y de manera independiente, Johannes Nicolaus Brønsted (en Dinamarca) y Thomas Martin Lowry (en Inglaterra) centraron sus observaciones en el papel del ion hidrógeno para estudiar a los ácidos y a las bases en dichos sistemas. Las aportaciones de ambos investigadores dieron lugar a una nueva conceptualización de los procesos ácido-base. No está por demás mencionar que el modelo de Brønsted-Lowry no es una ampliación del modelo de Arrhenius, sino que se trata de un modelo totalmente diferente debido a que sus planteamientos están descritos desde una perspectiva distinta.
Concepto de ácido	Un ácido es una sustancia que contiene hidrógeno y en disolución acuosa libera iones hidrógeno.	Los ácidos son especies químicas (iones o moléculas) capaces de ceder iones hidronio (H_3O^+) o protones.
Concepto de base	Una base es una sustancia que contiene al grupo hidroxilo y en disolución acuosa libera iones hidróxido (OH^-).	Las bases son especies químicas (iones o moléculas) capaces de aceptar iones hidronio (H_3O^+) o protones.
El papel del H_2O	El agua es considerada el disolvente.	Puede actuar como un ácido o una base, dependiendo de con que especie química este en contacto. El agua pierde su posición privilegiada como único disolvente y con ello el margen de aplicación de este modelo es más amplio que el de Arrhenius.
Alcances	Un modelo sencillo para una primera aproximación al estudio de los ácidos y de las bases. Vincula los aspectos macroscópicos con una explicación teórica sencilla.	Expande la lista de ácidos y de bases potenciales al incluir iones positivos y negativos, así como moléculas neutras. Explica el comportamiento ácido-base de un gran número de sustancias con la que el modelo de Arrhenius tiene dificultades. Explica el papel del agua en las reacciones ácido-base. Reconoce las reacciones ácido-base como procesos reversibles de intercambio de protones (H_3O^+). El margen de aplicación de su modelo es mayor al incluir

		<p>disolventes distintos al agua.</p> <p>Explica las reacciones ácido-base en fase sólida y gaseosa.</p>
Limitaciones	<p>No explica reacciones en otros medios diferentes al acuoso como las que ocurren en fase gaseosa, medio sólido o en disoluciones no acuosas.</p> <p>Asume que el carácter ácido-base de las sustancias depende de la presencia de iones hidrógeno y iones hidróxido.</p> <p>Asume que el ion H^+ es la partícula que se intercambia cuando termodinámicamente se ha demostrado la improbabilidad de su existencia como ion libre.</p> <p>No explica adecuadamente el comportamiento ácido-base de diversas sustancias.</p>	<p>Concede demasiada importancia al ion hidronio (H_3O^+), por lo que enfrenta serios problemas cuando el disolvente es una especie no protonada.</p> <p>La naturaleza general de las definiciones limita la aplicación de los conceptos en un contexto cotidiano.</p>
Concepto de fuerza de ácidos	<p>El concepto de fuerza se asume como una propiedad absoluta.</p> <p>La fuerza es la capacidad de disociación que manifiesta las moléculas al estar en disolución acuosa.</p> <p>Los ácidos fuertes, cuando se encuentran en disolución acuosa, se disocian completamente, mientras que los débiles se disocian parcialmente.</p>	<p>La fuerza de los ácidos y de las bases se concibe como una propiedad relativa ya que ésta depende de la sustancia con la que se le compare, es decir se requiere utilizar una sustancia de referencia, que no necesariamente tiene que ser el agua.</p> <p>La fuerza tiene que ver con la capacidad de aceptar o donar iones H_3O^+.</p> <p>Un ácido fuerte es un buen donador de iones H_3O^+.</p> <p>Un ácido débil es un mal donador de iones H_3O^+.</p>
Concepto de fuerza de bases	<p>Las bases fuertes, cuando se encuentran en disolución acuosa, se disocian completamente, mientras que las débiles se disocian parcialmente.</p>	<p>La fuerza tiene que ver con la capacidad de aceptar iones H_3O^+.</p> <p>Una base fuerte es un buen aceptor de iones H_3O^+.</p> <p>Una base débil es una mala aceptor de iones H_3O^+.</p>

5. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Chang, R. (2007). Química. China: McGrawHill
- ❖ De Vos, W., Pilot, A. (2001). Acids and bases in layers: The stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*. **78** (4), p. 494-499
- ❖ Drechsler, M. and Schmidt, H.J. (2005). Textbooks' and teachers' understanding of acid-base models used in chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, **6** (1), 19-35.
- ❖ Jiménez-Liso, M. y De Manuel. E. (2002). Dificultades semánticas del término fuerza en el ámbito de la Química: Polisemia entre los significados químico y cotidiano. Universidad de Almería y Universidad de Granada. Consultada el 15 de septiembre de 2014 de la URL <http://webpages.ull.es/users/apice/pdf/244-011.pdf>

A continuación se incluyen algunas capturas en tamaño reducido de los incisos presentes en la hoja de trabajo (Anexos), a los que hace referencia el TP.

¿ÁCIDO O BASE?

Nombre: _____ Grupo: _____

Instrucciones: Realiza lo que se te pide. Es importante que lleves a cabo la actividad conforme el orden que se especifica en esta hoja de trabajo.

Contesta la siguiente pregunta:

1. Un remedio casero para la acidez estomacal consiste en disolver una cucharada de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en un vaso de agua. ¿Por qué consideras que se utiliza este compuesto como antiácido? Justifica tu respuesta.

2. El profesor(a) les proporcionará un o dos indicadores ácido-base y una gradilla con diversas disoluciones rotuladas, de manera individual observa cada tubo y clasifica su contenido como ácido, base o neutro (también toma en cuenta la información sobre la disolución). Explica las razones por las cuales realizaron esa elección. Con esta información completa la Tabla 1.

Tabla 1.

Muestra	Clasificación (ácido, base o neutro)	Explicación por la cual lo clasificó así
Disolución de CH_3COOH		
Disolución de NaOH		
Disolución de NaHCO_3		
Disolución de NH_3		

Figura 1. Inciso “1” y “2” de la hoja de trabajo del TP “Arrhenius vs Brønsted-Lowry”.

3. Una vez que hayan completado la Tabla 1, en equipo observen el comportamiento que presentan las muestras cuando se les adiciona un indicador ácido-base. Para ello, adicionen dos o tres gotas de indicador a cada tubo y anoten sus observaciones en la Tabla 2 (pregunta a tu profesor por la relación de la coloración y el carácter ácido-base). ¿Coinciden sus clasificaciones iniciales con lo que observaron experimentalmente? Utilizando los conceptos de ácido y base que conoces expliquen el comportamiento que presentaron las muestras (¿por qué se comportan como ácido, base o neutro?), para sus explicaciones pueden apoyarse en los modelos ácido-base que conozcan, en representaciones a nivel submicroscópico, etc. Con esta información completa la Tabla 2.

Tabla 2.

Muestra	Mi clasificación (ácido, base o neutro)	Clasificación derivada de experimento (ácido, base o neutro)	Explicación
Disolución de CH_3COOH			
Disolución de NaOH			
Disolución de NaHCO_3			
Disolución de NH_3			

4. Después de haber realizado la actividad y de haber escuchado la información discutida por los compañeros y el profesor, de nueva cuenta explica ¿por qué un remedio casero para la acidez estomacal consiste en disolver una cucharada de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en un vaso de agua?

Figura 2. Inciso “3” y “4” de la hoja de trabajo del TP “Arrhenius vs Brønsted-Lowry”.

CUADRO COMPARATIVO ENTRE EL MODELO ÁCIDO BASE DE ARRHENIUS Y DE BRØNSTED-LOWRY

Nombre: _____ Grupo: _____

Instrucciones: Completa el Cuadro 1, para ello realiza una investigación bibliográfica, toma en cuenta las actividades y explicaciones llevadas a cabo en las clases.

Cuadro 1. Comparación entre los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y de Bronsted-Lowry

	Modelo de ácidos y bases de Arrhenius	Modelo de ácidos y bases de Bronsted-Lowry
Año en que se propuso		
Concepto de ácido		
Concepto de base		
El papel del H ₂ O		
Alcances		
Limitaciones		
Concepto de fuerza de ácidos		
Concepto de fuerza de bases		
Al comparar ambos modelos ¿qué puedes concluir al respecto?		
Referencias consultadas:		

Figura 3. Anexo 2. Cuadro comparativo de los modelos ácido-base retomados en el TP “Arrhenius vs Brønsted-Lowry”.

TRABAJO PRÁCTICO: REPORTEROS Y EDITORES.

Este TP consiste en el análisis y crítica de una noticia sobre un problema ambiental ocurrido en México en el 2014 (el derrame de sulfato de cobre acidulado en el río Sonora), la cual los estudiantes deben reescribir con la finalidad de ahondar en los hechos ocurridos, señalar la importancia del evento suscitado, resaltar los fenómenos ácido-base asociados, sus consecuencias ambientales, económicas, legales, de salud, etc.

1. OBJETIVOS

Este Trabajo Práctico tiene como finalidad que los alumnos:

- ❖ Relacionen y reconozcan la importancia de los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases en un suceso de la vida cotidiana.
- ❖ Reflexionen sobre la importancia de adquirir una cultura científica general, para visualizar de manera crítica diversos fenómenos de la vida cotidiana.

Además, reforzar los siguientes enunciados importantes sobre fuerza y concentración de ácidos y bases, los cuales el profesor debe procurar que los estudiantes comprendan:

- ❖ La concentración se relaciona con el número de moléculas presentes por unidad de volumen (Fortman, 1994).
- ❖ Los ácidos y las bases que son electrolitos fuertes (altamente ionizados) se denominan ácidos fuertes y bases fuertes (Hein y Arena, 2001; 380).
- ❖ Los ácidos y las bases que son electrolitos débiles (ligeramente ionizados) los denominamos, en su caso, ácidos débiles y bases débiles (Hein y Arena, 2001; 380).
- ❖ La mayor parte de los ácidos son ácidos débiles (Chang, 2007, 652).

Otro propósito es minimizar las siguientes concepciones alternativas, reportadas en diversos estudios:

- ❖ Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos (Ross y Munby, 1991; Figueroa *et al.*, 2006; Alvarado, 2012).

- ❖ Fuerza es sinónimo de concentración (Fortman, 1994; Hand, 1989; Alvarado-Zamorano *et al.*, 2013).
- ❖ Un ácido fuerte no se disocia en agua (Demircioglu *et al.*, 2005; Artdej *et al.*, 2010).

2. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ANTECEDENTES REQUERIDOS EN LOS ESTUDIANTES

Para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea óptimo es deseable que los estudiantes cuenten con los siguientes conocimientos y habilidades previos:

Conocimientos	Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Conceptos de sustancia, elemento, compuesto, concentración, disolución y mezcla. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Búsqueda, análisis y síntesis de información. ❖ Trabajo en equipo ❖ Comunicación oral y escrita

3. DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

Antes de describir detalladamente el trabajo, a continuación se ilustran en el **Esquema 1** las diferentes etapas que componen esta actividad.



Esquema 1. Secuencia de las etapas involucradas en el desarrollo del Trabajo Práctico.

I. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

El problema deriva del análisis de una noticia (escrita especialmente para este TP) sobre el acontecimiento real del derrame de sulfato de cobre acidulado que ocurrió en 2014 en el río Sonora en México; dicho texto describe algunos aspectos del evento, omite cierta información relevante, expresa de manera ambigua conceptos científicos, etc., con la finalidad de que los estudiantes detecten dichos detalles (errores) y con base en ellos emprendan la tarea de buscar, analizar y reescribir la noticia.

II. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO

El tiempo estimado para la implementación del TP: en clase de 100 minutos y extraclase de 1 a 2 semanas.

El material didáctico que se utiliza ya sea impreso (individual o por equipo) o proyectado, es la “noticia” y “la rúbrica de evaluación” (Anexos).

El material que se utilizará en el Trabajo Práctico es la siguiente noticia elaborada específicamente para este trabajo.

El Comité Editorial de la nueva revista “*El informador de México*” está reunido para evaluar las noticias que saldrán en su próximo número, entre estas noticias está la siguiente (Figura 1):

A un año del gran derrame en Sonora

El Informador de México / *Francisca Barrios* / México, CDMX, a 26 de junio de 2015

El 6 de agosto del 2014, en el estado de Sonora, México, ocurrió el derrame de una sustancia en el río Sonora. Esta sustancia provenía de una mina situada en el Municipio de Cananea.



La mina es propiedad de Grupo México, una de las empresas más grandes de América Latina en el sector minero. La empresa inicialmente intentó ocultar el hecho y controlarlo ellos mismos, pero al ver la magnitud del problema dieron cuenta a las autoridades tiempo después.

Esta situación causó que las autoridades mexicanas estatales y federales criticaran al Grupo México, pues la sustancia derramada no sólo afectó al río Sonora sino también afectó a otros afluentes cercanos. Además, hicieron críticas sobre la causa que provocó el derrame, la cual se consideró como una negligencia que pudo evitarse por parte de la empresa.

Debido al considerable impacto que tuvo este derrame en cuanto al medio ambiente y a la población cercana, las autoridades sancionaron al Grupo México y se creó un subsidio para ayudar a subsanar los daños provocados.

Con respecto a la sustancia derramada, la empresa argumentó que la sustancia es esencial para la extracción del metal de su interés y que el derrame fue un incidente desafortunado. Reconoció que gran parte de las afectaciones se relacionaban con la sustancia derramada.

Los daños causados por este derrame han sido importantes, debido a que Sonora es uno de los estados con elevados índices de actividades productivas en el país, las cuales se vieron afectadas.

Francisca Barrios

Figura 1. Noticia utilizada en el desarrollo del TP “Reporteros y editores”.

Una vez que has leído la noticia, tú como uno de los editores de la revista, ¿qué observaciones harías al respecto? Recuerda que el objetivo de la revista es informar lo más posible a la población. Sin olvidar, que también pretende resaltar la parte científica que pueda estar involucrada en los hechos, y que sirva para explicar adecuadamente lo ocurrido.

III. ANALICEMOS LA NOTICIA

Para iniciar la actividad, se sugiere lo siguiente:

- o Projete o reparta (una copia de forma individual o por equipo) la noticia y dé algunos minutos para que la lean los estudiantes.
- o Promueva que los estudiantes den su punto de vista sobre la noticia formulando preguntas como ¿qué piensan de la noticia?, ¿el hecho ocurrido es importante?, ¿Está completa la información de la noticia?, ¿qué información crees faltaría?, ¿se podría mejorar la noticia?, etc. Se esperaría que los comentarios se relacionen, por ejemplo, con la necesidad de saber sobre qué sustancia(s) se derramó (tipo, nombre, propiedades, etc.), otros ámbitos que se vieron afectados (la agricultura, la ganadería, la salud, etc.), ¿por qué se utiliza en la mina?, ¿de qué es la mina?, si afectó la calidad de vida de los pobladores, la extensión de los afluentes afectados, el lugar donde se sitúa el río y los lugares dónde pasa, las comunidades que se vieron afectadas, etc.
- o Con base en las respuestas de los estudiantes es conveniente que anote en el pizarrón sectores (salud, legal, ganadero, económico, turístico, etc.), que consideren importantes los alumnos.

IV. REESCRIBIENDO LA NOTICIA

- o Con base en las categorías de información consensuadas con los alumnos, promueva que realicen una búsqueda extraescolar de información con respecto a ellas.

- o Haga énfasis en que la búsqueda de información se realice en diversas fuentes validas (libros, internet, revistas, periódicos, etc.) y que no se olviden de anotar las referencias consultadas.
- o Forme equipos de 2 a 4 personas, y que con base en la información que recolecten reescriban la noticia (sin olvidar colocar las referencias correspondientes). Sugierales que la noticia que escriban sea accesible para los lectores y que no olviden tomar en cuenta y relacionar el aspecto químico implicado en la noticia. Para ayudar en la síntesis de la noticia, acuerde con los estudiantes los puntos relevantes que se deben considerar en la noticia (Rúbrica 1), además, puede sugerirles que elaboren un mapa que muestre la ubicación geográfica de la mina, los municipios afectados, etc.
- o La búsqueda de información y la redacción de la noticia se sugiere que se deje como actividad extra escolar. Puede darle a los alumnos entre dos y tres semanas para realizar la actividad. Durante este tiempo indíqueles que pueden consultarle con respecto a la información investigada y su avance en la redacción de la noticia.
- o Durante este tiempo, puede ir abordando temas que ayuden a dar un marco químico a la noticia, vinculados con la Química ácido-base (según el modelo de Arrhenius y/o Bronsted-Lowry), concentración, fuerza de ácidos y bases, etc.
- o Solicite a los alumnos que por equipo elaboren en forma escrita su versión modificada de la noticia.
- o Se sugiere que los estudiantes compartan su noticia con el grupo, pues la información y la redacción de la noticia de cada equipo se espera sea diferente, lo cual puede enriquecer el conocimiento sobre el hecho en cuestión. Promueva que los estudiantes elaboren un cartel, una presentación, un juego de roles, una entrevista, etc. Otra opción puede ser realizar un pequeño concurso con los carteles elaborados.

V. REFLEXIÓN FINAL SOBRE LA RELACIÓN ENTRE FUERZA Y CONCENTRACIÓN DE LOS ÁCIDOS Y BASES EN LA VIDA COTIDIANA Y LA INDUSTRIA

- o Para finalizar, se sugiere haga una reflexión grupal en base a lo siguiente: la razón por la cual se utiliza ácido sulfúrico en la mina, el tipo de ácido en términos de fuerza y concentración, ¿qué hubiera pasado si en vez de haberse derramado en el río un ácido fuerte se hubiera derramado un ácido débil como el ácido ascórbico o el ácido acético? Mencione que la mayor parte de los ácidos con los que tenemos contacto en la vida cotidiana son ácidos débiles, la importancia de poseer conocimientos científicos generales relacionados con la vida cotidiana, la importancia de contar en los medios de comunicación con especialistas que dominen temas científicos, etc.

4. Evaluación

Evaluación del aprendizaje individual

Las preguntas siguientes se sugieren para evaluar el aprendizaje individual de los alumnos después de realizar la actividad:

- o Describe qué importancia tiene la fuerza del ácido sulfúrico en el hecho ocurrido.
- o Describe qué importancia tiene la concentración del ácido sulfúrico en el hecho ocurrido.
- o ¿Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos? Justifica tu respuesta.
- o ¿Por qué es importante que la población posea una cultura científica?

Evaluación de la noticia

Para la evaluación de la noticia elaborada se sugiere la rúbrica siguiente, la cual debe ser compartida con los estudiantes para que tomen en cuenta los puntos para realizar la actividad:

Rúbrica 1. Características que se sugiere tomar en cuenta para el desarrollo y evaluación de la noticia

Características a evaluar de la noticia	Notable	Adecuado	Regular	Deficiente
Integración de contenidos químicos	La noticia incorpora varios conceptos químicos y se utilizan para describir adecuadamente el fenómeno acontecido. (Valor: 30 puntos)	La noticia incorpora varios conceptos químicos, pero no se utilizan adecuadamente para describir el fenómeno acontecido. (Valor: 20 puntos)	La noticia incorpora varios conceptos químicos, pero no se utilizan para describir el fenómeno. (Valor: 10 puntos)	La noticia no incorpora conceptos químicos, ni se describe el fenómeno desde una perspectiva química. (Valor: 0 puntos)
Sectores consensuados con el grupo	La noticia incluye todos los sectores. (Valor: 30 puntos)	La noticia incluye por lo menos la mitad de los sectores. (Valor: 20 puntos)	La noticia incluye menos de la mitad de los sectores. (Valor: 10 puntos)	La noticia no incluye sectores. (Valor: 0 puntos)
Relevancia de la descripción del fenómeno acontecido	La noticia resalta y explica su importancia para la sociedad, incluso menciona y explica ejemplos. (Valor: 20 puntos)	La noticia resalta y explica su importancia para la sociedad, incluso menciona ejemplos sin explicarlos. (Valor: 15 puntos)	La noticia resalta su importancia para la sociedad, pero no lo explica ni da ejemplos. (Valor: 10 puntos)	La noticia no resalta su importancia para la sociedad, ni lo explica. (Valor: 0 puntos)
Presentación	La redacción de la noticia es clara, posee menos de 5 errores ortográficos y tiene por lo menos 5 referencias bibliográficas. (Valor: 20 puntos)	La redacción de la noticia es entendible, posee más de 5 errores ortográficos y tiene por lo menos 3 referencias bibliográficas. (Valor: 15 puntos)	La redacción de la noticia es confusa, posee numerosos errores ortográficos y tiene mínimo una referencia bibliográfica. (Valor: 10 puntos)	La redacción de la noticia es pésima, posee numerosos errores ortográficos y no tiene referencias bibliográficas. (Valor: 0 puntos)

Puntos totales equivalentes a la calificación de diez: **100 puntos**

Puntaje obtenido: _____ puntos

Calificación: _____

5. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Alvarado, C. (2012). *Secuencias de enseñanza-aprendizaje sobre acidez y basicidad, a partir del Conocimiento Didáctico del Contenido de profesores de Bachillerato con experiencia docente*. Disertación Doctoral. Universidad de Extremadura, España. 464 p. + 11 anexos en CD. p. 137-164.
- ❖ Alvarado-Zamorano, C., Cañada, E., Mellado, V. y Garritz, A. *Dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad, y el conocimiento didáctico del contenido de profesores mexicanos de bachillerato*. Trabajo presentado en el IX Congreso Internacional de “Investigación en Didáctica de las Ciencias” del 9 al 12 de septiembre de 2013 en Girona. Recuperado el 28 de diciembre de 2014 de http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art_539.pdf
- ❖ Artdej, R., Ratanaroutai, T., Coll, R. and Thongpanchang, T. (2010). Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid–base chemistry. *Research in Science & Technological Education*, **28** (2), 167-183.
- ❖ Chang, R. (2007). Química. China: McGraw Hill
- ❖ Demircioglu, G., Ayas, A. y Demircioglu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, **6**(1), 36-51.
- ❖ Figueroa, R., Utria, C. y Colpas, R. (2006). Entendimiento conceptual de los estudiantes del nivel básica secundaria sobre el concepto de ácido. *Tecné, Episteme y Didaxis*, **19**, 22-31.
- ❖ Fortman, J. (1994). Pictorial analogies XI: Concentrations and acidity of solutions. *Journal of Chemical Education*. **71**(5), 430-432.
- ❖ Hand, B. (1989). Student understandings of acids and bases: A two year study. *Research in Science Education*, **19**, 133-144.
- ❖ Hein, M. y Arena, S. (2001). Fundamentos de Química. México: Thomson Learning.

- ❖ Ross, B. y Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high school students' understanding of acids and bases. *International Journal of Science Education*, **13**, 11-23.

10. SUGERENCIAS PARA LA PRUEBA Y/O EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DEL TEMA Y, PARTICULARMENTE, DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS

En este apartado se presentan diversas recomendaciones para minimizar las dificultades relacionadas a la enseñanza-aprendizaje de concentración y fuerza de ácidos y bases. Se mencionan diversos aspectos críticos que se deben tomar en cuenta, pues pueden influir positivamente en la implementación de los Trabajos Prácticos y en el desarrollo de la temática en general.

Principalmente se describen recomendaciones en torno al desarrollo de los Trabajos Prácticos (TP) en el aula, así como sugerencias para realizar la evaluación del aprendizaje del tema, algunas se derivan principalmente de la investigación, la observación y la evaluación relacionada a la aplicación y análisis de algunos TP frente a grupo.

A continuación se presentan las sugerencias organizadas por cada uno de los Trabajos Prácticos y Sugerencias generales sobre los Trabajos Prácticos:

Trabajo Práctico: “Modelos sin pasarela”

- ❖ Para indagar las ideas que los estudiantes manifiestan sobre los modelos, puede realizar algunas preguntas previas a la actividad. Si el tiempo con el que cuenta es poco, se puede sustituir el cuestionario por una lluvia de ideas, las cuales se pueden plasmar en el pizarrón, para después comentar alrededor de ellas.
- ❖ Es importante que promueva la participación de los estudiantes, pues sus ideas pueden retroalimentar y complementar considerablemente el TP.
- ❖ Recalque que los modelos poseen un poder explicativo, tienen alcances y límites, sintetizan información, algunos pueden servir para realizar predicciones, son modificables, etc.; enuncie y describa estas características, comente algunos ejemplos representativos a los estudiantes.
- ❖ Tome en cuenta que muchos estudiantes conciben a los modelos como algo ahistórico y que no cambian con el tiempo, como representaciones absolutas, algunas veces tienden a materializarlos y a pensar que son

“reales” (como en el caso de la representación del enlace químico como una barra que une dos átomos). Por esta razón es importante señalar que no son absolutos, que son aproximaciones que nos ayudan a comprender y, en ocasiones, a manipular el mundo que nos rodea.

- ❖ Haga explícito el hecho de que, en general, no hay un modelo mejor que otro, que depende del objetivo o problema que se tenga el que un modelo sea más apropiado a utilizar. Por ejemplo, de entre los modelos atómicos, si se quisieran representar a nivel submicroscópico las partículas que constituyen un sólido, un líquido y un gas, el modelo atómico más apropiado sería el modelo de Dalton; pues si se usara el modelo de Bohr o el de Schrödinger, la representación de los estados de agregación sería confusa y muy atiborrada. Cada modelo atómico es útil dependiendo del contexto o situación donde sus alcances sean los necesarios.
- ❖ En esta GD se hace énfasis principalmente en el alcance y las limitaciones que tienen los modelos, pues uno de los objetivos de este TP es hacer evidente que el modelo de ácidos y bases de Arrhenius es apropiado para abordar ciertos fenómenos, pero que llega un momento en que no puede explicar otros. En el instante en que el estudiante se hace consciente de que está frente a un caso en el cual el modelo es limitado, es más fácil que entienda la necesidad de utilizar un modelo que sirva para explicar o resolver el problema, cosa que ocurre en este contexto con el modelo de Brønsted-Lowry. Además, es conveniente mencionar que aún el modelo de Brønsted-Lowry, en ciertos casos, resulta limitado y se tienen que utilizar otros modelos.
- ❖ Es recomendable al abordar nuevos temas (no solo el de fuerza y concentración) realizar recordatorios recurrentes sobre el concepto de modelo y sus características, pues así se promueve en el estudiante una mejor comprensión y a la vez se le da más oportunidades de aplicar el concepto.

- ❖ Para favorecer que los estudiantes manifiesten espontáneamente sus ideas cotidianas respecto a los modelos, es recomendable no pedir una investigación previa a la aplicación del TP.
- ❖ Haga especial énfasis en que los procesos, los sistemas y las ideas también pueden representarse mediante modelos.

Trabajo Práctico: “¿Fuerte o débil?”

- ❖ Se recomienda que el experimento se dé manera demostrativa por parte del profesor, pues un circuito eléctrico conectado directamente a la corriente de luz representa un peligro potencial para los estudiantes. Si se consiguen circuitos pequeños y sencillos donde se encienda un “led” con una pila o batería pequeña, el experimento lo pueden llevar a cabo los alumnos.
- ❖ Puede construir un circuito eléctrico con alambre conductor de electricidad, una clavija, un foco, una base para el foco y cinta aislante; uniendo las piezas como se presenta en la Figura 6.

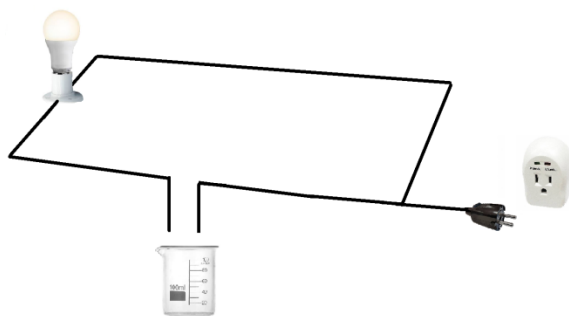


Figura 10. Diagrama del circuito eléctrico.

- ❖ Al ser un experimento de tipo demostrativo es muy importante que describa en voz alta paso a paso lo que va realizando.
- ❖ Haga explícito a los alumnos que todas las disoluciones que se presentan son acuosas, lo cual hace referencia a que el disolvente es agua; lo que fundamenta el uso del modelo de Arrhenius, lo cual permite aclarar a los estudiantes que no estén familiarizados con el término acuoso, pues en ocasiones interpretan erróneamente la abreviatura (ac) como ácido.

- ❖ Después de probar la conductividad de las disoluciones, asegúrese de desconectar el circuito eléctrico para evitar accidentes y es recomendable colocar los alambres que estuvieron en contacto con las disoluciones, sobre un papel o servilleta para que se absorba cualquier residuo.
- ❖ Las disoluciones de los ácidos o bases que utilice deben tener concentraciones iguales (aunque no sea la que se utiliza en el TP), y es recomendable que no sean mayores a 1 M (que es la concentración usada generalmente a nivel escolar).
- ❖ Antes de comenzar la actividad, debe asegurarse que los estudiantes conozcan previamente los conceptos de ion, corriente eléctrica, conductividad, la relación que existe entre la cantidad de iones presentes en una disolución y su conductividad eléctrica, concentración, y ácidos y bases de Arrhenius; pues de no ser así, la actividad no se podrá llevar a cabo de manera adecuada.
- ❖ Monitoree constantemente a los equipos y si se requiere manifiéstelos a los alumnos las observaciones pertinentes sobre la actividad.
- ❖ Al inicio de la actividad, permita que los estudiantes expresen libremente por escrito cómo imaginan las partículas en las disoluciones. Posteriormente puede ayudarles presentando en el pizarrón ejemplos de ionización de un ácido o una base en disolución acuosa.
- ❖ Haga énfasis en que la palabra “fuerza” es polisémica y que, por ejemplo, en Química y Física tiene significados muy diferentes.
- ❖ Aborde el caso de las bases, ya que es muy común hacer énfasis en los ácidos y dejar a las bases en segundo plano, o inclusive ignorarlas.
- ❖ Es recomendable que al finalizar la actividad (en esa sesión o en la siguiente), elabore en el pizarrón las representaciones de las dos disoluciones en cuestión, y con ayuda del grupo discutan si es adecuada o no, y si concuerdan con lo observado experimentalmente. Además, ejemplifique también el caso de las bases.
- ❖ Explique detalladamente las diferencias que existen entre la fuerza y la concentración de ácidos y bases.

- ❖ Explique el hecho de que en el modelo de ácidos y bases de Arrhenius la fuerza es absoluta, donde se es “fuerte” o “débil”. Comente que en otros modelos, el concepto es diferente, como en el caso de Brønsted-Lowry.
- ❖ Ejemplifique la diferencia que existe entre ionización y disociación, pues los estudiantes suelen usar estos conceptos como sinónimos a la hora de referirse a la fuerza de ácidos y bases.
- ❖ Monitoree que los alumnos representen adecuadamente los iones de los ácidos y las bases en cuestión, y las partículas de las disoluciones de los ácidos o de las bases fuertes y débiles.
- ❖ Ejemplifique la forma en la que se representan dos disoluciones con la misma concentración.
- ❖ Trabaje con anterioridad la nomenclatura de ácidos y bases de Arrhenius, y mencione varios ejemplos, entre los cuales se deben incluir los ácidos y bases en cuestión.
- ❖ Trabaje explícitamente con los alumnos los niveles de representación utilizados en Química (macroscópico, submicroscópico/nanoscópico y simbólico), enfatizando las diferencias entre ellos y, de preferencia, presénteles ejemplos en los tres niveles vinculados con el tema.
- ❖ Tome en cuenta que aun cuando los estudiantes describan de manera adecuada la fuerza de un ácido o una base, presentan diversas dificultades al representarla de manera submicroscópica, principalmente en el caso de un ácido o base débil.
- ❖ También es común que los alumnos presenten dificultades para representar a nivel submicroscópico, dos disoluciones de igual concentración; apóyelos elaborando ejemplos en el pizarrón.
- ❖ Es importante que trabaje la descripción y la representación de la fuerza de ácidos y bases en varias ocasiones, que no necesariamente deben desarrollarse enteramente en el aula, sino que puede ser mediante actividades extraclase.
- ❖ En la explicación y discusión posterior a la realización del TP, se sugiere elaborar las representaciones de las disoluciones, sin resaltar la presencia

de las moléculas del disolvente (agua), ya que puede resultar confuso para el estudiante. De hacerlo, es de suma importancia recalcarle al alumno que hay moléculas presentes de disolvente, pero que de momento, se obvian para hacer el modelo más sencillo.

- ❖ Se puede hacer uso de simulaciones para enfatizar la difusión de los iones por toda la disolución.
- ❖ De ser posible es recomendable utilizar, antes de realizar el experimento, un simulador o animación que muestre la relación que hay entre la cantidad de iones y la conductividad eléctrica de una disolución (esto se puede dejar de tarea a los estudiantes y posteriormente solo discutirlo grupalmente al inicio del TP). De esta manera, es importante que los conceptos y la relación entre iones y conductividad se visualicen desde el nivel submicroscópico, con algo más concreto que una mera explicación. A partir de sus observaciones en el simulador, se les puede pedir a los alumnos que dibujen de tarea una disolución que tiene una mayor conductividad eléctrica y una que la tiene menor, para que traten de asociar la cantidad de iones con la conductividad y, por lo tanto, con la intensidad de luz con la que enciende un foco en el experimento.
- ❖ Considere que el tipo de representaciones que se les proporcione o con las que se trabaje con los estudiantes, previamente y durante el desarrollo del Trabajo Práctico, influye mucho en la manera en cómo van a interpretar y tratar de realizar sus propias representaciones. Por ello, trate que no sean complicadas, explíquelas detalladamente y recuérdelos que se trata de un modelo, por lo cual solo representan una disolución de manera aproximada y simplificada.
- ❖ Es importante que al finalizar la actividad, los alumnos reconozcan que el HCl es un ácido fuerte y que el CH_3COOH es un ácido débil.
- ❖ En el cierre del TP, mencione algunos ejemplos que resalten la importancia de conocer la fuerza de un ácido o una base. Por ejemplo, que algunos ácidos y bases que se consumen de forma cotidiana son generalmente

débiles (el ácido acetilsalicílico, el ácido cítrico, el hidróxido de magnesio, etc.).

- ❖ Al finalizar la actividad no olvide tratar de manera adecuada los residuos de las disoluciones para poder desecharlos de manera segura.

Trabajo Práctico: “¿Fuerte o concentrado?”

Muchas de las sugerencias de este TP son similares a las mencionadas en el TP “¿Fuerte o débil”, por lo que se recomienda leerlas además de las siguientes:

- ❖ Es importante que los estudiantes comprendan el concepto de concentración y, de preferencia, que sepan representar de manera submicroscópica a disoluciones de igual y diferente concentración, antes de abordar el concepto de fuerza y así trabajar ambos al mismo tiempo.
- ❖ Tome en cuenta que, en ciertos casos, usar las unidades de concentración como la molaridad confunde a algunos estudiantes al momento de realizar representaciones submicroscópicas; por lo que es necesario fomentar que los alumnos realicen representaciones al respecto y que resuelvan ejercicios con su apoyo.
- ❖ Haga énfasis en que las disoluciones utilizadas en este TP, a pesar de ser del mismo ácido o base, tienen diferentes concentraciones; y que, para afirmar si una disolución es concentrada o diluida, hay que tener un punto de referencia (otra disolución) contra el cual compararla. Por esta razón, se utilizan en este TP mínimo cuatro disoluciones diferentes (dos disoluciones de HCl y dos de CH₃COOH, con concentraciones de 1 M y 0.007 M).
- ❖ Haga explícitos los factores a partir de los cuales se puede decir que una disolución es concentrada (mayor cantidad de soluto o menor cantidad de disolvente) o diluida (menor cantidad de soluto o mayor cantidad de disolvente) con respecto a otra.
- ❖ Remarque con ejemplos a nivel submicroscópico, que la fuerza y la concentración son diferentes. Realice algunas representaciones al final de la actividad para que queden más claros los conceptos.

- ❖ Para preparar las disoluciones de HCl y CH_3OOH 0.007 M (o de las bases correspondientes), realice diluciones consecutivas de las disoluciones 1 M de los ácidos o bases, hasta que obtenga concentraciones entre 0.01 a 0.005 M.
- ❖ Durante la discusión grupal, explique brevemente cómo se prepararon las diferentes disoluciones utilizadas, para que de esta manera el alumno pueda advertir como mediante un proceso de dilución, se pueden obtener disoluciones con una menor concentración.
- ❖ Al probar la conductividad de las disoluciones, es recomendable iniciar con la del ácido menos concentrado y después con el más concentrado (disoluciones del mismo tipo). Y al pasar de un tipo de disolución a otra, retire los residuos de los alambres con una servilleta o papel para evitar alterar su concentración.
- ❖ Haga énfasis de la influencia tanto de la fuerza como de la concentración en los fenómenos observados durante el experimento demostrativo, mientras los alumnos realizan sus representaciones. Además, remarque esta influencia en la conductividad eléctrica exhibida por las disoluciones y la relación existente entre los iones presentes.
- ❖ Para realizar sus representaciones, los alumnos deben tomar en cuenta la concentración y la fuerza de las disoluciones, lo cual representa una tarea más compleja que sólo representar la fuerza; por lo que es importante que trabaje esto en repetidas ocasiones (se puede encargarles como tarea extraescolar, que resuelvan algunos ejercicios de representación en casa, los cuales se pueden revisar y discutir de manera grupal en clase).
- ❖ Con ayuda del grupo, elabore algunos ejemplos en el pizarrón para que los estudiantes observen la influencia tanto de la fuerza como de la concentración, en los fenómenos observados
- ❖ Si dispone de tiempo suficiente, antes de desarrollar este TP puede aplicar el TP de “¿Fuerte o débil?”.
- ❖ En el cierre del TP, mencione algunos ejemplos que resalten la importancia de conocer la fuerza y/o concentración de un ácido o una base (fuerte o

débil, concentrado o diluido). Por ejemplo, en la vida cotidiana podría ayudarles a ser precavidos en su manipulación y así evitar accidentes o lesiones.

- ❖ Al finalizar la actividad, no olvide tratar los residuos de las disoluciones para poder desecharlos de manera adecuada.

Trabajo Práctico: “¿Qué le está pasando al piso?”

- ❖ Proporcióneles a los estudiantes la rúbrica de evaluación (impresa o por vía electrónica) antes de que realicen su propuesta, pues es importante que con anticipación sean conscientes de que aspectos se evaluarán y cómo deben desarrollarlos.
- ❖ El nombre “Max Lee Mon” del limpiador se creó para este TP, el cual consiste en una disolución acuosa de ácido cítrico 0.5 M.
- ❖ El limpiador de “ácido muriático” en realidad es una disolución acuosa de ácido clorhídrico 0.5 M (el nombre comercial de algunas disoluciones de HCl es ácido muriático).
- ❖ Por seguridad indique a los estudiantes que eviten el contacto directo con los limpiadores o disoluciones, y de considerarlo necesario pida que usen guantes.
- ❖ Al finalizar la actividad experimental, coloque un vaso de precipitados con capacidad suficiente (dependiendo del número de equipos) y pídale a los estudiantes que depositen allí sus residuos (restos de los limpiadores que usaron); los cuales deben ser tratados para evitar daños a las tuberías y al medio ambiente. Neutralice los ácidos, posteriormente se pueden desechar en la tarja.
- ❖ Comente con los estudiantes la importancia de no desechar los residuos en la tarja, y de los posibles daños que podrían ocasionar.

Trabajo Práctico: “Arrhenius vs Brønsted-Lowry”

- ❖ Emplee mínimo dos indicadores ácido-base, para que los estudiantes puedan observar que la coloración que adquieren las disoluciones, depende del indicador utilizado (pues en ocasiones asocian que un ácido es de color rojo y una base es azul, por ejemplo, al utilizar únicamente como indicador al tornasol).
- ❖ Por razones de seguridad y para evitar confusiones al desechar las disoluciones, promueva que los estudiantes rotulen los tubos con las disoluciones.
- ❖ Remarque las limitaciones del modelo de Arrhenius e indique que en ciertos casos no es adecuado y se requiere otro modelo.
- ❖ Por seguridad indique a los estudiantes que eviten el contacto directo con las disoluciones, y si es necesario pida que usen guantes.
- ❖ Al finalizar la actividad experimental, coloque vasos de precipitados con capacidad suficiente (dependiendo del número de equipos) y pídale a los estudiantes que depositen los residuos en los vasos correspondientes; los residuos deben tratarse para evitar daños a las tuberías y al medio ambiente.
- ❖ Comente con los estudiantes la importancia de no desechar los residuos en la tarja, y de los posibles daños que podrían ocasionar.
- ❖ Como apoyo para la resolución del cuadro comparativo y para más información sobre los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y Brønsted-Lowry, se sugiere consultar la sección de anexos.

Trabajo Práctico: “Reporteros y editores”

- ❖ La noticia que se elaboró expresamente para este TP, carece de muchos aspectos relevantes, los cuales puede señalar para que los estudiantes se den cuenta que dicho texto describe algunos aspectos del evento, omite cierta información relevante, expresa de manera ambigua conceptos científicos, etc., todo con la finalidad de que detecten dichos detalles

(errores u omisiones) y con base en ellos emprendan la tarea de buscar, analizar y reescribir la noticia.

- ❖ De preferencia cambie la fecha de aparición de la noticia por una fecha posterior a dos semanas (dependiendo el caso) después de la realización del TP, pues se supone que va a ser una noticia que se va a publicar y debe ser reeditada para ello.
- ❖ Proporcione a los estudiantes la rúbrica de evaluación (impresa o por vía electrónica), antes de que realicen su propuesta, pues es importante que con anticipación sean conscientes de que aspectos se evaluarán y cómo deben desarrollarlos.
- ❖ Recalque la importancia de adquirir una cultura científica general, para visualizar de manera crítica diversos fenómenos de la vida cotidiana (en este caso, de los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases).
- ❖ Es conveniente que anote en el pizarrón los sectores o categorías (salud, legal, ganadero, económico, químico, turístico, etc.) que consideraron importantes los alumnos, y con base en ellos promueva que realicen una búsqueda extraescolar al respecto.
- ❖ Pregunte y monitoree las acciones que vayan realizando, dando un tiempo para que pregunten sus dudas al respecto o muestren un avance de su trabajo. La búsqueda de información y la redacción de la noticia se sugiere que se deje como actividad extraescolar. Puede darle a los alumnos entre dos y tres semanas para realizar la actividad. Durante este período indíqueles que pueden consultarle con respecto a la información investigada y su avance en la redacción de la noticia.
- ❖ Es conveniente que explique los conceptos químicos asociados al caso en cuestión (principalmente, fuerza y concentración, modelo(s) ácido-base) en el transcurso de las dos o tres semanas (dependiendo el tiempo que estableció), en las que se elaborará la noticia, lo que les ayudará a los alumnos a dar un marco químico a su trabajo.

- ❖ Si la presentación de las noticias de los estudiantes es oral, dé un máximo de 10 a 15 min para que la presenten, el tiempo depende del número de equipos que se tengan y el tipo de presentación que se realice.
- ❖ Cierre la actividad con una reflexión global, retomando los conceptos más importantes, comentando las razones por las cuales se utiliza ácido sulfúrico en la mina, el tipo de ácido en términos de fuerza y concentración, qué hubiera pasado si en vez de haberse derramado en el río un ácido fuerte se hubiera derramado un ácido débil, la importancia de poseer conocimientos científicos generales para aplicarlos a la vida cotidiana, la relevancia de contar en los medios de comunicación con especialistas que conozcan temas científicos, etc.

Sugerencias generales sobre los Trabajos Prácticos:

- ❖ Para el desarrollo y cierre de los TP se sugiere que revise las secciones 3, 6, 7, 8 y 11, de esta GD, donde se describen diversos ejemplos e información de interés.
- ❖ Antes de iniciar el desarrollo de algún TP, asegúrese de que los estudiantes conocen los conceptos previos requeridos, para ello puede pedir una investigación previa (o ejercicios) y durante el inicio del TP los estudiantes pueden leer los conceptos investigados, para comentar al respecto y aclarar dudas.
- ❖ De preferencia no aplique el cuestionario de evaluación individual al término inmediato de los TP, pues realizarlo en una o varias sesiones posteriores permite observar qué tanto de contenido desarrollado fue capaz de asimilar el alumno.
- ❖ Puede realizar un sondeo general de las ideas relacionadas al tema que tiene el grupo mediante lluvia de ideas, la cual se puede plasmar en el pizarrón para posteriormente discutir al respecto.
- ❖ En el caso del trabajo en equipo es recomendable fomentar primero que el estudiante realice un trabajo cognitivo de manera individual y después

comparta sus ideas con su equipo, así a la hora de interactuar con ellos o con sus compañeros de todo el grupo, ya tendrá varias ideas que podrá manifestar.

- ❖ Al finalizar cada TP es muy importante que realice un recuento general de la actividad, que remarque los conceptos principales abordados y que vincule el tema con el contexto cotidiano (dando ejemplos de la importancia que tienen el tema y los conceptos para la vida diaria) y/o otros ámbitos relevantes, para que los estudiantes valoren el conocimiento científico más allá del ámbito escolar, más allá de una calificación. De esta manera, se puede dar un cierre adecuado a los TP.

11. ALGUNOS CONCEPTOS ESPECÍFICOS IMPORTANTES PARA APOYAR EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS

En este apartado se describe un conjunto de diversos conceptos relevantes relacionados con el tema, que tienen la finalidad principal de apoyar el desarrollo de los TP por parte del docente.

Los conceptos se recopilaron principalmente de libros y artículos. Para facilitar su consulta se organizaron en varias categorías (Estrategias de enseñanza, Modelos, Modelo de Arrhenius de ácidos y bases, Modelo de Brønsted-Lowry de ácidos y bases, Concentración, y Otros), según la información que desarrollan. Estas categorías se detallan a continuación:

Estrategias de enseñanza.

- ❖ **Estrategia:** En general, se concibe que “una estrategia es un plan de acción para lograr un objetivo” (Elosúa, 1993), consiste en “procedimientos utilizados por el docente para promover aprendizajes significativos, que implican actividades conscientes y orientadas a un fin” (Parra, 2003, p. 8), lo que indica que son herramientas que utiliza el profesor para facilitar a los estudiantes la construcción del conocimiento. Las estrategias por las que opta utilizar el profesor dependen de varios factores como su concepción sobre el aprendizaje, los objetivos de la clase, el número de alumnos, el tiempo disponible dentro del aula, las influencias institucionales, etc. Por lo que, es esencial para los docentes activos tener un extenso repertorio de estrategias de enseñanza (Eggen y Kauchak, 2001, p. 21).
- ❖ **Lluvia o tormenta de ideas:** Consiste en reunir a un grupo de personas para que propongan ideas que permitan solucionar o analizar un determinado problema (Amat, 2000, p. 102), es comúnmente utilizada para recopilar información de manera aleatoria sobre los conocimientos de los estudiantes; como, por ejemplo, acerca de lo que saben antes del comienzo de una clase y se retoma esa información como punto de partida.
- ❖ **Interrogatorio:** Hace referencia a la serie de preguntas que se realizan a los alumnos con un objetivo específico, el cual según Wals (2007, p. 44)

puede utilizarse para motivar a la clase; sondear el conocimiento adquirido del cual hay que partir; verificar el aprendizaje; promover que en conjunto con el profesor, se busque la aplicación del conocimiento en la vida cotidiana; motivarlos para que elaboren trabajos tanto individualmente como grupales; así como fomentar que los alumnos elaboren síntesis de lo aprendido.

La realización de preguntas puede “estimular a los estudiantes a procesar y reflexionar sobre el contenido, reconocer las relaciones y las implicaciones de sus ideas clave, pensar críticamente sobre él, y utilizarlo en la resolución de problemas, toma de decisiones, o en otras aplicaciones de orden superior” (Brophy, 2001, p.). Si lo que se pretende es que los estudiantes desarrollen habilidades más complejas, realizar preguntas es una buena opción; ya que, al utilizar preguntas no se limita al estudiante a realizar una recitación del tema, se le estimula para que reflexione, critique, reconozca la importancia y proponga posibles soluciones en torno a un tópico en particular.

De esta manera, las preguntas realizadas por el profesor son una herramienta poderosa que puede ser usada para promover la formación por parte del alumno de conclusiones específicas defendibles, preguntas como: ¿Por qué?, ¿Cómo lo sabes?, ¿En qué basas eso?, ¿Qué te hizo decir eso?, ¿Qué pasaría si ...?, etc.; requieren que el alumno dé evidencias para formular conclusiones (Eggen y Kauchak, 2001, p. 78).

Con base en lo anterior, es importante remarcar que el docente debe elaborar a sus alumnos preguntas que estimulen la participación dentro y fuera del aula, la reflexión y que finalmente faciliten el conocimiento en el educando (Wals, 2007, 44).

- ❖ **Trabajo colaborativo:** Eggen y Kauchak (2001, p. 373) lo describen como un grupo de estrategias de enseñanza que tiene por finalidad comprometer a los alumnos a trabajar en colaboración para alcanzar metas comunes, es un esfuerzo para aumentar la participación de los alumnos, proporcionarles liderazgo y experiencia en la toma de decisiones en grupo.

Trabajar en colaboración requiere que los estudiantes sean activos, conscientes y que se responsabilicen por su propio aprendizaje; y, a su vez, fomenta que los alumnos aprendan a explicar, comprometerse, negociar y motivar cuando participan como miembros de un grupo (Eggen y Kauchak, 2001, p. 378).

Promueve beneficios afectivos y sociales, tales como el aumento de interés de los alumnos, la valoración de la asignatura, el aumento en actitudes positivas y las interacciones sociales entre los estudiantes que difieren en el género, la raza, la etnia u otras características (Brophy, 2001). También, fomenta “la adquisición de valores y habilidades sociales (ayuda mutua, tolerancia, disposición al diálogo, empatía), el control de los impulsos, la relativización y el intercambio de puntos de vista” (Díaz-Barriga y Hernández, 2002, p. 108).

Esta estrategia es funcional debido a que los alumnos son recompensados por trabajar juntos (Eggen y Kauchak, 2001, p. 379); a la vez que, ofrece la oportunidad que los estudiantes con menores habilidades aprendan de sus pares más avanzados y la comprensión de éstos se incrementa cuando tratan de explicar sus ideas a sus compañeros de equipo (Eggen y Kauchak, 2001, p. 380).

Además, se debe mencionar que en esta forma de trabajo es importante que exista por parte del estudiante una responsabilidad con el grupo, al mismo tiempo que una individual; donde la “responsabilidad individual asegura que cada miembro del equipo aprenda el contenido” (Eggen y Kauchak, 2001, p. 377), lo que es de suma importancia para la efectividad de dicha estrategia.

- ❖ **Trabajo individual.** En él las tareas asignadas son resueltas por los alumnos de forma aislada (Amat, 2000, p. 85), poniendo a prueba sus conocimientos y habilidades personales.
- ❖ **Trabajo mixto.** Se caracteriza por manejar de manera simultánea el trabajo individual con el trabajo colectivo (Amat, 2000, p. 85), posee la ventaja de

fomentar la responsabilidad del estudiante tanto a nivel de grupo como a nivel individual.

- ❖ **Exposición o clase interactiva.** Consiste en la exposición oral sobre una temática de estudio por parte del docente; se caracteriza por estimular la participación del alumno y no sólo se enfoca al monólogo del profesor (Wals, 2007, p. 42). Durante una clase interactiva, el docente puede juzgar la comprensión del alumno informalmente, mediante preguntas (Eggen y Kauchak, 2001, p. 293), a diferencia de lo que sucede en una clase donde la comunicación dentro de la exposición tiene solo un sentido (de profesor a alumno), impidiendo que el profesor monitoree la comprensión del alumno.
- ❖ **Discusión de ideas.** Hace referencia a la acción de analizar entre varias personas una temática, exponiendo y defendiendo cada uno su postura, bajo la dirección constante del profesor (Wals, 2007, p. 46). Esta modalidad se puede iniciar, por ejemplo, con base en trabajos expuestos por los estudiantes, a partir de los cuales se inician las discusiones confrontando ideas y/o resoluciones de problemas, con la finalidad de llegar a conclusiones grupales, complementar las ideas y/o aclarar las dudas (Wals, 2007, p. 41).

A través del proceso de discusión que se lleva a cabo en un grupo, se “fomenta el desarrollo de estrategias cognitivas que pueden ser de más calidad que el razonamiento individual, propio de una situación de aprendizaje más individualista” (Elosúa, 1993).

Esta estrategia alienta la participación activa de los alumnos y requiere que éstos construyan sobre sus esquemas existentes y que integren el viejo conocimiento al nuevo (Eggen y Kauchak, 2001, p. 293).

Mediante preguntas, los docentes no sólo impulsan la participación de los alumnos, sino que también monitorean el progreso del aprendizaje, dándoles la oportunidad de adaptar sus representaciones si fuera necesario (Eggen y Kauchak, 2001, p. 293).

- ❖ **Predecir, observar y explicar (POE):** Es una “estrategia de enseñanza que permite conocer qué tanto comprenden los alumnos sobre un tema al

ponerlos ante tres tareas específicas: primero, el alumno debe predecir los resultados de algún experimento que se le presenta o que él mismo realiza, a la vez que debe justificar su predicción; después, debe observar lo que sucede y registrar sus observaciones detalladamente, y, finalmente, debe explicar el fenómeno observado y reconciliar cualquier conflicto entre su predicción y sus observaciones” (Hernández y López, 2011).

Se debe mencionar que es común utilizar el POE en actividades de tipo experimental, pero puede utilizarse en actividades diferentes tales como el análisis de una simulación, un modelo, un video, etc.; de hecho, gracias a su flexibilidad “puede adaptarse a eventos que no se observan directamente, lo que permite su uso en historia, literatura o matemáticas” (Chamizo, 1997).

Esta estrategia promueve el desarrollo de la autoexpresión y las habilidades de comunicación, y se puede utilizar en la enseñanza de conceptos (Özdemir *et al.*, 2011). Se utiliza de manera individual o colaborativa, y puede ayudar a los estudiantes a explorar y justificar sus propias ideas individuales, especialmente en la etapa relacionada con la predicción y el razonamiento (Kearney y Treagust, 2000).

Modelo

- ❖ **Modelo:** Es una representación, usualmente basada en analogías, que se construye contextualizando cierta parte del mundo, con un objetivo específico (Chamizo, 2013a).
- ❖ **Modelo mental:** Es un reflejo de la representación construida por nosotros para dar cuenta de una situación (Chamizo, 2013b).
- ❖ **Modelo material:** Modelos a los que se tiene acceso empíricamente y se han construido para comunicarse con otras personas, expresan a los modelos mentales y estos pueden ser: simbólicos, experimentales o icónicos (Chamizo, 2013b).

- ❖ **Modelo material simbólico:** Modelo que corresponde al lenguaje de las ciencias, como las Matemáticas y la Química. Se usa para describir con precisión la parte del mundo que se está modelando. Por ejemplo, para representar elementos, compuestos y reacciones químicas (Chamizo, 2013b).
- ❖ **Modelo material experimental:** Modelo que se utiliza para simular un aspecto particular del mundo. Por ejemplo, las ratas Sprague-Dawley usadas en una forma estandarizada en la investigación biomédica, usadas para modelar una enfermedad para probar la acción de posibles remedios futuros (Chamizo, 2013b).
- ❖ **Modelo material icónico:** Modelo que corresponde a una imagen, diagrama, simulación, animación, etc. (Chamizo, 2013b).
- ❖ **Modelo híbrido:** Modelo que resulta de transferir particularidades de un modelo a otro (Drechsler y Schmidt, 2005).

Modelo de Arrhenius de ácidos y bases.

- ❖ **Ácido:** Sustancia que contiene hidrógeno y se ioniza en disolución acuosa para producir iones hidrógeno (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ **Base:** Sustancia que contiene el grupo hidroxilo (OH) y se ioniza para producir el ion hidróxido (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ **Fuerza:** Capacidad de un ácido o una base para ionizarse en agua.
La diferencia de la fuerza de los ácidos y de las bases se interpreta según los diferentes grados de ionización. Se establece una clasificación absoluta de fuerza de ácidos y de bases (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002).
- ❖ **Ácido o base fuerte:** Ácido o base completamente ionizados en agua (De Vos y Pilot, 2001; Chang, 2007).
- ❖ **Ácido o base débil:** Ácido o base parcialmente ionizado en agua (De Vos y Pilot, 2001; Chang, 2007).

Modelo de Brønsted-Lowry de ácidos y bases.

- ❖ **Ácido:** Donador de protones (Drechsler y Schmidt, 2005).
- ❖ **Base:** Aceptor de protones (Drechsler y Schmidt, 2005).
- ❖ **Par conjugado ácido-base:** Un ácido y una base relacionados de tal manera que cuando un ácido dona un protón, se convierte en una base; por ejemplo, el ácido HA dona un protón, la base A^- permanece. O cuando una base de B^- acepta un protón, se forma el ácido HB (Drechsler y Schmidt, 2005).
- ❖ **Fuerza:** La fuerza de un ácido se mide por la mayor o menor tendencia a donar un protón, y la fuerza de una base por su mayor o menor tendencia a captarlo. Cuantitativamente se mediría por el grado en que los reaccionantes se convierten en productos, pero estas medidas son relativas y la única manera de comparar las fuerzas de dos ácidos es tomando como referencia una misma base, que será el agua para reacciones en disolución acuosa (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002). Es decir, en este modelo ácido-base, la fuerza tiene un significado relativo (De Vos y Pilot, 2001).

Concentración.

- ❖ **Concentración de una disolución:** Es la expresión cuantitativa de la cantidad de soluto presente en una cantidad dada de disolvente o de disolución (Brown *et al.*, 2004; G-3; Chang, 2007; Hein y Arena, 2001). Se puede expresar como Molaridad, Molalidad, Normalidad, Porcentaje (masa/volumen, masa/masa y volumen/volumen).

Otros.

- ❖ **Ion:** Es una especie con carga que consta de un único átomo o de un grupo de átomos. Generalmente se forma cuando un átomo neutro o un grupo de átomos unidos por enlace covalente, gana o pierde electrones (Petrucci *et al.*, 2011, p. A47).

- ❖ **Catión:** Ion con carga positiva (Brown *et al.*, 2004, G-2)
- ❖ **Anión:** Ion con carga negativa (Brown *et al.*, 2004, G-1)
- ❖ **Disociación:** Es el proceso por el cual los iones de una sal se separan al disolverse en el agua (Hein y Arena, 2001).
- ❖ **Ionización:** Es la formación de iones que ocurre como resultado de una reacción química de ciertas sustancias con el agua (Hein y Arena, 2001).
- ❖ **Electrolito:** Es una sustancia o soluto que genera iones al disolverse en agua, haciendo que la disolución acuosa sea un conductor eléctrico (Petrucci *et al.*, 2011; p. 152 y A44).
- ❖ **Indicador universal:** Es una mezcla de colorantes que, al estar en contacto con disoluciones acuosas ácidas, básicas o neutras, cambia de color (Rico *et al.*, 2006).

12. ANEXOS DE LA GUÍA DIDÁCTICA.

Esta sección se divide en dos partes:

La primera presenta el material para desarrollar los Trabajos Prácticos en el aula de clase como, por ejemplo, hojas de trabajo, rúbricas, imágenes, etc.

La segunda desarrolla con mayor profundidad ciertos tópicos que se consideraron relevantes y que pueden ser de utilidad para el lector, por ejemplo la descripción extensa de los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y Brønsted-Lowry, tipos de modelos, etc.

12. 1 PRIMERA PARTE

12. 1. 1 Material de apoyo para el TP “Modelos sin pasarela”

Se presentan otras imágenes que se pueden emplear para mostrar que los modelos están presentes en diversas disciplinas, además de Química.

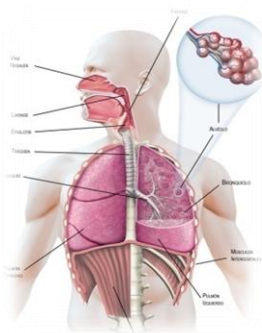


Figura 12.1 Sistema respiratorio.

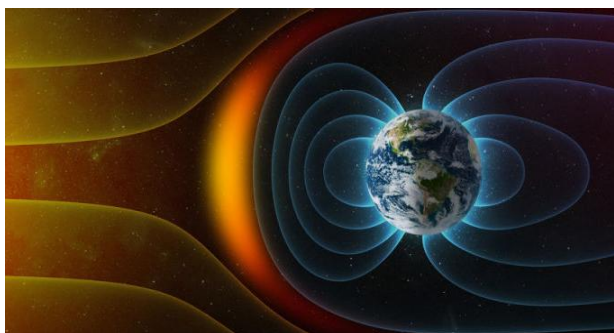


Figura 12.2 Campo magnético de la tierra.

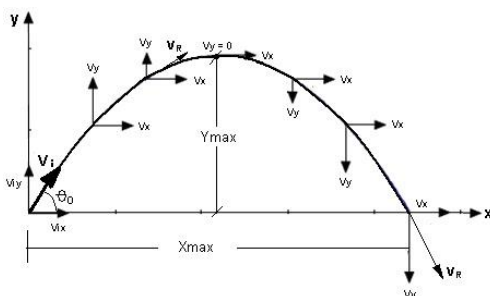


Figura 12.3 Fuerzas involucradas en un tiro parabólico.

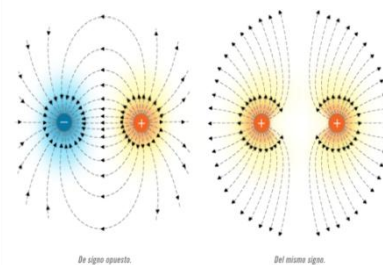


Figura 12.4 Interacción entre cargas.

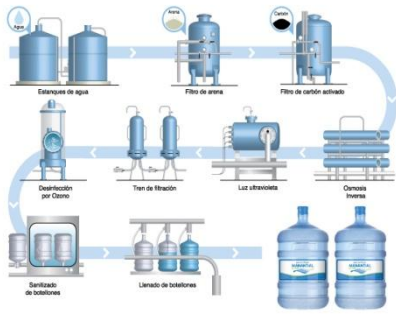


Figura 12.5 Proceso de purificación del agua

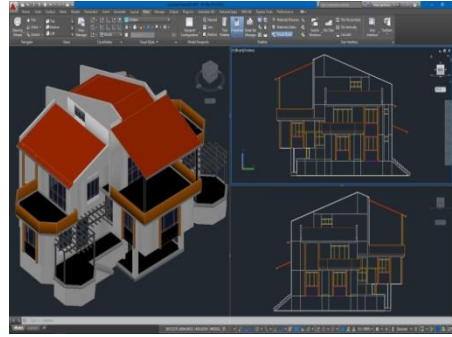


Figura 12.6 Diseño de planos de una casa

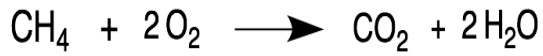


Figura 12.7 Ecuación química.

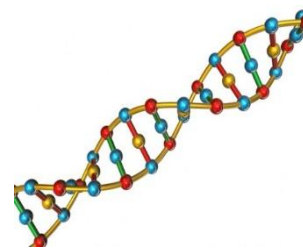


Figura 12.8 Estructura del ADN.

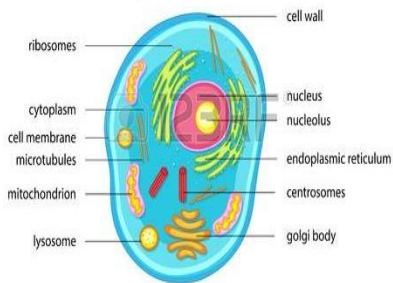


Figura 12.9 Célula.

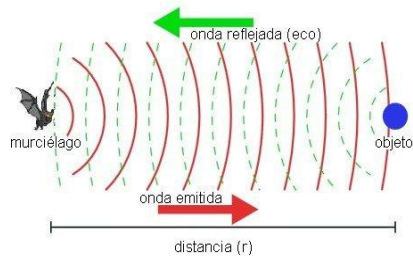


Figura 12.10 Proceso de ecolocalización.

$$F = ma$$

Figura 12.11 Ecuación para calcular la fuerza.

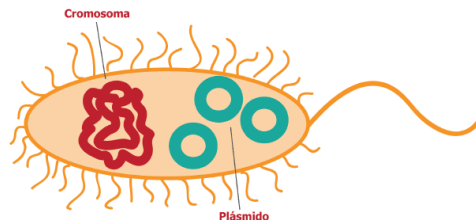


Figura 12.12 Bacteria con plásmido.

12.1.2 Material de apoyo para el TP “¿Fuerte o débil?”

Hoja de trabajo para los alumnos.

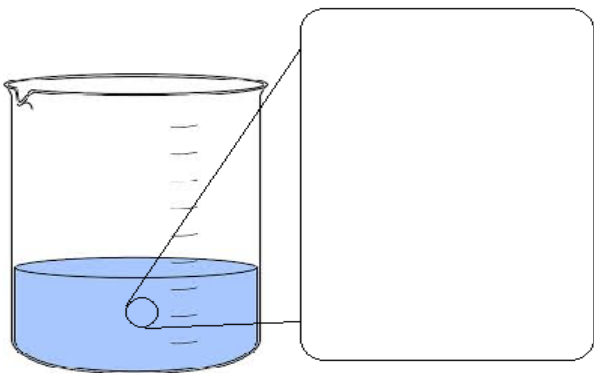
Nombre: _____

Grupo: _____

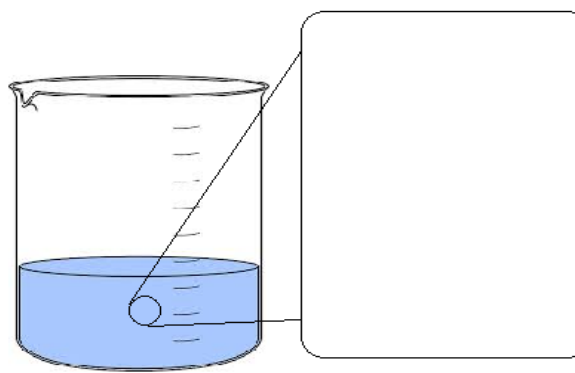
Equipo: _____

Instrucciones: Contesta detalladamente lo que se te pide.

- A. Con respecto a las disoluciones de los ácidos de Arrhenius HCl 1 M y CH₃COOH 1 M que se te muestran. Imagina que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones. Dibuja como verías las partículas tomando en cuenta que las disoluciones tienen la misma concentración. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.



Disolución de ácido clorhídrico 1 M:



Disolución de ácido acético 1 M:

- B.** Responde de manera individual. ¿Qué esperarías observar cuando se sumerjan los alambres del circuito eléctrico en cada disolución?
Explica tu respuesta

- C.** Observa lo que ocurre al sumergir los alambres del circuito eléctrico en cada disolución y anota tus observaciones.

Disolución de ácido clorhídrico 1 M:

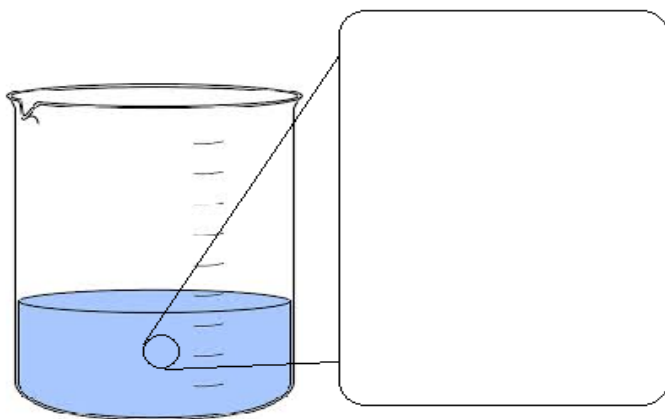
Disolución de ácido acético 1 M:

- D.** Con ayuda de tus compañeros de equipo explica el comportamiento de cada disolución. Si lo crees conveniente te puedes apoyar en los conceptos que has investigado en el transcurso de las clases:

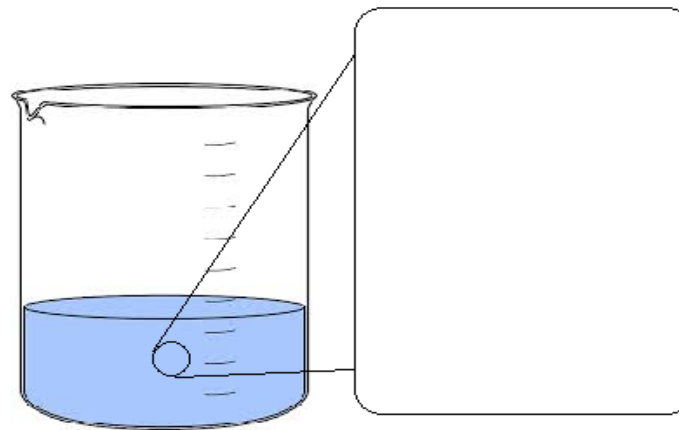
Disolución de ácido clorhídrico 1 M:

Disolución de ácido acético 1 M:

- E.** Compartan con el grupo sus explicaciones.
- F.** Imagina de nuevo que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones, dibuja como se verían las partículas; toma en cuenta tus observaciones y las explicaciones anteriores. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.

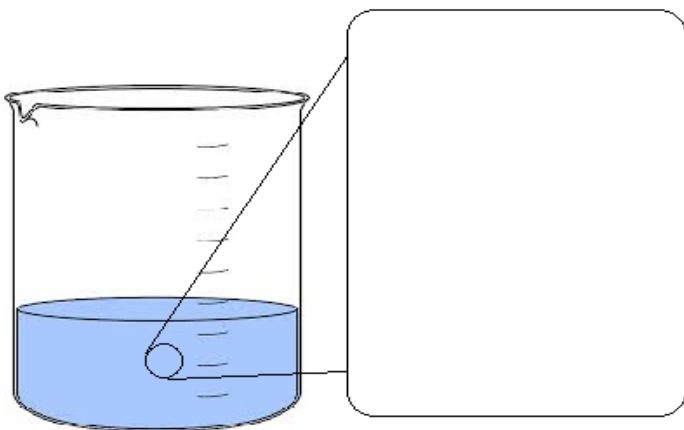


Disolución de ácido clorhídrico 1 M:

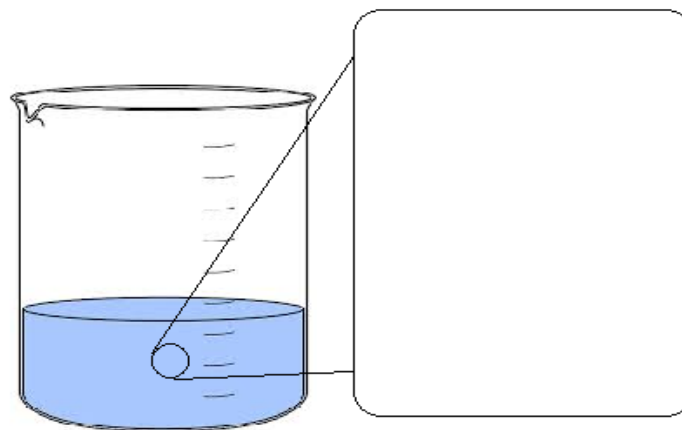


Disolución de ácido acético 1 M:

- G.** Con respecto a las bases de Arrhenius NaOH 1 M y Al(OH)_3 1 M, las cuales son consideradas como fuerte y débil respectivamente. Imagina que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones. Dibuja como verías sus partículas tomando en cuenta que las disoluciones tienen la misma concentración. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.



Disolución de hidroxido de sodio 1 M:



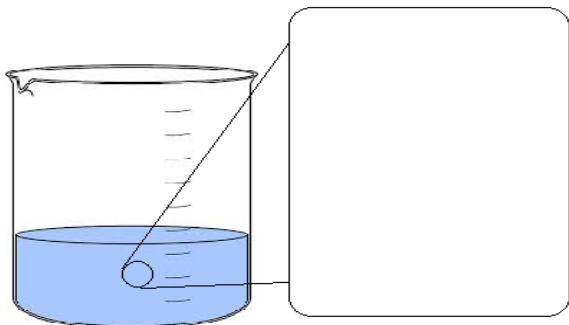
Disolución de hidroxido de aluminio 1 M:

12.1.3 Material de apoyo para el TP “¿Fuerte o concentrado?” Hoja de trabajo para los alumnos.

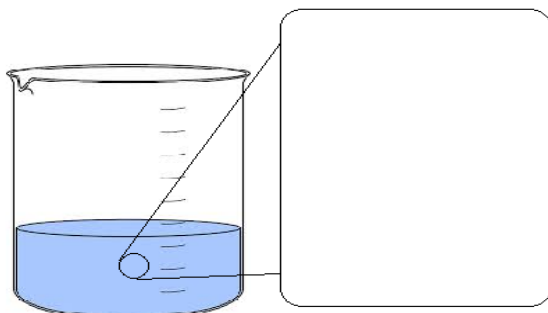
Nombre: _____ Grupo: _____ Equipo: _____

Instrucciones: Contesta detalladamente lo que se te pide.

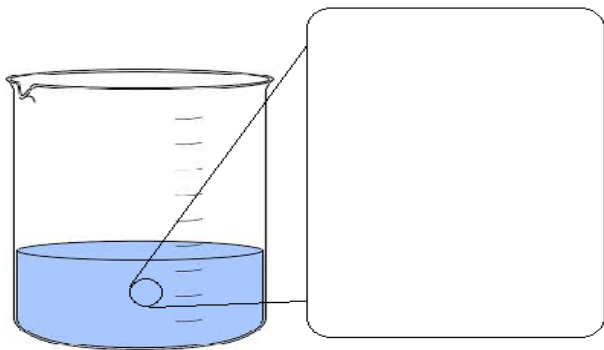
- A. Con respecto a las disoluciones acuosas de los ácidos de Arrhenius HCl 1 M, HCl 0.007 M, CH₃COOH 1 M y CH₃COOH 0.007 M; que se te muestran. Imagina que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones. Dibuja como verías las partículas tomando en cuenta que las disoluciones tienen diferente concentración. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.

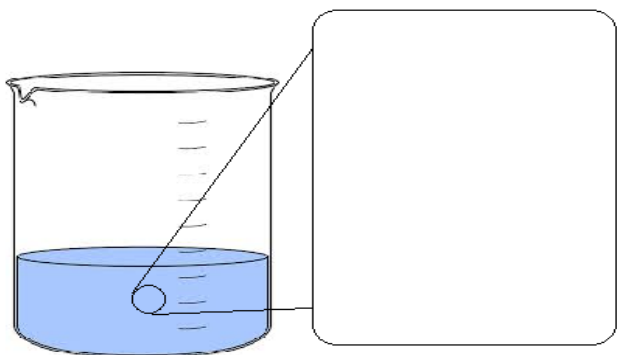


Ácido clorhídrico (HCl) 1 M



Ácido clorhídrico (HCl) 0.007 M

Ácido acético (CH_3COOH) 1 M

Ácido acético (CH_3COOH) 0.007 M

B. Responde de manera individual. ¿Qué esperarías observar cuando se sumerjan los alambres del circuito eléctrico en cada disolución? Justifica tus respuestas.

Disolución	Lo que espero que ocurra y el por que
Ácido clorhídrico 1 M	
Ácido clorhídrico 0.007 M	
Ácido acético 1 M	
Ácido acético 0.007 M	

C. Observa lo que ocurre al sumergir los alambres del circuito eléctrico en cada disolución y anota tus observaciones.

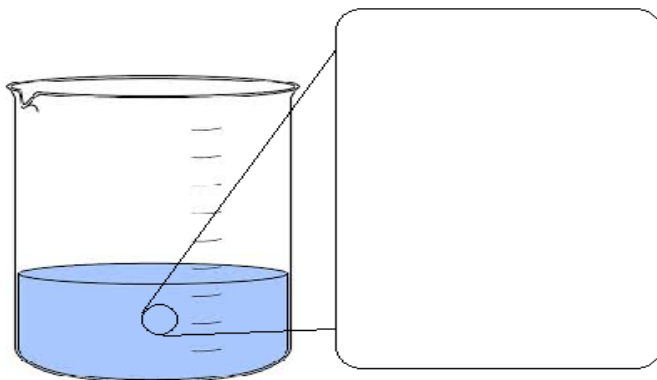
Disolución	Observaciones
Ácido clorhídrico 1 M	
Ácido clorhídrico 0.007 M	
Ácido acético 1 M	
Ácido acético 0.007 M	

D. ¿Tus predicciones concuerdan con lo que observaste? Con ayuda de tus compañeros de equipo explica el comportamiento de cada disolución. Si lo crees conveniente te puedes apoyar en los conceptos que has investigado en el transcurso de las clases:

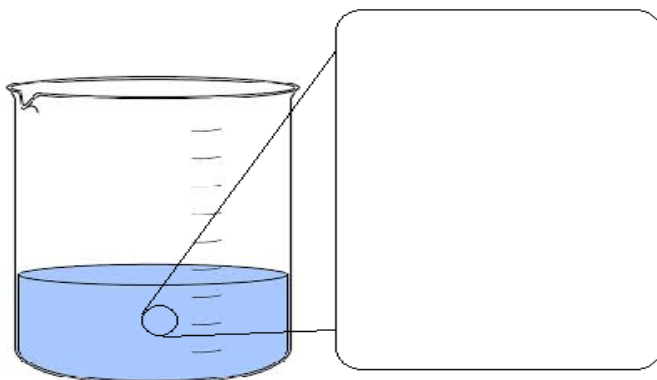
Disolución	Explicación
Ácido clorhídrico 1 M	
Ácido clorhídrico 0.007 M	
Ácido acético 1 M	
Ácido acético 0.007 M	

E. Compartan con el grupo sus explicaciones.

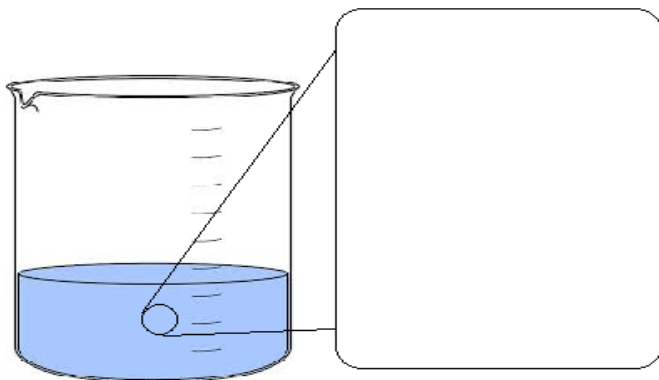
F. Imagina de nuevo que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones, dibuja como se verían las partículas de las disoluciones; toma en cuenta tus observaciones y las explicaciones anteriores. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.



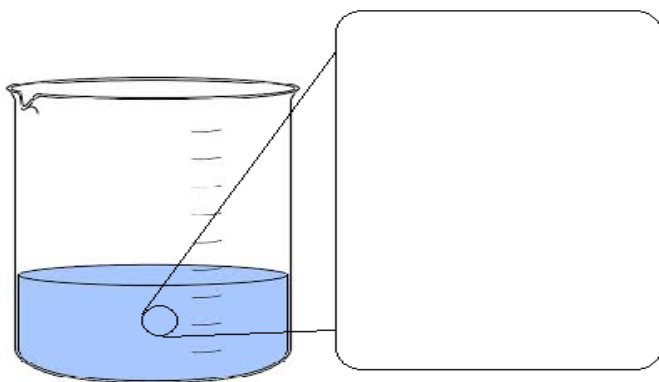
Ácido clorhídrico (HCl) 1 M



Ácido acético (CH_3COOH) 1 M

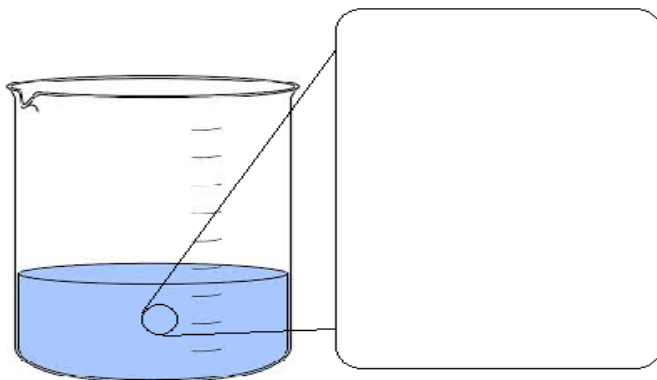


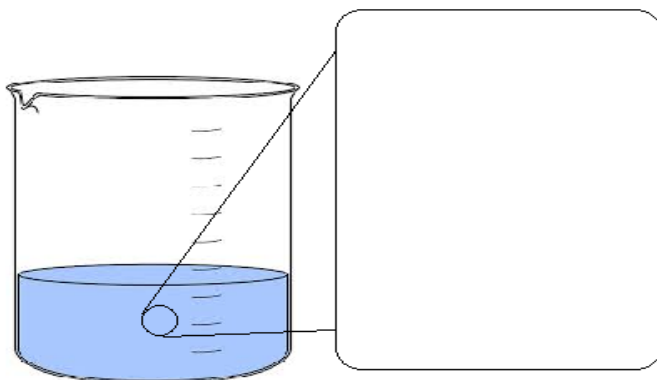
Ácido clorhídrico (HCl) 0.007 M

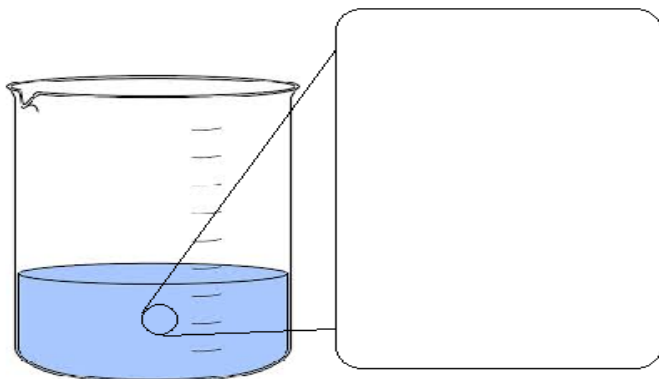


Ácido acético (CH₃COOH) 0.007 M

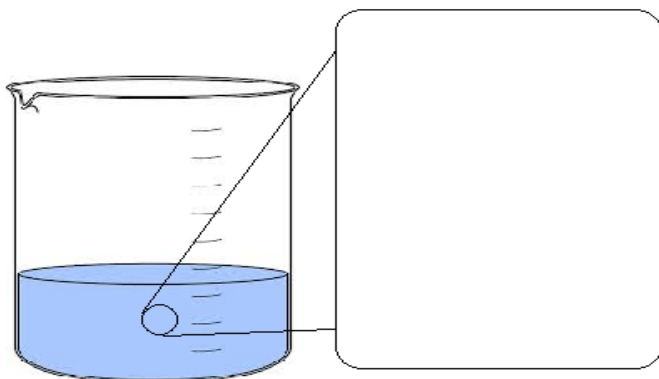
- G.** Con respecto a las bases de Arrhenius NaOH 1 M, NaOH 0.007 M, Al(OH)_3 1 M y Al(OH)_3 0.007 M las cuales son consideradas como fuerte (NaOH) y débil (Al(OH)_3). Imagina que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones. Dibuja como verías sus partículas tomando en cuenta que las disoluciones acuosas tienen diferente concentración. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas

Hidróxido de sodio (NaOH) 1 M

Hidróxido de aluminio (Al(OH)_3) 1 M



Hidróxido de sodio (NaOH) 0.007 M

Hidróxido de aluminio (Al(OH)₃) 0.007 M

12.1.4 Material de apoyo para el TP “¿Qué le está pasando al piso?”

Situación de apertura.

¿Qué le está pasando al piso?

Paco, un compañero del curso de Química, comentó durante la clase un problema que tiene su mamá, que lo ha dejado intrigado. Hace poco tiempo ella empezó a notar que el piso de mármol de la cocina se ha comenzado a deteriorar, y desconcertada le platicó a su hijo el problema.

Paco pensó que la mejor forma de resolver el problema era en colaboración con sus compañeros del curso, y les pidió que le ayudaran a saber ¿qué está pasando? y ¿qué debería hacer? Sus compañeros aceptaron ayudarlo y comenzaron por realizar preguntas acerca del problema en cuestión.

Información adicional.

Los productos que la señora del aseo recién contratada utiliza para lavar el piso, generalmente son jabón y agua, y en ocasiones también utiliza para quitar manchas, un limpiador cuya etiqueta dice ácido muriático y un limpiador llamado “Max Lee Mon”.

Cuando la señora utiliza el limpiador de ácido muriático o el limpiador “Max Lee Mon”, se pone sus guantes y vierte un poco sobre la mancha y deja reposar 10 minutos. Después enjuaga con agua.

Rúbrica para el desarrollo y evaluación de la propuesta experimental.

Características que se deben tomar en cuenta para el desarrollo y evaluación de la propuesta experimental.

Criterio a evaluar	Notable	Adecuado	Regular	Deficiente
Objetivo	Incluye el objetivo del experimento, el cual está de acuerdo con la finalidad del trabajo realizado. (Valor: 6 puntos)	Incluye el objetivo del experimento, relacionado con el tema. (Valor: 4 puntos)	Incluye un objetivo del experimento, sin relacionarlo con el propósito del trabajo realizado (Valor: 2 puntos)	No presenta el objetivo del experimento. (Valor: 0 puntos)
Hipótesis o pregunta de investigación	Presenta una o varias hipótesis o pregunta de investigación que se relacionan claramente con los fenómenos analizados; (Valor: 10 puntos)	Presenta una o varias hipótesis o pregunta de investigación que se relacionan en forma confusa con los fenómenos analizados. (Valor: 7 puntos)	Presenta una o varias hipótesis o pregunta de investigación sin relación con el fenómeno de estudio. (Valor: 4 puntos)	No presenta hipótesis ni pregunta de investigación. (Valor: 0 puntos)
Materiales, equipos y reactivos	Menciona correctamente todos los materiales, equipos y reactivos utilizadas en el desarrollo del experimento. (Valor: 8 puntos)	Menciona correctamente más de la mitad de todos los materiales, equipos y reactivos utilizadas en el desarrollo del experimento. (Valor: 6 puntos)	Menciona correctamente menos de la mitad de todos los materiales, equipos y reactivos utilizados. (Valor: 3 puntos)	No menciona los materiales, equipos y reactivos utilizados. (Valor: 0 puntos)
Procedimiento	Representa el procedimiento mediante un diagrama de flujo de la secuencia de pasos desarrollados. El diagrama sintetiza la información, es congruente y claro. (Valor: 20 puntos)	Representa el procedimiento mediante un diagrama de flujo. El diagrama sintetiza la información, pero no es totalmente congruente o claro. (Valor: 15 puntos)	Representa el procedimiento mediante un diagrama de flujo. El diagrama no sintetiza la información, ni es congruente, ni claro. (Valor: 10 puntos)	No representa el procedimiento. (Valor: 0 puntos)
Resultados	Los resultados obtenidos se organizan de manera adecuada utilizando tablas o cuadros. La tabla está completa. (Valor: 20 puntos)	Los resultados obtenidos se organizan de forma entendible utilizando tablas o cuadros. La tabla está completa. (Valor: 12 puntos)	Los resultados obtenidos se organizan de manera confusa. La tabla está incompleta. (Valor: 8 puntos)	No presentan los resultados. (Valor: 0 puntos)
Análisis de resultados	Con base en los resultados se contestan adecuadamente y en su totalidad las preguntas de evaluación. (Valor: 20 puntos)	Con base en los resultados se contesta adecuadamente más de la mitad de las preguntas de evaluación. (Valor: 12 puntos)	Con base en los resultados se contesta adecuadamente menos de la mitad de las preguntas de evaluación. (Valor: 8 puntos)	No se contestan las preguntas. (Valor: 0 puntos)

Conclusiones	Contrasta adecuadamente los resultados obtenidos con el objetivo a alcanzar. Valor: 12 puntos)	Contrasta parcialmente los resultados obtenidos con el objetivo a alcanzar. (Valor: 8 puntos)	No contraste los resultados obtenidos con el objetivo a alcanzar. (Valor: 4 puntos)	No presenta conclusiones (Valor: 0 puntos)
Uso de conceptos y lenguaje	En el análisis de resultados y en las conclusiones se utiliza un lenguaje científico y conceptos químicos característicos de la química ácido – base. (Valor: 10 puntos)	En el análisis de resultados y en las conclusiones se utiliza un lenguaje científico o conceptos químicos característicos de la química ácido – base. (Valor: 8 puntos)	En el análisis de resultados o en las conclusiones se utiliza un lenguaje científico o conceptos químicos característicos de la química ácido – base. (Valor: 6 puntos)	No se utiliza un lenguaje científico ni conceptos químicos característicos de la química ácido – base. (Valor: 0 puntos)
Redacción y Ortografía	La redacción es clara, existen menos de 5 errores ortográficos. (Valor: 6 puntos)	La redacción es entendible, existen más de 5 errores ortográficos. (Valor: 5 puntos)	La redacción es confusa, existen más de 5 errores ortográficos. (Valor: 3 puntos)	La redacción es pésima, existen más de 10 errores ortográficos. (Valor: 2 puntos)

Puntos totales equivalentes a la calificación de diez: **112 puntos**

Puntaje obtenido: _____ puntos

Calificación: _____

12.1.5 Material de apoyo para el TP “Arrhenius vs Brønsted-Lowry” Hojas de trabajo para los alumnos.

¿ÁCIDO O BASE?

Nombre: _____

Grupo: _____

Instrucciones: Realiza lo que se te pide. Es importante que lles a cabo la actividad conforme el orden que se especifica en esta hoja de trabajo.

Contesta la siguiente pregunta:

1. Un remedio casero para la acidez estomacal consiste en disolver una cucharada de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en un vaso de agua. ¿Por qué consideras que se utiliza este compuesto como antiácido? Justifica tu respuesta.

2. El profesor(a) les proporcionará un o dos indicadores ácido-base y una gradilla con diversas disoluciones rotuladas, de manera individual observa cada tubo y clasifica su contenido como ácido, base o neutro (también toma en cuenta la información sobre la disolución). Explica las razones por las cuales realizaron esa elección. Con esta información completa la Tabla 1.

Tabla 1.

Muestra	Clasificación (ácido, base o neutro)	Explicación por la cual lo clasifiqué así
Disolución de CH_3COOH		
Disolución de NaOH		
Disolución de NaHCO_3		
Disolución de NH_3		

3. Una vez que hayan completado la Tabla 1, en equipo observen el comportamiento que presentan las muestras cuando se les adiciona un indicador ácido-base. Para ello, adicionen dos o tres gotas de indicador a cada tubo y anoten sus observaciones en la Tabla 2 (pregunta a tu profesor por la relación de la coloración y el carácter ácido-base).

¿Coinciden sus clasificaciones iniciales con lo que observaron experimentalmente? Utilizando los conceptos de ácido y base que conoces expliquen el comportamiento que presentaron las muestras (¿por qué se comportan como ácido, base o neutro?), para sus explicaciones pueden apoyarse en los modelos ácido-base que conozcan, en representaciones a nivel submicroscópico, etc. Con esta información completa la Tabla 2.

Tabla 2.

Muestra	Mi clasificación (ácido, base o neutro)	Clasificación derivada de experimento (ácido, base o neutro)	Explicación
Disolución de CH_3COOH			
Disolución de NaOH			
Disolución de NaHCO_3			
Disolución de NH_3			

4. Después de haber realizado la actividad y de haber escuchado la información discutida por los compañeros y el profesor, de nueva cuenta explica ¿por qué un remedio casero para la acidez estomacal consiste en disolver una cucharada de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en un vaso de agua?

Cuadro comparativo entre el modelo ácido base de Arrhenius y de Brønsted-Lowry

Nombre: _____

Grupo: _____

Instrucciones: Completa el Cuadro 1, para ello realiza una investigación bibliográfica, toma en cuenta las actividades y explicaciones llevadas a cabo en las clases.

Cuadro 1. Comparación entre los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y de Brønsted-Lowry

	Modelo de ácidos y bases de Arrhenius	Modelo de ácidos y bases de Brønsted-Lowry
Año en que se propuso		
Concepto de ácido		
Concepto de base		
El papel del H ₂ O		
Alcances		
Limitaciones		
Concepto de fuerza de ácidos		
Concepto de fuerza de bases		
Al comparar ambos modelos ¿qué puedes concluir al respecto?		

Referencias consultadas:

12.1.6 Material de apoyo para el TP “Reporteros y editores” Situación de apertura (noticia).

El Comité Editorial de la nueva revista “*El informador de México*” está reunido para evaluar las noticias que saldrán en su próximo número, entre estas noticias está la siguiente:

A un año del gran derrame en Sonora

El Informador de México / *Francisca Barrios* / México, CDMX, a 26 de junio de 2015

El 6 de agosto del 2014, en el estado de Sonora, México, ocurrió el derrame de una sustancia en el río Sonora. Esta sustancia provenía de una mina situada en el Municipio de Cananea.



La mina es propiedad de Grupo México, una de las empresas más grandes de América Latina en el sector minero. La empresa inicialmente intentó ocultar el hecho y controlarlo ellos mismos, pero al ver la magnitud del problema dieron cuenta a las autoridades tiempo después.

Esta situación causó que las autoridades mexicanas estatales y federales criticaran al Grupo México, pues la sustancia derramada no sólo afectó al río Sonora sino también afectó a otros afluentes cercanos. Además, hicieron críticas sobre la causa que provocó el derrame, la cual se consideró como una negligencia que pudo evitarse por parte de la empresa.

Debido al considerable impacto que tuvo este derrame en cuanto al medio ambiente y a la población cercana, las autoridades sancionaron al Grupo México y se creó un subsidio para ayudar a subsanar los daños provocados.

Con respecto a la sustancia derramada, la empresa argumentó que la sustancia es esencial para la extracción del metal de su interés y que el derrame fue un incidente desafortunado. Reconoció que gran parte de las afectaciones se relacionaban con la sustancia derramada.

Los daños causados por este derrame han sido importantes, debido a que Sonora es uno de los estados con elevados índices de actividades productivas en el país, las cuales se vieron afectadas.

Francisca Barrios

Rúbrica para el desarrollo y evaluación de noticia.

Características que se sugiere tomar en cuenta para el desarrollo y evaluación de la noticia

Características a evaluar de la noticia	Notable	Adecuado	Regular	Deficiente
Integración de contenidos químicos	La noticia incorpora varios conceptos químicos y se utilizan para describir adecuadamente el fenómeno acontecido. (Valor: 30 puntos)	La noticia incorpora varios conceptos químicos, pero no se utilizan adecuadamente para describir el fenómeno acontecido. (Valor: 20 puntos)	La noticia incorpora varios conceptos químicos, pero no se utilizan para describir el fenómeno. (Valor: 10 puntos)	La noticia no incorpora conceptos químicos, ni se describe el fenómeno desde una perspectiva química. (Valor: 0 puntos)
Sectores consensuados con el grupo	La noticia incluye todos los sectores. (Valor: 30 puntos)	La noticia incluye por lo menos la mitad de los sectores. (Valor: 20 puntos)	La noticia incluye menos de la mitad de los sectores. (Valor: 10 puntos)	La noticia no incluye sectores. (Valor: 0 puntos)
Relevancia de la descripción del fenómeno acontecido	La noticia resalta y explica su importancia para la sociedad, incluso menciona y explica ejemplos. (Valor: 20 puntos)	La noticia resalta y explica su importancia para la sociedad, incluso menciona ejemplos sin explicarlos. (Valor: 15 puntos)	La noticia resalta su importancia para la sociedad, pero no lo explica ni da ejemplos. (Valor: 10 puntos)	La noticia no resalta su importancia para la sociedad, ni lo explica. (Valor: 0 puntos)
Presentación	La redacción de la noticia es clara, posee menos de 5 errores ortográficos y tiene por lo menos 5 referencias bibliográficas. (Valor: 20 puntos)	La redacción de la noticia es entendible, posee más de 5 errores ortográficos y tiene por lo menos 3 referencias bibliográficas. (Valor: 15 puntos)	La redacción de la noticia es confusa, posee numerosos errores ortográficos y tiene mínimo una referencia bibliográfica. (Valor: 10 puntos)	La redacción de la noticia es pésima, posee numerosos errores ortográficos y no tiene referencias bibliográficas. (Valor: 0 puntos)

Puntos totales equivalentes a la calificación de diez: **100 puntos**

Puntaje obtenido: _____ puntos

Calificación: _____

12. 2 SEGUNDA PARTE

12. 2.1 Modelos

La enseñanza y el aprendizaje de la Química constituyen un reto tanto para el profesor como para el alumno, pues “la comprensión de la Química se basa en dar sentido a lo invisible e intocable. Y gran parte de lo que es la Química sale de un nivel molecular, que no es accesible a la percepción directa (Kaberman y Yehudit, 2009)”. De tal manera, que la Química en general explica diversos fenómenos macroscópicos apoyándose en el uso de una variedad de modelos.

Lo anterior es de suma importancia en la enseñanza de la Química pues en este campo de conocimiento, la trascendencia de los modelos es tal que se ha dicho que los modelos constituyen la “forma de pensamiento dominante” en la Química (Guerra *et al.*, 2008; Chamizo, 2013a).

Tomando en cuenta la importancia que representan los modelos en el ámbito de la Química, se considera de suma relevancia que los estudiantes se familiaricen con el concepto de modelo, que reconozcan su papel esencial en el estudio del mundo que nos rodea, que reconozcan que estos tienen diversos alcances pero a su vez también poseen limitaciones. Pues, la comprensión del concepto y de algunas características de los modelos puede ayudar en la enseñanza-aprendizaje de la Química.

En este punto es importante mencionar que en el contexto de la enseñanza-aprendizaje de la Química, en general no se hace énfasis en el significado y la relación de los modelos con los fenómenos y/o sistemas que representan o explican, lo que ha generado que estos queden casi invisibles para algunos los estudiantes, libros de texto e incluso profesores.

De tal forma, que el desconocimiento del papel que juegan los modelos en la Química ha causado diversas dificultades tales como ideas en los estudiantes acerca de que los modelos estudiados son absolutos, que representan la verdad revelada, llegan a pensar que ciertos modelos icónicos y simbólicos son “reales”, y se tienden a materializarlos, etc. Además, otra dificultad que es muy recurrente es que los estudiantes no entienden por qué se tiene que usar uno u otro modelo en el estudio de un tema particular. Lo cual se relaciona según Demerouti y

colaboradores (2005) con el hecho de que el salón de clases y en el libro de texto, los modelos han sido presentados a los alumnos como versiones finales en lugar de representaciones tentativas.

Se debe señalar que, la palabra "modelo" ha llegado a significar diferentes cosas en las ciencias (Hacking, 1996; 245). Por lo que, en los siguientes párrafos se describirán algunos de los significados atribuidos a la palabra modelo. Posteriormente se profundizará en el concepto de modelo que se adoptó en esta Guía Didáctica, que corresponde al descrito por Antonio Chamizo.

Guerra y colaboradores (2008) consideran a los modelos como constructos culturales que la ciencia ha ideado para dar sentido a los fenómenos de la naturaleza. Son potentes ya que explican muchos hechos diferentes.

Drechsler y Schmidt (2005) describen que los modelos vinculan las teorías con los fenómenos, son parte de las teorías que los científicos desarrollan para explicar los fenómenos que se pueden observar.

Para Hacking (1996) los modelos son intermediarios, extraen algunos aspectos de los fenómenos reales y los conectan, por medio de estructuras matemáticas simplificadoras, a las teorías que gobiernan los fenómenos (pp 246).

Para Chamizo (2013a) un modelo es una representación, usualmente basada en analogías, que se construyen contextualizando cierta parte del mundo, con un objetivo específico. Donde las representaciones son esencialmente ideas, pero no necesariamente ya que pueden ser también objetos materiales, fenómenos o sistemas. Además, describe que una analogía se compone de las características o propiedades que sabemos que son similares en el modelo y en el mundo. De forma tal que, un modelo se construye contextualizando cierta porción del mundo, y se refiere a un tiempo históricamente definido, colocado en un marco de representación. Este autor hace énfasis en el hecho de que los modelos representan una porción de mundo, lo que remarca su naturaleza limitada.

Además, Chamizo (2013b) describe que hay dos tipos de modelos: mentales y materiales. Los modelos mentales son un reflejo de la representación construida por nosotros para dar cuenta de una situación. Mientras que los modelos materiales son aquellos a los que se tiene acceso empíricamente y se han

construido para comunicarse con otras personas, expresan a los modelos mentales y estos pueden ser: simbólicos, experimentales o icónicos.

- ❖ Los modelos materiales simbólicos son los que corresponden al lenguaje de las ciencias, como las Matemáticas y la Química. Se usan para describir con precisión la parte del mundo que se está modelando. Por ejemplo, los usados para representar elementos, compuestos y reacciones químicas.
- ❖ Los modelos materiales experimentales son aquellos que se utilizan para simular un aspecto particular del mundo. Como las ratas Sprague-Dawley usadas en una forma estandarizada en la investigación biomédica o modelando una enfermedad para probar la acción de posibles remedios futuros.
- ❖ Los modelos materiales icónicos corresponden a imágenes, diagramas, maquetas, simulaciones, animaciones, etc.

Se debe que remarcar que en la enseñanza-aprendizaje de la Química en la EMS se utilizan los tres tipos de modelos materiales, principalmente se usan los simbólicos e icónicos; ya que estos permiten profundizar en el estudio de diversos fenómenos macroscópicos.

Por otra parte, es relevante reconocer que en el estudio del tema de ácidos y bases existen diversas dificultades que se relacionan con el concepto de modelo, tales como la interpretación de que lo descrito en el modelo ácidos y bases Arrhenius o en el de Brønsted–Lowry es la una verdad revelada, se ignoran las limitaciones y las ventajas que ofrecen ambos modelos. Por lo cual, muchos estudiantes no llegan a comprender por qué en cierto punto de los cursos se introducen modelos nuevos; como en el caso de la introducción del modelo de Brønsted–Lowry después del estudio del modelo de ácidos y bases de Arrhenius. O que los estudiantes no comprendan las razones por las que se utiliza uno u otro de estos dos modelos en ciertas situaciones.

Por ello, es relevante reflexionar con los estudiantes sobre el significado y algunas de las características (principalmente limitaciones y alcances) de los modelos utilizados en Química. Para que de esta manera se den cuenta de la necesidad

que existe en ciertas situaciones de utilizar por ejemplo, el modelo de Brønsted–Lowry en vez del de Arrhenius.

Pero para que esto sea posible, es necesario que los profesores y los autores de los libros de texto proporcionen a los estudiantes descripciones claras de los modelos que se utilizan para explicar las propiedades de los ácidos y las bases. Se debe ayudar a los estudiantes a entender por qué en un momento determinado del curso se introduce el modelo de Brønsted y cómo este modelo se diferencia del que se había usado antes (Drechsler y Schmidt, 2005).

Para los fines de esta Guía Didáctica, es de vital importancia que los estudiantes comprendan de forma clara en qué consisten el modelo de ácidos y bases de Arrhenius, y el de Brønsted–Lowry; ya que, el concepto de fuerza de ácidos y bases es diferente en cada uno de ellos.

Además, también es muy importante abordar el modelo de Arrhenius en primera instancia de para así poder facilitar la transición al estudio del modelo de Brønsted–Lowry, ya que en México en el nivel de educación secundaria los estudiantes abordan por primera vez la temática de ácidos y bases. De manera específica, es en tercer grado de secundaria, en la asignatura de Ciencias III (con énfasis en Química), en el Bloque IV. “La formación de nuevos materiales”, en el cual se realiza un acercamiento significativo con la temática, abordándose fundamentalmente el modelo de Arrhenius (SEP, 2013). Y es relevante tomar en cuenta este antecedente pues, es un hecho inevitable que los alumnos al egresar de secundaria han sido expuestos a una aproximación adecuada o inadecuada al modelo de Arrhenius, y esto de alguna forma determina su entendimiento inicial sobre la Química ácido-base, lo que puede influir en la comprensión de otros modelos subsecuentes.

Hawkes (1992) expresa que la presentación tradicional del modelo de Arrhenius antes del modelo de Brønsted–Lowry confunde a los estudiantes, por lo que recomienda abordar primero el de Brønsted–Lowry, debido a que es más simple y posteriormente mencionar el de Arrhenius como un mero dato histórico.

Sin embargo, en esta Guía Didáctica se consideró importante retomar lo que los estudiantes ya sabían y partir desde conceptos vinculados al modelo de Arrhenius,

antes de pretender abordar los correspondientes al modelo de Brønsted-Lowry a nivel bachillerato. Esto debido a que es común que en diversos planes y programas de estudio (como los de CCH, ENP, CB) de EMS, en México, se aborde la Química ácido-base utilizando ambos modelos, lo que puede generar dificultades principalmente cuando los estudiantes de bachillerato llegan con ideas difusas acerca del modelo de Arrhenius; esto puede obstaculizar que se estudie de manera adecuada el modelo de Brønsted-Lowry y conceptos relacionados (en este caso, principalmente el concepto de fuerza).

Entre estas dificultades se puede mencionar que los alumnos no son conscientes de las razones por las que se utiliza un modelo u otro, y tienen poco definidos los conceptos vinculados a cada uno de ellos e incluso llegan a manifestar modelos híbridos al respecto, entendiendo por modelo híbrido al resultado de transferir particularidades de un modelo a otro (Drechsler y Schmidt, 2005). Un ejemplo de esto se puede observar en la Tabla 1, cuya información se retomó de una investigación realizada por Peña y Caamaño (2002); en esta tabla se puede observar como estudiantes de bachillerato elaboran modelos híbridos ácido-base al mezclar términos y expresiones de un modelo a otro.

Tabla 12. Mezcla de términos que utilizan los alumnos en cada modelo ácido-base

	Términos de Brønsted-Lowry en Arrhenius	Términos de Arrhenius en Brønsted-Lowry
Ácidos	Tiene protones Se obtienen iones H_3O^+ Se obtienen protones H_3O^+ Cede protones Capta iones OH^-	Tiene iones H^+ Se obtienen iones H^+ Capta iones OH^-
Bases	Capta H^+ Capta protones	Se obtienen iones OH^- Cede iones OH^- Capta iones H^+

Con respecto a esto, Caamaño (2003) describe que en ocasiones los libros de texto y el profesorado también manifiestan modelos híbridos y que, en general, los estudiantes elaboran modelos híbridos incluso cuando los diferentes modelos son presentados de manera separada.

Para tratar de minimizar este tipo de dificultades, en la propuesta que se presenta en esta Guía Didáctica se privilegió el modelo de Arrhenius y conceptos relacionados, ya que se consideró que su adecuado entendimiento puede facilitarle a los alumnos la comprensión de las razones por las cuales se realiza un cambio de modelo durante el desarrollo del curso, y de esta manera fomentar el entendimiento del por qué es necesario usar el modelo de Brønsted-Lowry. Se consideró importante retomar lo que el estudiante aprendió en secundaria para ayudarlo a comprender las características, las diferencias, las ventajas, las desventajas, etc., inherentes entre ambos modelos ácido-base; lo cual, a la larga se espera que lo ayude a diferenciarlos adecuadamente y superar el modelo de Arrhenius de manera consciente.

Aunado a lo anterior, es necesario tomar en cuenta que la existencia de modelos híbridos en el pensamiento de los estudiantes debe hacer reflexionar sobre la necesidad de mejorar la forma en que se aborda la enseñanza de los modelos (Caamaño, 2003), ya que una adecuada comprensión del concepto de modelo puede favorecer el entendimiento de sus características y diferencias, la existencia de diferentes modelos sobre un tópico particular, los problemas y el contexto que dio origen a un modelo particular y que dan cuenta del constante cambio que sufre la ciencia a lo largo del tiempo.

Esto se menciona ya que, en general los estudiantes acceden al bachillerato con una idea poco definida o nula de lo que es un modelo, pues no es común que los libros de texto y/o los profesores lo mencionen y debido a la relevancia que representa este concepto, dentro de la propuesta se decidió diseñar un trabajo práctico al respecto.

12.2.2 Modelos ácido-base en la Educación Media Superior

Para el estudio de la Química ácido-base en la EMS generalmente se utilizan los modelos de ácidos y bases de Arrhenius y/o de Brønsted–Lowry, pues estos forman parte de los planes y programas de instituciones como la ENP, CCH, CB y escuelas incorporadas.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, se consideró relevante describir de forma detallada ambos modelos, resaltando que ambos al haber sido descritos en contextos diferentes es razonable pensar en que sus conceptos relacionados como ácido, base, reacción entre un ácido y una base, fuerza, etc., difieren de un modelo a otro; por lo cual, no son equivalentes.

Además, se consideró necesario que para poder abordar el concepto de fuerza de ácidos y bases, primero se deben describir los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry, para comprenderlo de manera adecuada.

A continuación se describen algunas de las características principales de cada modelo.

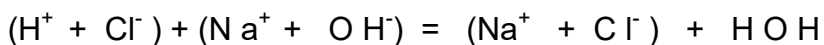
12.2.3 El modelo de ácidos y bases de Arrhenius

Después de la aceptación de la teoría atómico-molecular a finales del siglo XIX, en 1884, Arrhenius presentó su tesis doctoral, la cual comprendió dos partes. La primera, trató de la interpretación de la conductividad en electrolitos diluidos; y la segunda, describía la teoría de los electrolitos (Furió-Más *et al.*, 2005). Su teoría sobre la disociación electrolítica, galardonada en 1903 con el Premio Nobel, sugiere que cuando se disuelve un ácido, una base o una sal en agua, ésta se divide o se disocia espontáneamente en iones positivos y negativos (Demerouti *et al.*, 2005); mediante esto, Arrhenius relacionó el carácter ácido con los iones hidrógeno libres (H^+) y, el carácter básico con los iones hidróxido (OH^-) (De Manuel *et al.*, 1988). Así, Arrhenius dió una explicación del comportamiento de los ácidos y las bases en disoluciones acuosas, y del proceso de neutralización. De forma más detallada, desde la perspectiva de este modelo se describe que:

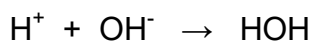
- ❖ Un ácido es una sustancia que contiene hidrógeno y se ioniza en disolución acuosa para producir iones hidrógeno, y una base es una sustancia que

contiene el grupo hidroxilo (OH), que se ioniza para producir el ion hidróxido (De Vos y Pilot, 2001).

- ❖ La reacción entre un ácido y una base forma agua y (como subproducto) una sal (De Vos y Pilot, 2001; Drechsler y Schmidt, 2005), a esta combinación de iones hidrógeno de un ácido con iones hidróxido de una base se le denomina neutralización (Furió-Más et al., 2005). Así, la reacción de neutralización de un ácido fuerte con una base fuerte, por ejemplo, HCl con NaOH, se puede expresar por la siguiente ecuación según Arrhenius (1903):

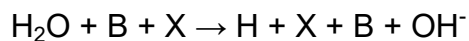


o de manera simplificada



En palabras de Arrhenius, esta ecuación es equivalente a la formación de agua a partir de sus dos iones H^+ , y OH^- , y es independiente de la naturaleza del ácido fuerte y la base fuerte (Arrhenius, 1903).

- ❖ A través del concepto de hidrólisis se puede explicar que las disoluciones de sales no siempre son neutras (De Vos y Pilot, 2001). De tal forma que, las propiedades ácidas o básicas de disoluciones acuosas de sales, tales como Na_2CO_3 , NH_4Cl , Na_2S , KCN , entre otras (que carecen de iones H^+ o OH^- en su composición), se explicaron mediante la introducción del concepto de hidrólisis como una reacción entre estas sustancias y agua. De modo que el agua disuelve y ioniza la sal de un ácido débil, o de una base débil. Además, el agua interviene como un reactivo, provocando su descomposición en función de (Furió-Más et al., 2005) :



- ❖ Las sustancias anfóteras se explican ya que pueden comportarse bien como un ácido (liberando H^+) o como una base (liberando OH^-). De esta forma, las características básicas de disoluciones acuosas de los óxidos de calcio y de sodio se explican por la producción de iones OH^- , que provocan la disociación de los hidróxidos correspondientes que las forman. De la misma manera, el comportamiento básico de la disolución de NH_3 gaseoso se explica por la

formación de hidróxido de amonio y su disociación en agua (Furió-Más *et al.*, 2005).

- ❖ En el contexto de Arrhenius, el agua, aparte de ser el disolvente, forma iones H^+ y iones OH^- (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ La diferencia de la fuerza de los ácidos y de las bases se interpreta según los diferentes grados de ionización. Se establece una clasificación absoluta de fuerza de ácidos y de bases (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002). De forma tal que, se hace una distinción entre ácidos fuertes (completamente ionizados en agua) y ácidos débiles (parcialmente ionizado en agua) (De Vos y Pilot, 2001).

El modelo de Arrhenius dio al tema de ácidos y bases una nueva dimensión teórica, al describir conceptos como ácido, base, neutralización, hidrólisis, etc., a un nivel macroscópico, submicroscópico y simbólico. En su momento este modelo explicó problemas tales como el comportamiento anfotérico de algunos hidróxidos particulares como el $Al(OH)_3$ y, mediante la introducción del concepto de hidrólisis, explicó las propiedades ácidas o básicas de disoluciones acuosas de sales, tales como Na_2CO_3 . Como todo modelo, éste posee diversos problemas o limitaciones, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

Usando el modelo de Arrhenius, las bases se limitan a las sustancias que contienen grupos OH (Drechsler y Schmidt, 2005).

- ❖ Otra limitación es la imposibilidad de aceptar, desde un punto de vista energético, la existencia de iones hidrógeno libres en disoluciones acuosas. El tamaño pequeño del ión H^+ le da una carga de alta densidad. Si esta pequeña partícula se coloca en agua, sólo puede existir si se asocia con moléculas de agua como un protón hidratado, en forma de iones tales como H_3O^+ , $H_9O_4^+$ (Córdova, 1989; Furió-Más *et al.*, 2005) o más complejos tales como $H^+ \cdot (H_2O)_{21}$ (Furió-Más *et al.*, 2005).
- ❖ El modelo de Arrhenius está limitado al agua como disolvente (Drechsler y Schmidt, 2005).

- ❖ Hay sustancias que no tienen OH^- en su composición y se comportan como bases. Algunas de estas sustancias producen el vire básico de indicadores, pero no producen iones OH^- , sino otros iones como $(\text{CH}_3\text{O})^-$, si el disolvente es metanol (CH_3OH); o bien iones $(\text{NH}_2)^-$, si el disolvente es amoníaco líquido (Córdova, 1989).
- ❖ Otro problema es el uso de los términos neutro y de neutralización. En el contexto de Arrhenius, una disolución puede ser ácida, básica o neutra. En el último caso el $\text{pH} = 7$ (a temperatura ambiente) (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ Este modelo sólo es válido para neutralizaciones que se producen en medio acuoso, porque se refiere a iones H^+ y OH^- , que constituyen el agua. Cuando el proceso de neutralización ocurre en fase gaseosa o entre óxidos a una temperatura elevada, esta teoría no puede explicar este proceso (Furió-Más *et al.*, 2005).
- ❖ Se podría interpretar que una reacción entre cantidades equivalentes de un ácido y una base, debe siempre resultar en una disolución neutra. Esto, sin embargo, no siempre es cierto. Si cantidades equivalentes de un ácido débil de Arrhenius, por ejemplo, como ácido acético, reacciona con una base fuerte de Arrhenius, como hidróxido de sodio, la disolución resultante será básica (Drechsler y Schmidt, 2005).

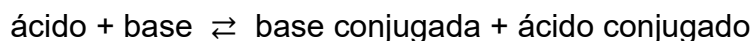
A pesar de sus limitaciones, el modelo de Arrhenius ha sido el más empleado (Córdova, 1989), aún cuando el de Brønsted - Lowry posee mayor poder explicativo.

12.2.4 El modelo de ácidos y bases de Brønsted-Lowry

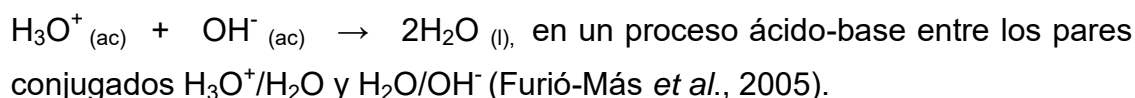
En 1923, el químico danés Johannes Nicolaus Brønsted y el inglés Thomas Martin Lowry (Demerouti *et al.*, 2005), sugirieron independientemente una nueva teoría que explicó los conceptos de ácido, base y reacción ácido-base, basándose en el papel del ion hidrógeno en los sistemas ácido-base. A partir de estas

contribuciones se construyó el modelo que actualmente lleva el nombre de ambos científicos. Este modelo describe los ácidos y las bases de la siguiente forma:

- ❖ Brønsted y Lowry definen a los ácidos y a las bases, a nivel partícula, como donadores de protones y aceptores de protones, respectivamente (Drechsler y Schmidt, 2005).
- ❖ Una importante contribución proveniente de Lowry tiene que ver con el estado de los iones de hidrógeno en disolución, los cuales Brønsted representa con H^+ ; mientras que Lowry, en su artículo sugiere el ion hidronio (H_3O^+) que es el que se utiliza comúnmente en la actualidad (Demerouti *et al.*, 2005).
- ❖ Cuando un ácido dona un protón se convierte en una base. Por ejemplo, el ácido HA dona un protón, la base A^- permanece. Si la base de B^- acepta un protón, el ácido HB se forma. Un ácido y una base relacionados de esta manera se dice que son un par conjugado ácido-base (Drechsler y Schmidt, 2005).
- ❖ Una reacción ácido-base se describe como la transferencia reversible de un sólo protón de un ácido a la base. De esta manera, cada reacción ácido-base conduce a un equilibrio y, en consecuencia, el ácido, la base y los pares conjugados están siempre presentes en la disolución (De Vos y Pilot, 2001). Lo anterior se representa como:



- ❖ No hay formación de sales, pues cuando un ácido reacciona con una base, una base conjugada y un ácido conjugado se producen (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ Los conceptos de ácido y base de Brønsted-Lowry no se limitan al agua como disolvente (Drechsler y Schmidt, 2005) pues son aplicables, en general, a las reacciones ácido-base en cualquier disolvente (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ En resumen, todas las neutralizaciones ácido-base en disolución acuosa se pueden expresar con una sola ecuación:



- ❖ En este modelo, la hidrólisis es un concepto superfluo, ya que las desviaciones de $\text{pH} = 7$ en disoluciones salinas fácilmente se puede explicar en términos de acidez o basicidad de iones de la sal (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ Los procesos de neutralización e hidrólisis se consideran reacciones ácido-base de transferencias de protones (Furió-Más *et al.*, 2005).
- ❖ La fuerza de un ácido se mide por la mayor o menor tendencia a donar un protón, y la fuerza de una base por su mayor o menor tendencia a captarlo. Cuantitativamente se mediría por el grado en que los reaccionantes se convierten en productos, pero estas medidas son relativas y la única manera de comparar las fuerzas de dos ácidos es tomando como referencia una misma base, que será el agua para reacciones en disolución acuosa (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002). Es decir, en este modelo ácido-base, la fuerza tiene un significado relativo (De Vos y Pilot, 2001).

Como se puede observar, Brønsted y Lowry plantearon una forma diferente de concebir los ácidos y las bases, por lo cual el modelo de Brønsted-Lowry es un modelo completamente diferente al de Arrhenius. Una diferencia esencial con el modelo de Arrhenius, es que los ácidos y las bases ya no se definen en términos de sustancias sino en términos de partículas (De Vos y Pilot, 2001).

Este modelo tiene un mayor poder explicativo, ya que responde a muchos de los problemas con los que el modelo de Arrhenius se complica explicar. Por ejemplo, los conceptos de ácido y base no se limitan al agua como disolvente, pues explica el comportamiento anfotérico para sustancias diferentes a ciertos hidróxidos; considera que los procesos de neutralización e hidrólisis son reacciones ácido-base y no procesos diferentes, como en el modelo de Arrhenius.

El modelo de Brønsted-Lowry, al plantear la idea de par conjugado ácido-base, establece una conexión relativa de las propiedades ácidas y básicas. También, proporciona una explicación para la acción amortiguadora y el efecto de ion común, y establece que un ion particular podría actuar como un ácido hacia un reactivo y como base hacia otro. Por lo tanto, amplía el alcance de los sistemas ácido-base (Demerouti *et al.*, 2005).

Pero, al igual que el modelo de Arrhenius, el modelo de Brønsted-Lowry posee ciertas limitaciones, algunas de las cuales se mencionan a continuación:

- ❖ El modelo funciona muy bien en todos los disolventes próticos (agua, amoníaco, ácido acético, etc.), pero no explica el comportamiento ácido-base en disolventes no próticos (Demerouti *et al.*, 2005).
- ❖ El carácter general de los conceptos involucrados provoca una brecha, especialmente cuando se relacionan con situaciones de la vida cotidiana y con el lenguaje cotidiano, como ácidos y bases conjugados. (De Vos y Pilot, 2001).
- ❖ No explica el proceso de las reacciones que ocurren entre óxidos a altas temperaturas (Furió-Más *et al.*, 2005).
- ❖ No explica las reacciones orgánicas e inorgánicas que forman complejos de coordinación (Furió-Más *et al.*, 2005).

Lo anterior hace evidente las diferencias entre ambos modelos, así como la importancia de que los estudiantes comprendan de forma clara en qué consiste fundamentalmente cada uno de ellos, ya que el concepto de fuerza de ácidos y bases es diferente en cada uno de estos modelos (absoluta en Arrhenius y relativa en Brønsted-Lowry).

12.2.5 Constructivismo

El constructivismo es una postura sobre la enseñanza-aprendizaje que guía las prácticas instruccionales de muchos docentes (Uzuntiryaki *et al.*, 2010; Díaz-Barriga y Hernández, 1999; Porlán *et al.*, 1995).

Según Serrano (2011), dentro del constructivismo el conocimiento se concibe como un proceso de construcción genuina del sujeto y no un despliegue de conocimientos innatos, ni una copia de conocimientos existentes en el mundo externo. De manera tal que, el conocimiento deriva de un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada y reinterpretada por la mente; proceso en el cual la mente del individuo va construyendo

progresivamente modelos explicativos, cada vez más complejos y potentes para explicar los fenómenos que le rodean.

A partir de la concepción constructivista se derivan diferentes enfoques en la educación, de los cuales resalta el constructivismo psicogenético de Piaget y el constructivismo sociocultural de Vygotsky; este último es en el cual el presente texto se centra.

Para Lev S. Vygotsky, la educación debe promover el desarrollo sociocultural y el cognoscitivo del alumno (Guzmán *et al.*, 1994), para él lo que determina el desarrollo del ser humano se relaciona con la actividad colectiva y la comunicación, la cultura (signos), la apropiación de la cultura (enseñanza y educación), la actividad individual y el desarrollo psíquico del individuo. De esta manera, Vigotsky considera a la educación formal (la educación recibida en la escuela), como fuente de crecimiento del ser humano, si en ella se introducen contenidos contextualizados, con sentido y orientados no al nivel actual de desarrollo del individuo, sino a la zona de desarrollo próximo (Chaves, 2001).

Bodrova y Leong (2004; 35, 36, 38) describen que la zona de desarrollo próximo es una forma de concebir la relación entre el aprendizaje y el desarrollo, donde se toma al desarrollo no como un punto en una escala sino como un “continuum” de conductas o grados de maduración; de manera que el desarrollo ocurre en dos niveles que limitan la zona: el nivel bajo que corresponde al desempeño independiente (lo que sabe y puede hacer solo el individuo) y el nivel superior que se denomina nivel de desempeño asistido (lo máximo que el individuo puede lograr con ayuda). Además, mencionan que la zona de desarrollo próximo no es la misma para todos los individuos, y no es estática, pues cambia conforme el individuo alcanza niveles superiores de pensamiento y conocimiento.

Otro punto de interés radica en que dentro del constructivismo sociocultural es de suma importancia el factor social, el cual juega un papel determinante en la construcción del conocimiento, ya que concibe que una persona construye significados actuando en un entorno estructurado e interactuando con otras personas de forma intencional (Serrano y Pons, 2011).

12.2.6 El papel del alumno y del docente

A diferencia de la concepción tradicional del alumno como un ente pasivo, poco creativo y poseedor de una mente en blanco, lista para ser llenada por los conocimientos que le transmitirá el profesor, en el constructivismo sociocultural el estudiante se concibe como un sujeto activo y responsable en el proceso de enseñanza-aprendizaje, capaz de interactuar dentro de su contexto social de aprendizaje, donde puede cuestionar, participar, compartir, evaluar ideas, e ir construyendo poco a poco su conocimiento (Carvajal y Gómez, 2002; Traver *et al.*, 2005).

Desde este enfoque, la enseñanza está centrada en el alumno; se toma en cuenta que los estudiantes ingresan a clases con ideas pre-existentes y estas ideas interactúan con su aprendizaje presente, de forma que, se le da importancia al conocimiento previo (no necesariamente corresponde a concepciones alternativas) para la construcción de nuevo conocimiento, ya que éste ayuda a los estudiantes a encarar sus concepciones y modificarlas, si es que no son adecuadas para explicar algún fenómeno nuevo (Uzuntiryaki *et al.*, 2010).

De esta manera, se puede decir que la actividad constructiva del alumno es un elemento mediador entre la enseñanza del profesor y los aprendizajes que lleva a cabo (Serrano y Pons, 2011), razón por la cual el papel del estudiante como un sujeto activo es uno de los ejes principales dentro del constructivismo sociocultural.

Por otra parte, desde este enfoque la función del docente no puede reducirse a la de simple transmisor de la información, ni a la de facilitador del aprendizaje, en el sentido de concretarse tan sólo a arreglar un ambiente educativo enriquecido, esperando que los alumnos por si solos manifiesten una actividad autoestructurante o constructiva. Si no que dentro de este enfoque constructivista, “el docente se constituye en un organizador y mediador en el encuentro del alumno con el conocimiento” (Díaz-Barriga y Hernández, 1999; 3).

Esto es relevante pues hace evidente que los estudiantes requieren una ayuda sistemática y planificada, a fin de facilitarles el acceso a un conjunto de saberes y formas culturales que se consideran esenciales para integrarse en la sociedad en

la que se encuentran inmersos, de una manera activa, constructiva y crítica (Serrano y Pons, 2011).

De esta manera, el docente desarrolla su labor como un guía que debe motivar al estudiante para que logre el aprendizaje, funge como un organizador de ideas que lo orienta, que lo asesora en la discriminación de información, que considera a sus alumnos como sujetos activos y responsables en el proceso de enseñanza-aprendizaje, quien cuestiona para promover el conocimiento, que trata de relacionar la nueva información con la que los alumnos ya poseen, que asigna importancia al contexto social del aprendizaje, etc. (Alvarado, 2014; Carvajal y Gómez, 2002).

Además, los docentes que implementan el constructivismo en sus prácticas permiten a los estudiantes aplicar su nuevo conocimiento a través de exámenes, presentaciones, discusiones, o actividades donde los estudiantes integran el conocimiento con nuevas situaciones (Uzuntiryaki *et al.*, 2010).

12.2.7 El aprendizaje

Desde la perspectiva del constructivismo sociocultural, se considera que el aprendizaje involucra la transformación del sujeto, una modificación de sus esquemas cognitivos y conductuales, por lo que el aprendizaje implica un proceso de cambio, reflexión y descubrimiento (Alvarado, 2014; Carvajal y Gómez, 2002; Pozo, 1997; Amat, 2000, 85; Díaz-Barriga y Hernández, 2002, 35). Esto quiere decir que los estudiantes sólo pueden aprender los contenidos escolares, en la medida en que despliegan ante ellos su actividad mental constructiva generadora de significados, lo que conlleva a que el aprendizaje sea siempre un proceso de construcción o reconstrucción (Serrano y Pons, 2011).

Se debe tomar en cuenta que los estudiantes poseen, con anterioridad a toda enseñanza sistemática, un cierto número de ideas sobre un concepto, fenómeno, objeto, etc., a las cuales se les denomina representaciones, éstas son relevantes pues el aprendizaje de una noción científica depende de dichas representaciones, ya que a través de ellas el individuo interpreta la información que le llega del medio. Además, las representaciones de los alumnos no evolucionan por simple

maduración, pareciendo cada vez más evidente que es necesario un contexto didáctico que facilite su modificación (Giordan, 1989).

En este sentido, Pozo (2003) describe que adquirir conocimiento no es eliminar representaciones u objetos de conocimiento por otros, sino supone reconstruir y multiplicar las representaciones que se poseen sobre un objeto, ser consciente y conocer explícitamente estas múltiples representaciones, pudiendo diferenciar de esta manera los diferentes contextos en las que son adecuadas.

Desde este modelo explicativo “los procesos de aprendizaje explícito tienen una función constructiva, ya que producen nuevas formas de aprendizaje por reestructuración que no sería posible sin la explicitación de aprendizajes anteriores” (Pozo, 2003, p. 36), de forma tal que, para construir una nueva representación es necesario exteriorizarla y relacionarla de forma consciente con otras representaciones, lo cual permite generar nuevas estructuras que le confieren un nuevo significado a la representación.

Esto expresa que, para adquirir los conocimientos científicos que se generan por la cultura es necesario reconstruir diversas representaciones, para lo cual es crucial recibir una instrucción que demande hacer explícitas las representaciones que posee un individuo, y trabajar sobre ellas, lo que posibilita la modificación, multiplicación e integración de éstas; generando así nuevas representaciones y sistemas de relaciones entre ellas.

A partir esta postura para que el aprendizaje se lleve a cabo es preponderante tomar en cuenta que los estudiantes no son recipientes vacíos, pues cuando llegan a las aulas de clase ya poseen conocimientos sobre diversos fenómenos, los cuales emergen a partir de su interacción individual con objetos o fenómenos, por la influencia de la publicidad o de interacciones sociales, al asociar palabras o imágenes con los nuevos significados, etc. Por lo que es importante tomar en cuenta dichos conocimientos, pues pueden facilitar u obstaculizar el aprendizaje del estudiante, debido a que “todo saber se construye a partir de conocimientos anteriores, sean éstos estructurados o no (Soussan, 2003)”.

Generalmente el aprendizaje escolar tiende a fomentar en los estudiantes la repetición o reproducción con exactitud de las ideas expuestas en el aula; pero la idea básica del enfoque constructivista es que aprender y enseñar, lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican transformar la mente de quien aprende, que debe reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos. De manera que, no puede concebirse ya el aprendizaje como una actividad sólo reproductiva o acumulativa (Pozo, 1997).

De esta forma, “el aprendizaje ocurre cuando la persona involucrada puede enlazar ideas que impliquen una construcción de significados personales” (Garritz, 2006). A este aprendizaje se le conoce como aprendizaje significativo, el cual describió el psicólogo y pedagogo David Ausubel, como el aprendizaje que “surge cuando el aprendiz como constructor de su propio conocimiento, relaciona los conceptos a aprender y les da un sentido a partir de la estructura conceptual que ya posee” (Román y Díez, 1999, p. 134). De manera que, “durante el aprendizaje significativo, el alumno relaciona de manera no arbitraria y sustancial la nueva información con los conocimientos y experiencias previas y familiares que ya posee en su estructura de conocimientos” (Díaz-Barriga y Hernández, 2002, p. 41).

13. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.

- ❖ Abrahams, I. and Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*. **30** (14), 1945–1969.
- ❖ Alcántara, A. y Zorrilla, J. F. (2010). Globalización y educación media superior en México: En busca de la pertinencia curricular. *Perfiles Educativos*, **32** (127), 38-57.
- ❖ Alvarado, C., Canada, F., Garritz, A., and Mellado, V. (2015). Canonical pedagogical content knowledge by CoRes for teaching acid – base chemistry at high school. *Chemistry Education Research and Practice*, **16** (3), 603 - 618.
- ❖ Alvarado, C. (2012). *Secuencias de enseñanza-aprendizaje sobre acidez y basicidad, a partir del Conocimiento Didáctico del Contenido de profesores de Bachillerato con experiencia docente*. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura, España.
- ❖ Alvarado, C. R. (2014). La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales en la Educación Media Superior de México. *Revista do IMEAUNILA -RevIU*, **2** (1), 113-128.
- ❖ Alvarado, C. y Garritz, A. (2009). *Un acercamiento al conocimiento didáctico de acidez y basicidad, de profesores mexicanos de bachillerato y licenciatura*. X Congreso Nacional de Investigación Educativa | área 5: educación y conocimientos disciplinares. Celebrado el 21 al 25 de septiembre de 2009 Disponible en http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_05/ponencias/1633-F.pdf
- ❖ Alvarado, C., Cañada, F., Mellado, V. y Garritz, A. (2013). Dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad y el conocimiento didáctico del contenido de profesores mexicanos de bachillerato. IX Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Realizado en Girona, del 9 al 12 de septiembre de 2013. Disponible en <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/305977/395883>

- ❖ Amat, O. (2000). *Aprender a enseñar: una visión práctica de la formación de formadores*. Barcelona: Gestión.
- ❖ Artdej, R., Ratanaroutai, T., Coll, R. and Thongpanchang, T. (2010). Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid–base chemistry. *Research in Science & Technological Education*, **28**(2), 167-183.
- ❖ B@UNAM (2017). *Bachillerato a Distancia B@UNAM*. Universidad Autónoma de México. Recuperado el 3 de Julio de 2017 de <http://www.bunam.unam.mx/>
- ❖ Balocchi, E., Modak, B., Martínez M., Padilla, K., Reyes, F. y Garritz, A. (2005). Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química Parte II: Concepciones alternativas de 'reacción química' Anexo: cuadernillo 'Masas atómicas relativas de los elementos'. *Educación Química*, **16** (4), 550-567.
- ❖ Bardanca, M., Nieto, M. y Rodríguez, M. (1993). Evolución de los conceptos ácido-base a lo largo de la enseñanza media. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 11 (2), 125-129.
- ❖ Bisquerra, R., Dorio, I., Gómez, J., Latorre, A., Martínez, F., Massot, I., Mateo, J., Sabariego, M., Sans, A., Torrado, M. y Vilà, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- ❖ Blanco, J. (2007). La Educación Media Superior: asignatura pendiente. *Eutopia*, **2**, 5-15.
- ❖ Bodrova, E. y Leong, D.J. (2004). *Herramientas de la mente. El aprendizaje desde la perspectiva de Vygotsky*. México: Pearson Prentice Hall.
- ❖ Boggino, N. y Rosekrans, K. (2007). *Investigación-acción: reflexión crítica sobre la práctica educativa: orientaciones prácticas y experiencias*. Sevilla: MAD S.L.
- ❖ Borsese, A. (2000). Comunicación, lenguaje y enseñanza. *Educación Química*. Vol. 11 (2), 220-227.
- ❖ Brophy, J. (2001). *Subjet-specific instructional methods and activities. Advances in Research on Teaching*, volumen 8. Emerald Group Publishing Limited. 1-23. Introducción.
- ❖ Brown, T., LeMay, H., Bursten, B. y Burdge, J. (2004). *Química. La ciencia central*. México: Pearson Education

- ❖ Caamaño, A. (2003). Modelos híbridos en la enseñanza y en el aprendizaje de la química. *Revista Alambique* [versión electrónica], **35**, 6 páginas. http://www.academia.edu/5989740/Modelos_h%C3%ADbridos_en_la_ense%C3%B1anza_y_en_el_aprendizaje_de_la_qu%C3%ADmica
- ❖ Cabo de Villa-Figueiral, S.R.; Palacios-Rodríguez, A. y Garrido-Rodríguez, M. (2017). Lixiviación ácida inversa en la eliminación de hierro de la arcilla caolinítica de Cayo Guam, Moa, Cuba. *Minería y Geología*, **33**(2), 64-76.
- ❖ Carr, W. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza, la investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.
- ❖ Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **2** (2), 183-208.
- ❖ Carvajal, E. y Gómez, M. R. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros mexicanos de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. **7**(16), 577-602.
- ❖ CB (2018). Colegio de Bachilleres. Programas de Estudio Química II. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de https://cbgobmx.cbachilleres.edu.mx/que-hacemos/Programas_de_estudio_vigentes/3er_semestre/basica/06_Quimica_II.pdf
- ❖ CCH (1996). *Colegio de Ciencias y Humanidades. Programas de estudio de Química I a IV*. Recuperado el 27 de Marzo de 2015 de http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_quimica.pdf
- ❖ CCH (2006). *Colegio de Ciencias y Humanidades. Orientación y sentido de las áreas del plan de estudios actualizado*. Recuperado el 16 de Junio de 2015 de http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/planestudios/S_O_%20Area_C_Experimentales.pdf
- ❖ CCH (2015). Colegio de Ciencias y Humanidades. *Misión y filosofía*. Recuperado el 15 de Junio de 2015 de <http://www.cch.unam.mx/misionyfilosofia>

- ❖ CCH (2016). *Colegio de Ciencias y Humanidades. Historia del Colegio de Ciencias y Humanidades*. Recuperado el 16 de Febrero de 2016 de <http://www.cch.unam.mx/historia>
- ❖ CCH (2016b). Colegio de Ciencias y Humanidades. Programas de Estudio Áreas de Ciencias Experimentales Química III-IV. Recuperado el 10 de Enero de 2019 de https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/QUIMICA_III_IV.pdf
- ❖ Chamizo, J.A. (1997). Evaluación de los aprendizajes. Tercera parte: POE, autoevaluación, evaluación en grupo y diagramas de Venn. *Educación Química*, **8**(3), 141-145.
- ❖ Chamizo, J.A. (2013a). A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science & Education*, **22** (7), 1613–1632.
- ❖ Chamizo, J.A. (2013b). Tecnochemistry: one of chemist ways of knowing. *Foundations of Chemistry*, **15** (2), 157-170.
- ❖ Chamizo, J.A. y Garritz, A. (1988). Una panorámica de la educación de la química en el bachillerato. *Perfiles Educativos*, **41-42**, 3-17.
- ❖ Chang, R. (2007). Química. China: McGrawHill
- ❖ Chaves, A.L. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky. *Educación*, **25** (002), 59-65.
- ❖ Cho, H., Butler, K. and Nordland, F. (1985). An Investigation of High School Biology Textbooks as Sources of Misconceptions and Difficulties in Genetics and Some Suggestions for Teaching Genetics. *Science Education*, **69**(5), 707-719.
- ❖ Coll, C., Pozo, J.I., Sarabia, B. y Valls E. (1995). Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. Argentina: Santillana.
- ❖ Córdova, J.L. (1989). Ácidos y bases. La química en la cocina. *Educación Química*, **1** (1), 33-36.
- ❖ De Vos, W., Pilot, A. (2001). Acids and bases in layers: The stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*, **78** (4), p. 494-499.

- ❖ Demerouti, M., Kousathana, M. and Tsaparlis, G. (2005). Instructional misconception in acid-base equilibria: An analysis from history and philosophy of science perspective. *Science and Education*, **14**, 173-193.
- ❖ Demircioglu, G., Ayas, A. y Demircioglu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, **6**(1), 36-51.
- ❖ DGIRE (2019). Dirección General de Incorporación y Revalidación de estudios. Consulta del catálogo de instituciones incorporados a la UNAM. Recuperado el 15 de octubre de 2019 de <https://servicios.dgire.unam.mx/srvln/catalogoSI/>
- ❖ Diario Oficial (2012). *Decreto por el que se declara la obligatoriedad del Estado de garantizar la educación media superior*. Recuperado el 14 de Junio de 2015 de http://www.iea.gob.mx/webiea/emys/archivos/decreto_educacion_media.pdf
- ❖ Diario Oficial. (2008). *ACUERDO número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato*. Recuperado el 20 de Octubre de 2016 de http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/10905/1/images/Acuerdo_444_marco_curricular_comun_SNB.pdf
- ❖ Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw Hill.
- ❖ Drechsler, M. and Schmidt, H.J. (2005). Textbooks' and teachers' understanding of acid-base models used in chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, **6** (1), 19-35.
- ❖ EDSEN (2016). *Estructura y Dimensión del Sistema Educativo Nacional (EDSEN). Ciclo 2013-2014*. Recuperado el 5 de Febrero de 2016 de http://www.inee.edu.mx/bie_wr/mapa_indica/2014/PanoramaEducativoDeMexico/EstructuraYDimension/Ciclo2013-2014/2014_Ciclo2013-2014__.pdf
- ❖ Eggen, P. y Kauchak, D. (2001). *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. México: Fondo de cultura económica.

- ❖ Elosúa, M.R. (1993). *Estrategias para enseñar y aprender a pensar*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid: Ediciones Narcea.
- ❖ ENP (2017). Escuela Nacional Preparatoria. Programa de Química III. Recuperado el 5 de Agosto de 2018 de http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/quinto-2017/1501_quimica_3.pdf
- ❖ ENP (2018). Escuela Nacional Preparatoria. Programa de Química IV área II. Recuperado el 10 de septiembre de 2019 de http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/actualizados/sexta-2018/1622_quimica_4_area_2.pdf
- ❖ Figueroa, R., Utria, C. y Colpas, R. (2006). Entendimiento conceptual de los estudiantes del nivel de básica secundaria sobre el concepto de ácido. *Tecné, Episteme y Didaxis*, N° 19, 22-31.
- ❖ Fortman, J. (1994). Pictorial analogies XI: Concentrations and acidity of solutions. *Journal of Chemical Education*. **71**(5), 430-432.
- ❖ Furió-Más C., Calatayud M. L. and Furió-Gómez C. (2005). How are the concepts and theories of acid-base reactions presented? Chemistry in textbooks and as presented by teachers. *International Journal of Science Education*, **27** (11), p. 1337-1358.
- ❖ Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación*. **42**, 127-152.
- ❖ Giordan, A. (1989). Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones. *Enseñanza de las ciencias*, **7** (1), 53-62.
- ❖ Granados, D.; López, G. F.; Hernández M. Á. (2010). La lluvia ácida y los ecosistemas forestales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, **16**(2), 187-206.
- ❖ Guerra, G., Alvarado, C., Zenteno, B. y Garritz, A. (2008). La dimensión ciencia-tecnología-sociedad del tema de ácidos y bases en un aula del bachillerato. *Educación Química*, **19**(4), 277-288.

- ❖ Guzmán, J.C., Hernández, G. y Gracia, H. (1994). *Las teorías de la psicología educativa: análisis por dimensiones educativas*. México: Facultad de Psicología, UNAM.
- ❖ Hacking, I. (1996). "La especulación, el cálculo, los modelos y las aproximaciones" en *Representar e intervenir*. México: Paidós.
- ❖ Hand, B. (1989). Student understandings of acids and bases: A two year study. *Research in Science Education*, **19**,133-144.
- ❖ Hawkes S.J. (1992). Arrhenius confuses students. *Journal of Chemical Education*, **69**, 542-543.
- ❖ Hein, M. y Arena, S. (2001). *Fundamentos de Química*. México: Thomson Learning.
- ❖ Hernández G. y López N. (2011). Predecir, observar, explicar e indagar: estrategias efectivas en el aprendizaje de las ciencias. *Educación Química*. **9**, 4-12.
- ❖ Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill. Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/la-acidez-de-los-oceanos-aumenta-por-el-cambio-climatico?idiom=es> [1/11/19]
- ❖ Jiménez, F. (2011). *Los conceptos de ácido y base: concepciones alternativas y construcción del aprendizaje en el aula*. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Bogotá, Colombia.
- ❖ Jiménez, R., Sánchez, A. y De Manuel, E. (2002). Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad o utopía? *Educación Química*. **13**(4), 259-266.
- ❖ Jiménez-Liso, M. y De Manuel. E. (2002). Dificultades semánticas del término fuerza en el ámbito de la Química: Polisemia entre los significados químico y cotidiano. Universidad de Almería y Universidad de Granada. Consultada el 15 de septiembre de 2014 de la URL <http://webpages.ull.es/users/apice/pdf/244-011.pdf>

- ❖ Jiménez-Liso, M. R., De Manuel Torres, E., González García, F., Salinas López, F. (2000). La utilización del concepto del pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, **18**(3), p. 451-461.
- ❖ Jiménez-Liso, M. R., De Manuel, E., González, F. y Salinas, F. (2000). La utilización del concepto del pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, **18**, (3), p. 451-461.
- ❖ Kaberman, Z. and Yehudit J. D. (2009). Question posing, inquiry, and modeling skills of chemistry students in the case-based computerized laboratory environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **7**, 597-625.
- ❖ Kearney, M. and Treagust, D. (2000). An investigation of the classroom use of prediction-observation-explanation computer tasks designed to elicit and promote discussion of students' conceptions of force and motion. In *annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, USA*. of force and motion. p 1-21. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Matthew_Kearney/publication/237242301_An_investigation_of_the_classroom_use_of_prediction-observation-explanation_computer_tasks_designed_to_elicit_and_promote_discussion_of_students'_conceptions_of_force_and_motion/links/568c556b08aeb488ea2fd566.pdf
- ❖ Latorre, A. (2003). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. España: Graò.
- ❖ López, L. y Gutiérrez, M. E. (2018). *Química*. México: Pearson.
- ❖ Lorenzo, P.; Moreno, A.; Leza J-C.; Lizasoain I.; Moro, M.A. y Portolés, A. (2009). Velázquez. *Farmacología Básica y Clínica*. España: Editorial Médica Panamericana.
- ❖ Márquez, A. (2014). Retos y tensiones en la EMS. *Perfiles Educativos*, **36** (146), 3-11.

- ❖ Martínez, V. y Guervós, E. (2016). *¿Qué debemos conocer de las pilas y las baterías?* *Tecnología@ y desarrollo*, **XIV**, 1-22. Recuperada de <https://www.uax.es/publicacion/que-debemos-conocer-de-las-pilas-y-las-baterias.pdf> [30/10/19]
- ❖ Méndez, Y., Alfaro, I. y López, H.C. (2016). *Ciencias 3. Química*. México: Grupo Editorial Patria.
- ❖ Millar, R. (2004). *The Role of Practical Work in the Teaching and Learning of Science*. Paper prepared for the Committee: High School Science Laboratories: Role and Vision, National Academy of Sciences, Washington, DC., October. Disponible en https://pdfs.semanticscholar.org/abf1/1d6fa1330f3791b526132821da2cab5f4bd6.pdf?_ga=1.125937421.1461695832.1486752501
- ❖ Millar, R., Le Maréchal, J.F. y Tiberghien, A. (1999). "Mapping" the domain - varieties of practical work. In J. Leach, and A. C. Paulsen (Eds.), *Practical work in science education: Recent research studies*. (pp. 33-59). Roskilde: University of Roskilde Press.
- ❖ Miniño, M. y Hernández-Lara, P. (2003). Exfoliación química (peelings): su utilidad en la dermatología actual. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, **1**(4); 236-246.
- ❖ OCDE (2009). *Programme for International Student Assessment (PISA) .Assessment framework-key competencies in reading, mathematics and science*. París: OCDE. P. 128. Recuperado el 16 de Febrero de 2016 de <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf>
- ❖ Özdemir, H., Bag, H. and Bilen, K. (2011). Effect of Laboratory Activities Designed Based on Prediction - Observation - Explanation (POE) Strategy on Pre-Service Science Teachers' Understanding of Acid-Base Subject. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences (WAJES)*. 169-174.
- ❖ Parra, D.M. (2003). *Manual de estrategias de enseñanza/aprendizaje*. Antioquia: Ministerio de la Protección Social Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

- ❖ Peña, A. y Caamaño, A. (2002): *La enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de ácido y base*. Tesis de licenciatura, dirigida por A. Caamaño y A. Garrtiz. México D.F. Facultad de Químicas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- ❖ Pérez, G. (2001). *Investigación cualitativa: retos e interrogantes*. Vol. I. Métodos. Madrid: La muralla.
- ❖ Petrucci, R., Herring, F., Madura, J. y Bissonnette, C. (2011). *Química General. Principios y aplicaciones modernas*. España: Pearson
- ❖ Porlán, R., García, J.E. y Cañal, P. (1995). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada Editora.
- ❖ Pozo, J. I. (2003). *Adquisición de conocimiento*. Madrid: Ediciones Morata.
- ❖ Pozo, J.I. (1997). La crisis de la educación científica ¿volver a lo básico o volver al constructivismo? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **14**, 91-104.
- ❖ Rico, A., Pérez, R. y Castellanos, M. (2006). *Química I: Agua y oxígeno*. México: Limusa.
- ❖ Rodríguez, E. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*, **7**(1), 153-170.
- ❖ Román, M. y Díez, E. (1999). *Aprendizaje y currículum. Didáctica socio-cognitiva aplicada*. Madrid: EOS.
- ❖ Ross, B. y Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high school students' understanding of acids and bases. *International Journal of Science Education*, **13**, 11-23.
- ❖ Sandín, M.P. (2003). *Investigación cualitativa en Educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGrawHill.
- ❖ SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2018). *La acidez de los océanos aumenta por el cambio climático*. Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/la-acidez-de-los-oceanos-aumenta-por-el-cambio-climatico?idiom=es> [1/02/2020]
- ❖ SEP (2013). Secretaría de Educación Pública (SEP). Programas de estudio 2011. Guía para el maestro-Educación Básica Secundaria. Ciencias.

Recuperado el 3 de marzo de http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/PDF/secundaria/ciencias/QUIMICA/DOCUMENTOS/PROGCIENCIAS3QUIM_2013.pdf

- ❖ SEP (2015). Secretaría de Educación Pública (SEP). *La reforma educativa*. Recuperado el 03 de diciembre 2015 de <http://www.gob.mx/sep/reformas/la-reforma-educativa>.
- ❖ SEP (2016). Secretaría de Educación Pública (SEP). *Cuarto Informe de Labores 2015-2016*. Recuperado el 28 de junio de 2017 de http://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/informes/labores/2012_2018/4to_informe_de_labores.pdf
- ❖ Serrano, J. M. y Pons, R. M. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa*, **13** (1), 1-27. Recuperado en 17 de noviembre de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412011000100001&lng=es&tlng=es
- ❖ Soussan, G. (2003). *Enseñar las ciencias experimentales. Didáctica y formación*. UNESCO. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Chile: Andros Ltda.
- ❖ Székely, M. (2009). *Avances y transformaciones en la educación media superior*. Recuperado el 15 de Junio de 2015 de <http://virtual.chapingo.mx/prope/lecturas/avances.pdf>
- ❖ Traver, J., Auxiliadora, S., Doménech, F. y Moliner, O. (2005). Caracterización de las perspectivas docentes del profesorado de secundaria a partir del análisis de las variables educativas relacionadas con la acción y el pensamiento docente. *Revista Iberoamericana de Educación*. **36** (8), 1-18.
- ❖ Ulloa, S. y Chamizo, J. (2005). Análisis de los planes de estudio de la asignatura de química básica a nivel medio superior en México. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VII Congreso, 1-5.
- ❖ Uzuntiryaki, E., Boz, Y., Kirbulut, D. and Bektas, O. (2010). Do Pre-service Chemistry Teachers Reflect their Beliefs about Constructivism in their Teaching Practices? *Research in Science Education*, **40** (3), 403-424.

- ❖ Wals, S. (2007). *Conocimientos didácticos para docentes no pedagogos*. México: IPN.
- ❖ Wandersee. J., Mintzes. J., y Novak. J. (1994) *Research on alternative conceptions in science handbook of research on science teaching and learning*. A project of the national Science Teachers Association. MacMillan Publishing Company. Capítulo 5
- ❖ Zubiaurrea, L. y Bujanda, L. (2011). Aspirina en la prevención del cáncer colorrectal. *Gastroenterología y Hepatología*, **34** (5), 337-345.

- ANEXO 2 -

**ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA
APLICACIÓN DE LOS TRABAJOS
PRÁCTICOS DE LA GUÍA DIDÁCTICA**

7.2 ANEXO 2. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE LA GUÍA DIDÁCTICA

Esta parte se divide en cuatro secciones, ya que se consideró conveniente analizar por separado los resultados de cada uno de los tres Trabajos Prácticos aplicados en el aula con los alumnos, así como los correspondientes al pretest general. Como se mencionó en la propuesta de la Guía Didáctica, se diseñaron seis trabajos prácticos de los cuales debido al poco tiempo disponible se aplicaron únicamente tres de ellos.

En la primera sección se muestran los resultados y el análisis del trabajo práctico "Modelos sin pasarela".

En la segunda se exponen los resultados y el análisis del trabajo práctico "Fuerte o débil".

En la tercera sección se exhiben los resultados y el análisis del trabajo práctico "¿Fuerte o concentrado?".

Al final de cada sección se describen algunas observaciones y recomendaciones generales acerca del trabajo práctico en cuestión.

En la cuarta sección se muestran los resultados y el análisis del postest general.

Para realizar el análisis se procedió a la elaboración de categorías y subcategorías que surgieron de los datos, lo cual facilitó la interpretación y presentación de los resultados. Este proceso se describió más a detalle en el capítulo de Metodología.

De esta manera, los resultados se presentan mediante tablas, gráficas y ejemplos que consisten en algunas respuestas literales (sin modificar redacción u ortografía expresada por el alumno) extraídas de las evidencias recopiladas.

Además, se debe mencionar que para mostrar los respectivos ejemplos de las respuestas brindadas por los estudiantes, se procedió a asignarle a cada alumno una clave específica con la finalidad de guardar la confidencialidad de los datos. La clave está conformada como se exhibe en el siguiente ejemplo: F1, donde la

letra indica el sexo (Femenino en este caso) y el número corresponde al número de lista asignado al estudiante.

7.2.1 Resultados y análisis del Trabajo Práctico "Modelos sin pasarela".

Antes de desarrollar este trabajo práctico se aplicó un cuestionario diagnóstico o pretest y posteriormente se aplicó el postest, el cual consistió en el pretest original con algunas modificaciones. Los datos recopilados de ambos instrumentos se analizaron y contrastaron con el propósito de detectar dificultades, y la comprensión de los estudiantes con respecto al tema.

El pretest se conformó de tres preguntas y el postest de 4, las cuales se explicitan en la Tabla 7.2

Tabla 7.2 Preguntas que conforman el pretest y el postest

Preguntas del pretest	Preguntas del postest
❖ ¿Qué es un modelo? Explica detalladamente.	1. ¿Qué es un modelo? Explica detalladamente.
❖ ¿Cuáles son las características de un modelo? Explica detalladamente.	2. ¿Cuáles son las características de un modelo? Explica detalladamente.
❖ ¿Para qué se utilizan los modelos en la Química? Explica detalladamente.	3. ¿Para qué se utilizan los modelos en la Química? Explica detalladamente.
	4. Menciona un ejemplo de modelo utilizado en Química, Física o Biología. Y su uso en dicha disciplina.

Con el propósito de comparar sus semejanzas y diferencias, el tratamiento de los datos consistió en su categorización, algunas de las categorías en el pretest y postest son similares en el caso de las tres primeras preguntas; el número de categorías y subcategorías en las que se organizaron los datos dependió de la pregunta analizada.

Pregunta 1. ¿Qué es un modelo?

Las respuestas recopiladas de los estudiantes se organizaron en tres categorías, las cuales se detallan a continuación:

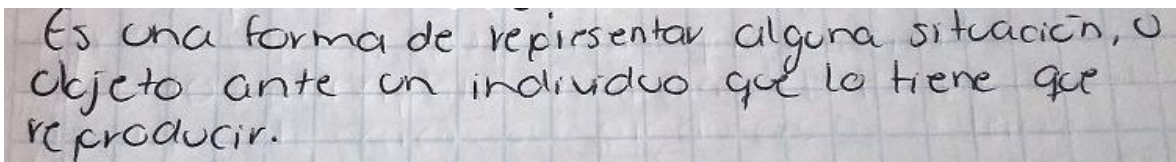
Categoría 1. Ideas cotidianas asociadas a modelos.

En esta categoría se relacionan las respuestas del pretest y postest que manifestaron principalmente tener una asociación del concepto de modelo con estereotipos sociales, con una representación a escala, un objeto base, un prototipo, un patrón, una muestra o una serie de pasos que sirve de referencia para producir algún objeto o realizar una acción.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 1:

Ejemplo 1

F17 (pretest):

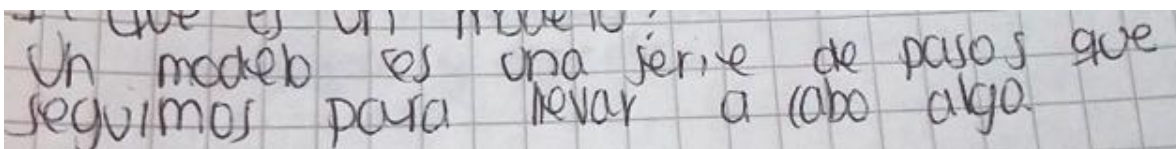


Es una forma de representar alguna situación, u objeto ante un individuo que lo tiene que reproducir.

Transcripción: “Es una forma de representar alguna situación, u objeto ante un individuo que lo tiene que reproducir”.

Ejemplo 2

F21 (pretest):

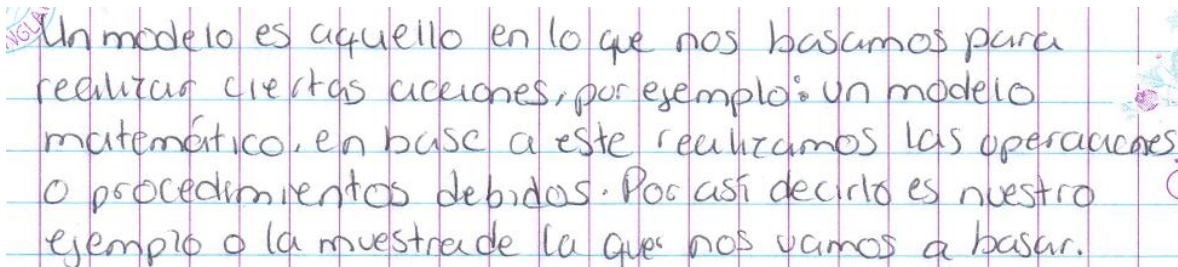


Un modelo es una serie de pasos que seguimos para llevar a cabo algo.

Transcripción: “Un modelo es una serie de pasos que seguimos para llevar a cabo algo”.

Ejemplo 3

F20 (pretest):



Un modelo es aquello en lo que nos basamos para realizar ciertas acciones, por ejemplo: un modelo matemático, en base a este realizamos las operaciones o procedimientos debidos. Por así decirlo es nuestro ejemplo o la muestra de la que nos vamos a basar.

Transcripción: “Un modelo es aquello en lo que nos basamos para realizar ciertas acciones, por ejemplo: un modelo matemático, en base a este realizamos las operaciones o procedimientos debidos. Por así decirlo es nuestro ejemplo o la muestra de la que nos vamos a basar”.

Categoría 2. Ideas formales asociadas a modelos.

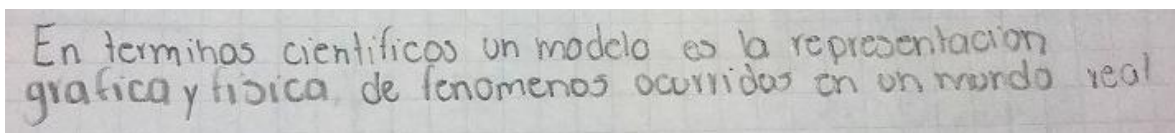
Contiene las respuestas del pretest y postest que asocian el concepto de modelo con ideas y/o aplicaciones utilizadas en el ámbito de la ciencia escolar. A su vez, esta categoría se divide en dos subcategorías:

- a) **Representación de información o de un fenómeno.** Esta subcategoría corresponde a las respuestas que relacionan el concepto de modelo con una representación gráfica, física, matemática, etc., de información o de un fenómeno.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 2a:

Ejemplo 1

F6 (pretest):

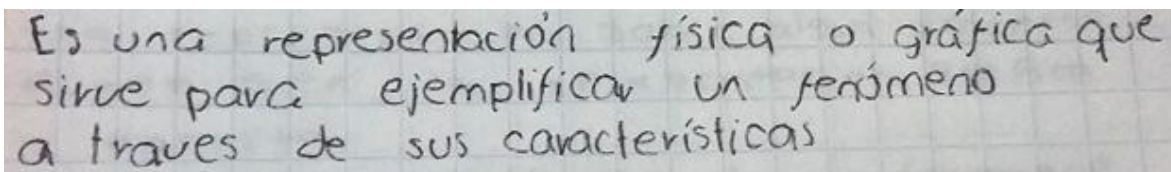


En terminos científicos un modelo es la representacion grafica y fisica de fenomenos ocurridos en un mundo real

Transcripción: “En terminos científicos un modelo es la representacion grafica y fisica de fenomenos ocurridos en un mundo real”.

Ejemplo 2

M10 (pretest):

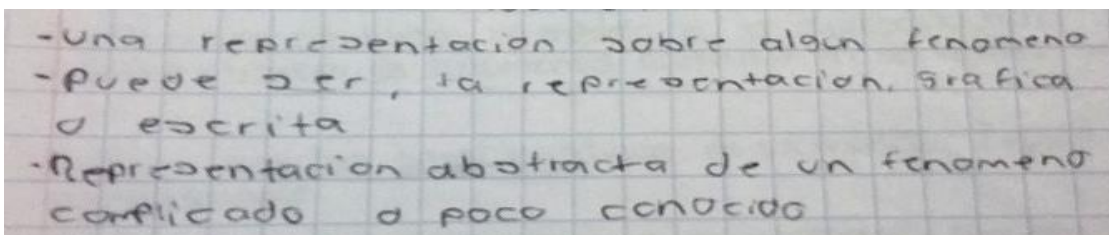


Es una representación física o gráfica que sirve para ejemplificar un fenómeno a través de sus características

Transcripción: “Es una representación física o gráfica que sirve para ejemplificar un fenómeno a través de sus características”.

Ejemplo 3

M12 (pretest):



- Una representación sobre algún fenómeno
- Puede ser, la representación gráfica o escrita
- Representación abstracta de un fenómeno complicado o poco conocido

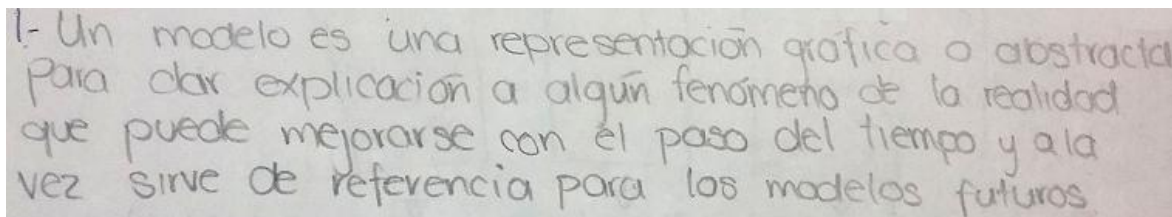
Transcripción: “Una representación sobre algún fenómeno Puede ser, la representación gráfica o escrita Representación abstracta de un fenómeno complicado o poco conocido”.

b) Modelo como herramienta. Esta subcategoría por su parte, conjunta las respuestas que manifestaron los diferentes usos de los modelos en la ciencia, como explicar, simplificar información, analizar, predecir, etc. También, engloba las repuestas que explicitan que los modelos representan información con respecto a un objeto, un fenómeno, un proceso, pero aunado a ello hacen explícitas algunas aplicaciones de los mismos.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 2b:

Ejemplo 1

F1 (postest):



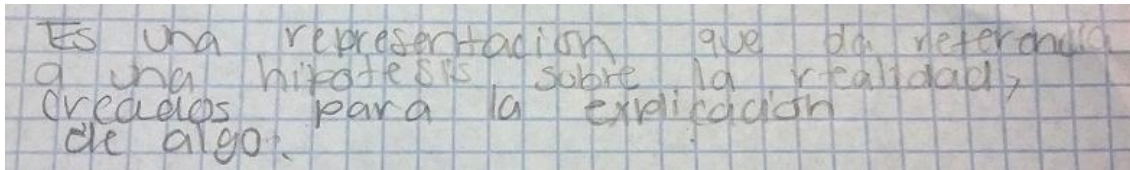
!- Un modelo es una representación gráfica o abstracta para dar explicación a algún fenómeno de la realidad que puede mejorarse con el paso del tiempo y a la vez sirve de referencia para los modelos futuros.

Transcripción: “Un modelo es una representación gráfica o abstracta para dar explicación a

algún fenómeno de la realidad que puede mejorarse con el paso del tiempo y a la vez sirve de referencia para los modelos futuros”.

Ejemplo 2

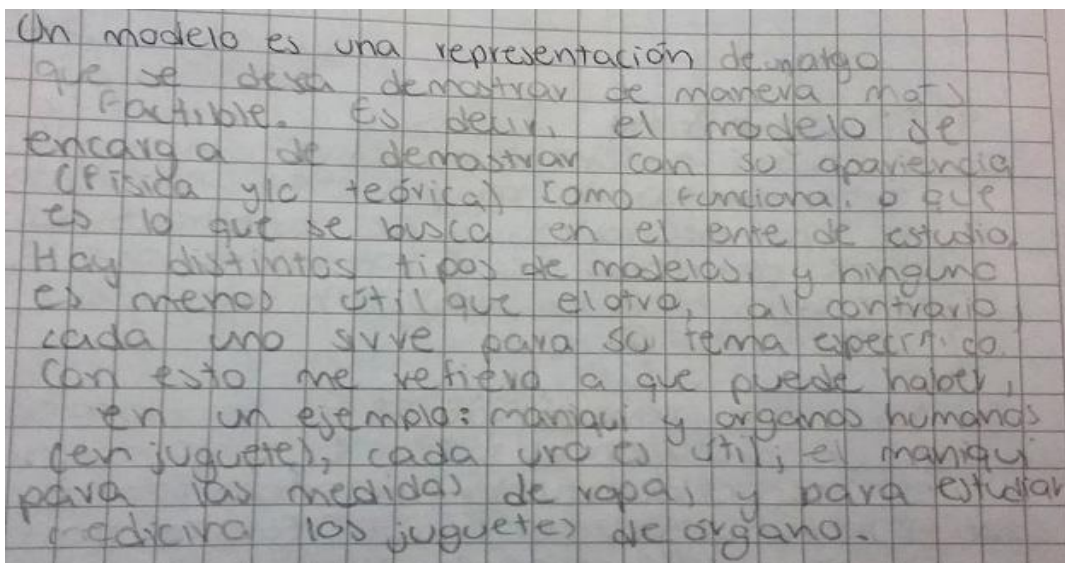
F14 (pretest):



Transcripción: “En una representación que da referencia a una hipótesis sobre la realidad, creados para la explicación de algo”.

Ejemplo 3

F22 (posttest):



Transcripción: “Un modelo es una representación de un algo que se desea demostrar de manera más factible. Es decir, el modelo se encarga de demostrar con su apariencia (física y/o teórica) como funciona, o que es lo que se busca en el ente de estudio. Hay distintos tipos de modelos y ninguno es menos útil que el otro, al contrario, cada uno sirve para su tema específico. Con esto me refiero a que puede haber, en un ejemplo: maniquí y órganos humanos (en juguete), cada uno es útil, el maniquí para las medidas de ropa, y para estudiar medicina los juguetes de órgano”.

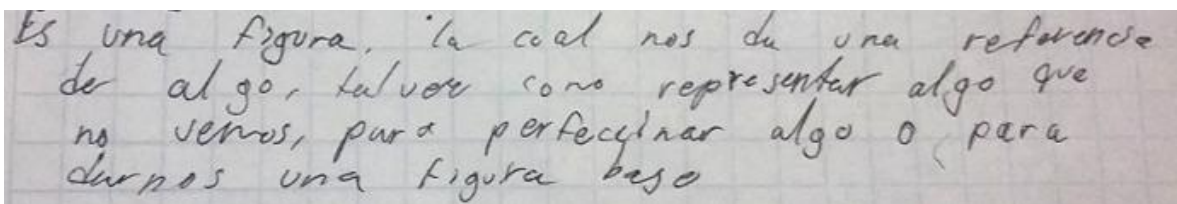
Categoría 3. Ideas mixtas.

Conjunta las respuestas del pretest y postest que se caracterizan por manifestar ideas contenidas en las categorías 1 y 2.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 3:

Ejemplo 1

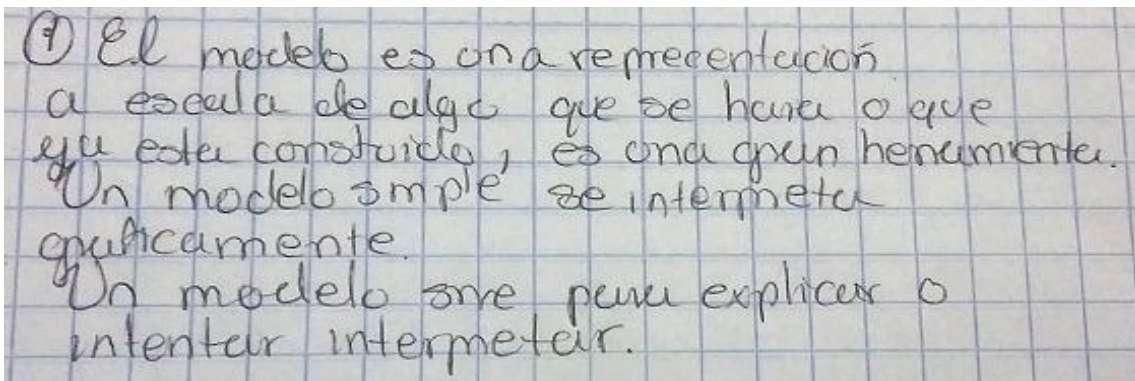
M5 (pretest):



Transcripción: "Es una figura, la cual nos da una referencia de algo, tal vez como representar algo que no vemos, para perfeccionar algo o para darnos una figura base".

Ejemplo 2

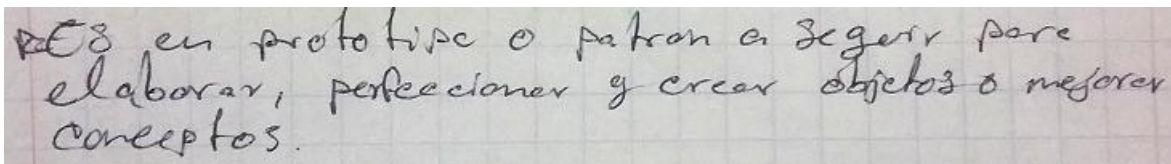
F9 (pretest):



Transcripción: "El modelo es una representación a escala de algo que se hará o que ya está constituido, es una gran herramienta. Un modelo simple se interpreta gráficamente. Un modelo sirve para explicar o intentar interpretar".

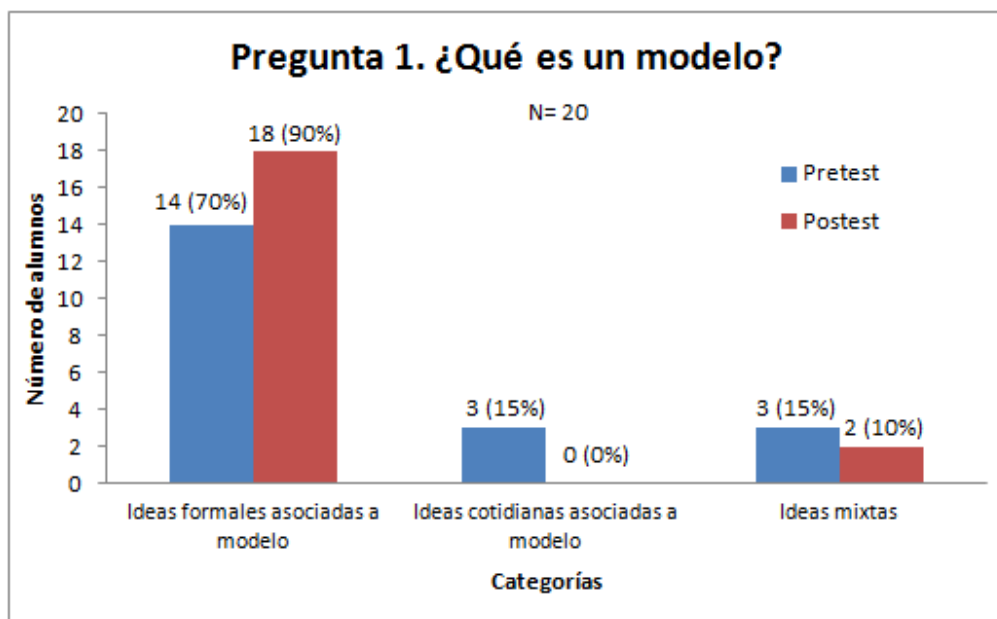
Ejemplo 3

M15 (pretest):



Transcripción: “Es un prototipo o patron a seguir para elaborar, perfeccionar y crear objetos o mejorar conceptos”.

A continuación en la Gráfica 7.2 se muestran las categorías asignadas a esta pregunta, el número y el porcentaje de respuestas de los alumnos asociados a cada categoría.



Gráfica 7.2. Categorías asociadas a la pregunta 1.

En la gráfica se observa que hubo cambios en las frecuencias, y por lo tanto, en los porcentajes asociados a las categorías. Con respecto al pretest, la categoría “Ideas formales asociadas a modelo” aumentó en el postest; la categoría “Ideas cotidianas asociadas a modelos” desapareció; la categoría “Ideas mixtas” disminuyó. A continuación se muestran algunos ejemplos que representan estos cambios:

*Ejemplos de respuestas***Ejemplo 1**

<i>F16</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Un modelo es un método que se utiliza para representar símbolos, calculos, es la representación gráfica o física de un átomo, molécula o cualquier otro objeto de interés”.	“Un modelo es la representación de un objeto de estudio, puede ser física o abstracta”.

En el ejemplo 1, se observa como la estudiante cambió sus ideas mixtas sobre modelo a unas más formales, resalta el hecho de que en el pretest lo asoció en parte con un método (serie de pasos) utilizado para representar. En el posttest manifestó que lo consideraba principalmente como una representación.

Ejemplo 2

<i>F20</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Un modelo es aquello en lo que nos basamos para realizar ciertas acciones, por ejemplo: un modelo matemático, en base a este realizamos las operaciones o procedimientos debidos. Por así decirlo es nuestro ejemplo o la muestra de la que nos vamos a basar “.	“Generalmente en nuestra vida diaria, consideramos a un modelo como aquella representación estética (estereotipada) ya sea hombre o mujer. Un modelo (en aspecto más “formal) es aquella representación, ya sea gráfica, física, etc que es tomada como marco de referencia, a partir del cual nos vamos a basar o vamos a tomar como muestra de aquello que queremos representar, hacer, etc. Para la ciencia, es aquel objeto que ayuda a comprender mejor lo que se va a investigar “.

En el ejemplo 2, se puede observar como la estudiante modificó sus ideas cotidianas sobre el concepto de modelo a otras más formales. En el pretest la alumna consideró al modelo como una base para realizar acciones u operaciones, con lo cual parece restringir el concepto a procedimientos. En cambio en el

postest, llama la atención que ella ya se refiere al término representación y de las ideas mixtas que manifestó, realiza una diferenciación del concepto de modelo en el ámbito cotidiano y en el formal.

Ejemplo 3

<i>F21</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Un modelo es una serie de pasos que seguimos para llevar a cabo algo”.	“Un modelo es una representación gráfica (o visua) de algún fenómeno, sistemas o procesos a fin de analizarlos, describirlos, explicarlos”.

En cuanto al ejemplo 3, se muestra como la estudiante cambió sus ideas cotidianas a formales. En el pretest manifestó que un modelo son los pasos para realizar algo, mientras que en el posttest describe al modelo como una representación no solo de un proceso, sino también de un sistema o fenómeno.

Con respecto a la categoría “Ideas formales asociadas a modelos”, debe mencionarse que se detectó un cambio entre las respuestas del pretest y posttest englobadas en la categoría, en las cuales a pesar de que los estudiantes manifestaron ideas formales en ambas, éstas en general se enriquecieron en el postest; varias de las respuestas presentaron ideas expuestas en el trabajo práctico. Esto se puede observar en los ejemplos 4, 5 y 6.

Ejemplo 4

<i>F7</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Un modelo sirve para ayudar a estudiar un área de interes. Podria servir para ilustrar un concepto muchas veces abstracto. Puede representarse a trave de matematicas, simbolos o palabras”.	“Es una contextualización representativa de una pequeña parte del mundo con limites”.

En el ejemplo 4 se puede observar que la alumna en el pretest describió que un modelo es una herramienta que sirve para estudiar un área de interés o para ilustrar un concepto; en el posttest sus ideas cambiaron y manifestó que un modelo representa una parte del mundo y que es limitado.

Ejemplo 5

<i>M8</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Un modelo es una representación acerca algo en específico puede ser de cualquier cosa y esto nos ayuda a entender mejor lo que queremos entender de una manera más representativa”.	“Un modelo es una manera de representar algun problema o una situación en donde se vea detalladamente el problema y se pueda explicar de una manera mejor tambien se podria decir que es una parte del mundo reducido que tiene limitaciones de hasta donde lo queremos explicar”.

En el ejemplo 5, el estudiante ya manifestaba en primera instancia que un modelo es una representación que sirve para comprender mejor un objeto de estudio; en el posttest, además de explicitar que un modelo representa una situación de interés y permite explicarla, indicó que representa una pequeña parte del mundo y por ello presenta ciertas limitaciones.

Ejemplo 6

<i>F22</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Un modelo es una idea comprobable de un fenómeno de la naturaleza para explicarlo por medio de un prototipo o referencia más fácil de entender”.	“Un modelo es una representación de un algo que se desea demostrar de manera más factible. Es decir, el modelo se encarga de demostrar con su apariencia (física y/o teórica) como funciona, o que es lo que busca en el ente de estudio. Hay distintos tipos de modelos, y ninguno es menos útil que el otro, al contrario, cada uno sirve para su tema específico. Con esto me refiero a que puede haber, en un ejemplo: maniqui y organos humanos (en juguete), cada uno es útil, el maniqui para las medidas de ropa, y para estudiar medicina los juguetes de órgano”.

En el ejemplo 6, en el pretest la estudiante indicó que un modelo es una idea que explica y facilita la comprensión de un fenómeno; en el posttest, manifestó que es una representación que facilita el estudio de un ente, y que hay diferentes tipos de modelos debido a que éstos poseen limitaciones.

Para finalizar el análisis de la pregunta 1, a continuación se presentan a manera de resumen las categorías y subcategorías asociadas a esta pregunta en la Tabla 7.2.1.

Tabla 7.2.1. Categorías y subcategorías relacionadas a la pregunta 1.

Categoría	Subcategorías
1. Ideas cotidianas asociadas a modelos	No aplica
2. Ideas formales asociadas a modelos	❖ a) Representación de información o de un fenómeno ❖ b) Modelo como herramienta
3. Ideas mixtas	No aplica

Pregunta 2. ¿Cuáles son las características de un modelo?

Las respuestas a esta pregunta se organizaron en cuatro categorías, de las cuales tres son similares a las descritas en la pregunta 1 (“Ideas cotidianas asociadas a modelos”, “Ideas formales asociadas a modelos” e “Ideas mixtas”). Dichas categorías se describen a continuación:

Categoría 1. Ideas cotidianas asociadas a modelos.

En esta categoría se engloban las respuestas del pretest y postest que asocian principalmente las características de un modelo con las de un objeto físico (material), como poseer una escala, estar hecho de algún material, parecer perfecto, etc. También contempla las respuestas que resaltan que se trata de una representación solo gráfica o que está estructurado por una serie de pasos a seguir.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 1:

Ejemplo 1

M12 (Pretest):

Transcripción: "Se pueden utilizar cualquier tipo de materiales para realizar un modelo".

Ejemplo 2

F17 (Pretest):

Transcripción: "Es casi perfecto ya que será imitado Da detalle de lo que se va a representar Es muy claro y espeífico".

Ejemplo 3

M18 (Pretest):

Transcripción: "Se divide en ciertos paso y tiene una estructura que se asemeja a la realidad".

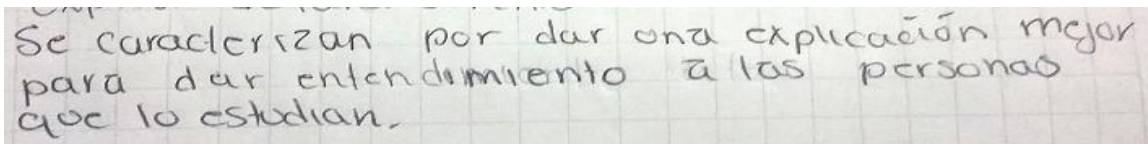
Categoría 2. Ideas formales asociadas a modelos.

Contiene las respuestas del pretest y postest en las que se reconoce la existencia de diferentes tipos de modelos (gráficos, físicos, matemáticos, etc.) y se mencionan algunas de sus principales características (explicativo, modificable, fundamentado, limitado, predictivo, simplifica información, coherente, etc.).

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 2:

Ejemplo 1

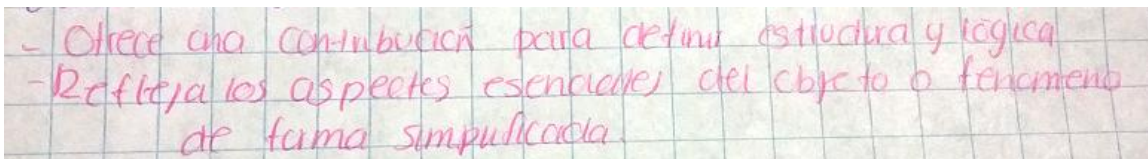
F2 (Pretest):



Transcripción: "Se caracterizan por dar una explicación mejor para dar entendimiento a las personas que lo estudian".

Ejemplo 2

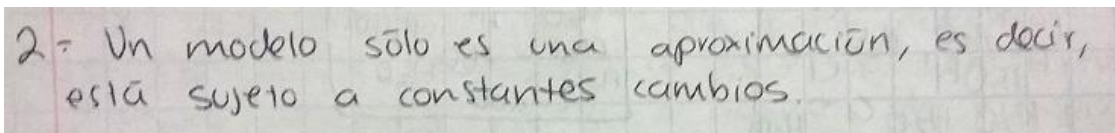
F7 (Pretest):



Transcripción: "Ofrece una contribución para definir estructura y lógica Refleja los aspectos esenciales del objeto o fenómeno de forma simplificada".

Ejemplo 3

M13 (Postest):



Transcripción: "Un modelo sólo es una aproximación, es decir, está sujeto a constantes cambios".

Categoría 3. Ideas mixtas.

Esta categoría contiene las respuestas del pretest y postest que describen al mismo tiempo ideas características de la categoría 1 y 2.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 3:

Ejemplo 1

M8 (Postest): "Las características del modelo llegan a depender acerca del tema del que se quiere hablar si es de medicina pues tiene que ser un modelo acerca de los organos o si se quiere para un vestido se tiene que utilizar un manique ademas de que existen varios tipos modelos graficos modelos conceptuales y cada uno es valido para el tema que se requiero y asi se facilite dicha explicación".

Ejemplo 2

F9 (Postest):

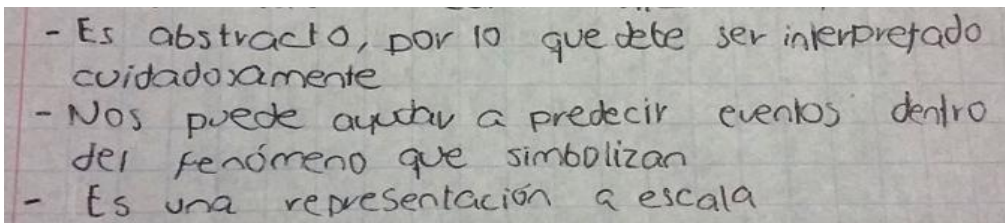
Un modelo es:

- grafico → puede ser un dibujo, una grafica o conceptual
- Escalar → Es una escala de algo por ejemplo del cuerpo humano.
- Es limitado. → No todos los modelos sirven para lo mismo. por ejemplo un mapa de una colonia no me sirve para saber la ubicación de un Estado de México necesito un modelo de un mapa de México

Transcripción: "Un modelo es: grafico: puede ser un dibujo, una grafica o conceptual Escalar: Es una escala de algo por ejemplo del cuerpo humano Es limitado: No todos los modelos sirven para lo mismo. por ejemplo un mapa de una colonia no me sirve para saber la ubicación de un Estado de México necesito un modelo de un mapa de México".

Ejemplo 3

M10 (Pretest):



Transcripción: “Es abstracto, por lo que debe ser interpretado cuidadosamente Nos puede ayudar a predecir eventos dentro del fenómeno que simbolizan Es una representación a escala”.

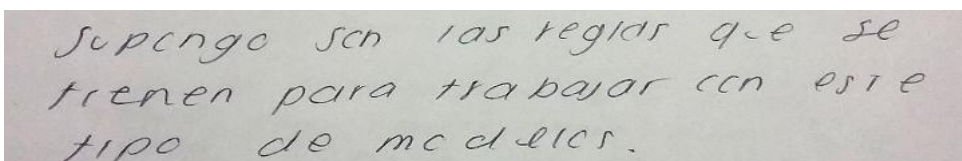
Categoría 4. Respuesta ambigua.

En esta categoría figuran las respuestas del pretest y postest en las cuales la interpretación de la respuesta es dudosa, debido a que la respuesta posee poca información o es confusa, lo cual no permite interpretar satisfactoriamente los datos.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 4:

Ejemplo 1

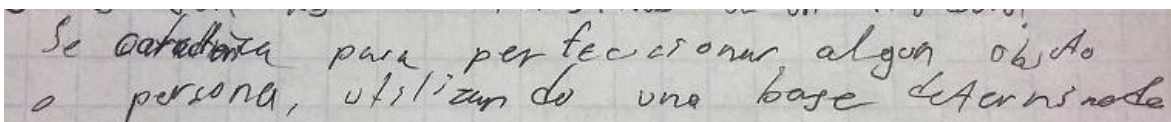
F4 (Pretest):



Transcripción: “Supongo son las reglas que se tienen para trabajar con este tipo de modelos”.

Ejemplo 2

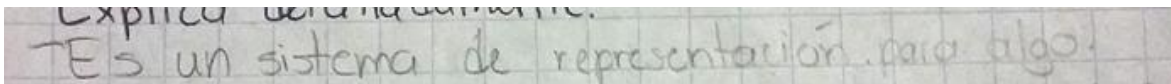
M5 (Pretest):



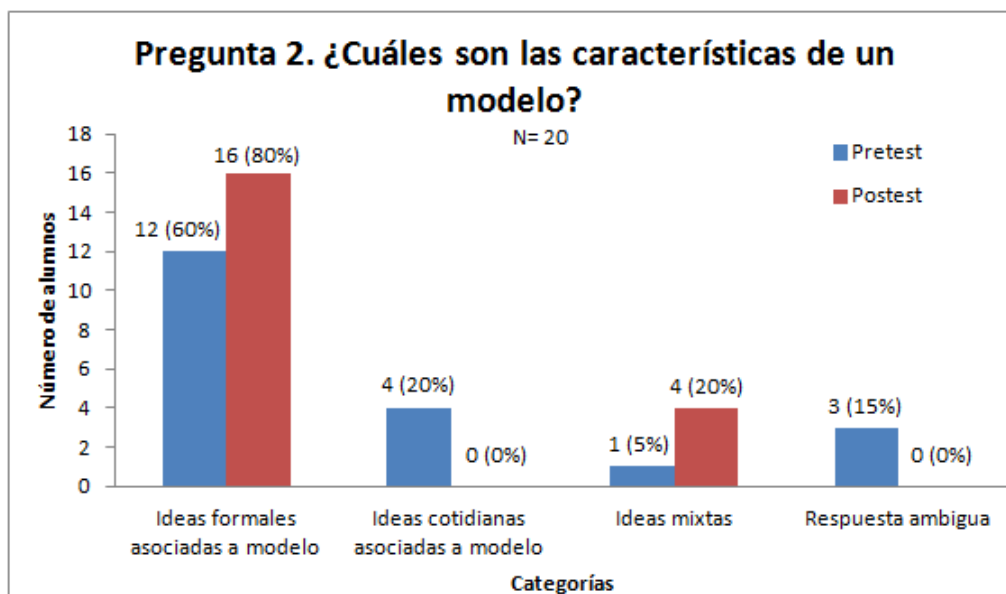
Transcripción: “Se caracteriza para perfeccionar algún objeto o persona, utilizando una base determinada”.

Ejemplo 3

F16 (Pretest):

**Transcripción:** “Es un sistema de representación para algo”.

En la Gráfica 7.2.1 se presentan las categorías correspondientes a la pregunta, así como el porcentaje y el número de alumnos relacionado a estas.



Gráfica 7.2.1. Categorías asociadas a la pregunta 2.

En la gráfica se puede observar que se presentaron diversos cambios en las frecuencias del pretest y posttest, y por ende, en los porcentajes de las categorías. La categoría “Ideas formales asociadas a modelo” aumentó en el posttest; las categorías “Ideas cotidianas asociadas a modelos” y “Respuesta ambigua” desaparecieron; mientras que la categoría “Ideas mixtas” aumentó en el posttest. Enseguida se muestran algunos ejemplos donde se pueden observar dichos cambios:

*Ejemplos de respuestas***Ejemplo 1**

<i>F4</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Supongo son las reglas que se tienen para trabajar con este tipo de modelos”.	“Explicar en base a una representación de la teoría”.

En el ejemplo 1, se puede observar como las ideas de la estudiante pasaron de considerar que las características de un modelo son un conjunto de reglas, a manifestar que una de sus características es su poder explicativo mediante una representación.

Ejemplo 2

<i>F9</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Las características de un modelo son Que sea a escala. Son constuidos por dibujos. Puede ser graficamente o conceptualmente”.	“Un modelo es: grafico: puede ser un dibujo, una grafica o conceptual Escalar: Es una escala de algo por ejemplo del cuerpo humano Es limitado: No todos los modelos sirven para lo mismo. por ejenplo un mapa de una colonia no me sirve para saber la ubicación de un Estado de México necesito un modelo de un mapa de México”.

En el ejemplo 2, se observa que en el pretest la estudiante manifestó que las características de un modelo son la escala y reitera que son que son gráficos. Mientras que en el posttest, a pesar de seguir indicando que las características son la escala y que son gráficos, mencionó y ejemplificó que son limitados; lo cual representa un avance considerable.

Ejemplo 3

<i>M18</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Se divide en ciertos paso y tiene una estructura que se asemeja a la realidad”.	“Que tenga cierto grado de precisión con lo que se quiere presentar”.

En el ejemplo 3, se observa que el alumno manifestó en el pretest que un modelo se caracteriza por su estructura y que está constituido por pasos (lo cual aparentemente está restringiendo el concepto a procesos); en el posttest, indicó que una de sus características es el grado de precisión, lo cual se puede interpretar como que un modelo se caracteriza por ser una aproximación de un objeto de estudio.

Por otra parte, hay que mencionar que también se observó un cambio entre las ideas manifestadas por los estudiantes en el pretest y posttest de la categoría “Ideas formales asociadas a modelos”. En ambas respuestas los alumnos presentaron ideas formales pero, en general, las ideas expuestas en el posttest mostraron ideas diferentes y muchas de ellas acordes con las abordadas en el desarrollo del trabajo práctico en cuestión. Esto se puede observar en los ejemplos 4, 5 y 6.

*Ejemplos de respuestas***Ejemplo 4**

<i>F2</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Se caracterizan por dar una explicación mejor para dar entendimiento a las personas que lo estudian”.	“El modelo tiene que coincidir con lo planteado Es una aproximación de un fenómeno”.

En el ejemplo 4, se observa que en el pretest el estudiante menciona el poder explicativo como una característica de los modelos, en tanto que en el posttest hace mención de que son una aproximación, lo cual tiene implícita la idea de que son limitados.

Ejemplo 5

<i>M23</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Debe de tener información coherente, que tengan sentido y puedan ser usados universalmente”.	“Pues tiene límites no todos los modelos representan la misma cosa sólo representa un fenómeno determinado y sus características, debe de ser comprobable y debe de pasar por un método científico que lo acepten las personas y llegar en algunos casos a ser un modelo universal”.

En el ejemplo 5, el estudiante menciona en el pretest las características de coherencia y universalidad. Y en el posttest el alumno resalta que tienen límites, son comprobables y en ciertos casos universales.

Ejemplo 6

<i>F25</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Eficaz aproximación, ningún modelo por más detallado que sea, puede abarcar la totalidad de un fenómeno Descripción muy real Esquematización Conceptuales (ecuación) Materiales (maqueta ó mapa)”.	“Modificable o actualizable Confiable Verificable”.

En el ejemplo 6, la alumna mencionó las características de eficacia, límites, manifestó que hay diferentes tipos y lo consideró como una descripción real. En cambio en el posttest, la estudiante se enfocó en indicar que son modificables, confiables y verificables; dejando de lado la idea que son descripciones reales.

Para finalizar el análisis de esta pregunta, a continuación se presenta a manera de resumen las categorías y subcategorías relacionadas en la Tabla 7.2.2.

Tabla 7.2.2. Categorías y subcategorías relacionadas a la pregunta 2.

Categorías	Subcategorías
1.Ideas cotidianas asociadas a modelos	No aplica
2.Ideas formales asociadas a modelos	No aplica
3.Ideas mixtas	No aplica
4.Respuesta ambigua	No aplica

Pregunta 3. ¿Para qué se utilizan los modelos en la Química?

Las respuestas de esta pregunta se organizaron en cuatro categorías, una de las cuales pertenece a las descritas en la pregunta 2 (“Respuesta ambigua”). Las categorías correspondientes se detallan a continuación:

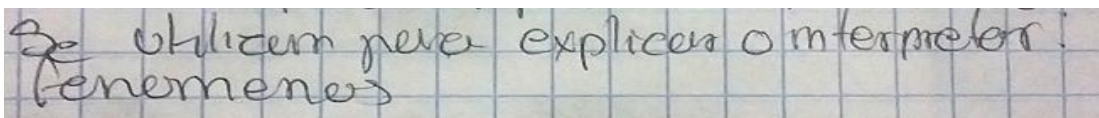
Categoría 5. Idea general del concepto.

Esta categoría describe las respuestas del pretest y postest que reconocen que un modelo se utiliza en la Química para representar o explicar fenómenos químicos o el comportamiento de la materia.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 5:

Ejemplo 1

F9 (Pretest):

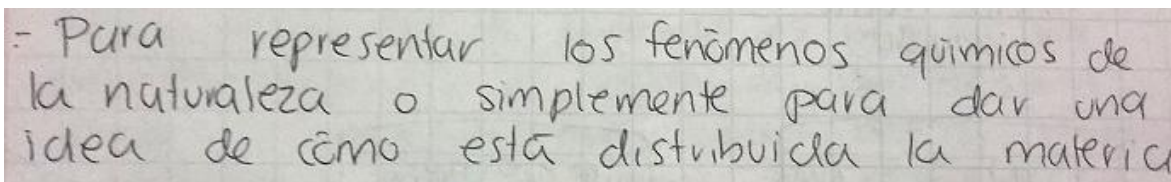


Se utilizan para explicar o interpretar fenomenos

Transcripción: “Se utilizan para explicar o interpretar fenomenos”.

Ejemplo 2

M13 (Postest):

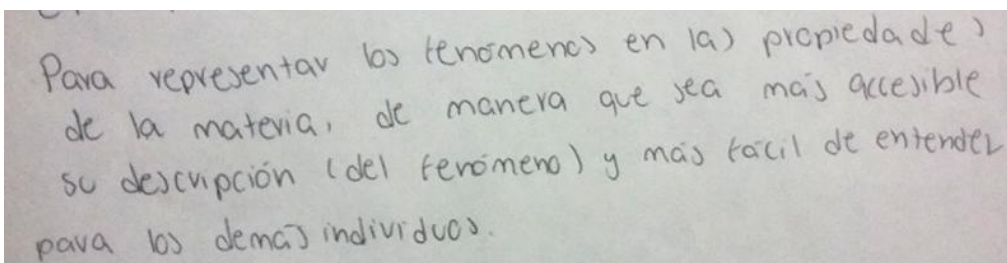


- Para representar los fenomenos quimicos de la naturaleza o simplemente para dar una idea de como esta distribuida la materia

Transcripción: “Para representar los fenómenos químicos de la naturaleza o simplemente para dar una idea de cómo está distribuida la materia”.

Ejemplo 3

F22 (Pretest):



Para representar los fenomenos en las propiedades de la materia, de manera que sea mas accesible su descripcion (del fenomeno) y mas facil de entender para los demas individuos.

Transcripción: “Para representar los fenómenos en las propiedades de la materia, de manera que sea más accesible su descripción (del fenómeno) y más fácil de entender para los demás individuos”.

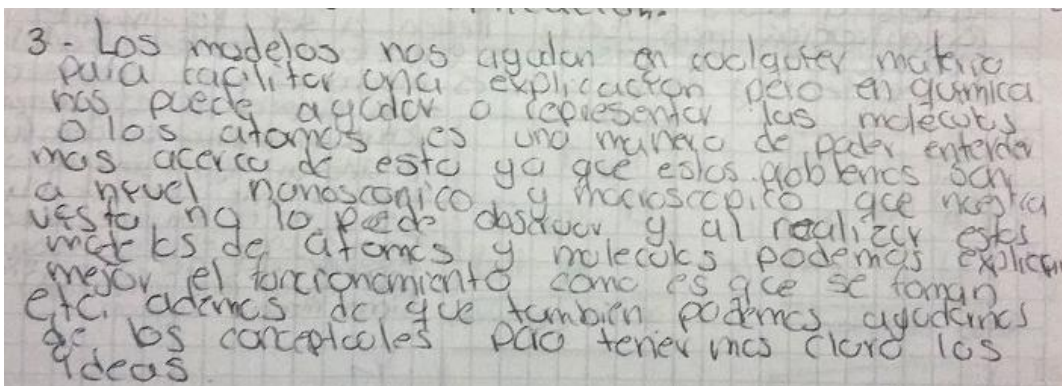
Categoría 6. Aplicación de concepto.

Conjuntan las respuestas del pretest y postest en las que además de reconocer que un modelo se utiliza en Química para representar y/o estudiar fenómenos químicos, se mencionan diversos ejemplos asociados a la asignatura o se resalta el papel de los modelos en el estudio de los diferentes niveles de aproximación utilizados en Química (macroscópico, microscópico y simbólico). Lo cual muestra que el alumno es capaz de aplicar el concepto al seleccionar y/o explicar brevemente un ejemplo de modelo.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 6:

Ejemplo 1

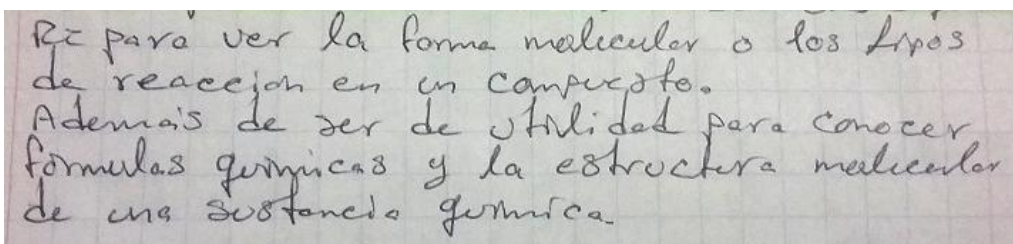
M8 (Postest):



Transcripción: “Los modelos nos ayudan en cualquier materia para facilitar una explicación pero en química nos puede ayudar o representar las moléculas o los átomos es una manera de poder entender más acerca de esto ya que estos problemas son a nivel nanoscópico y macroscópico que nuestra vista no lo puede observar y al realizar estos modelos de átomos y moléculas podemos explicar mejor el funcionamiento como es que se forman etc. además de que también podemos ayudarnos de los conceptuales para tener más clara las ideas”.

Ejemplo 2

M15 (Pretest):

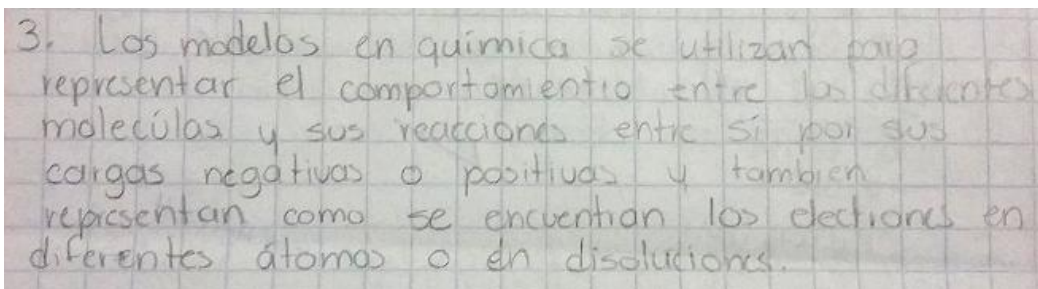


Transcripción: “Para ver la forma molecular o los tipos de reacción en un compuesto. Además de ser de utilidad para conocer fórmulas químicas y la estructura molecular de una sustancia química.”

de ser de utilidad para conocer fórmulas químicas y la estructura molecular de una sustancia química”.

Ejemplo 3

F16 (Postest):



Transcripción: “Los modelos en química se utilizan para representar el comportamiento entre las diferentes moléculas y sus reacciones entre sí por sus cargas negativas o positivas y también representan como se encuentran los electrones en diferentes átomos o en disoluciones”.

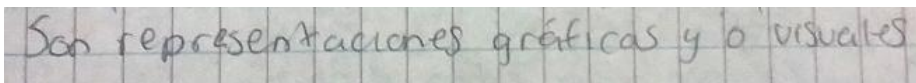
Categoría 4. Respuesta ambigua.

En esta categoría figuran las respuestas del pretest y postest en las que la interpretación de la respuesta es dudosa. Debido a que la respuesta posee poca información o es confusa, lo que no permite realizar una interpretación satisfactoria de la respuesta.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 4:

Ejemplo 1

F20 (Pretest):

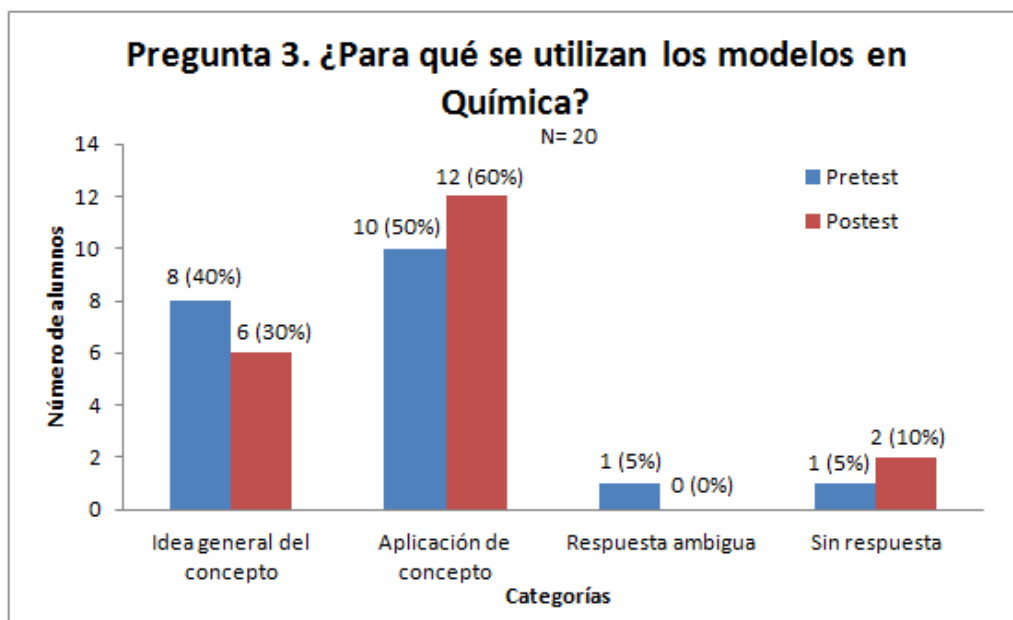


Transcripción: “Son representaciones gráficas y o visuales”.

Categoría 7. Sin respuesta.

Esta categoría representa las preguntas del pretest y el postest que no fueron contestadas por el estudiante.

En la Gráfica 7.2.2 se presentan las categorías correspondientes a la pregunta, así como el número y porcentaje de alumnos asociados a cada una.



Gráfica 7.2.2. Categorías asociadas a la pregunta 3.

En la gráfica se muestra que las categorías exhibieron cambios en las frecuencias y, por lo tanto, en los porcentajes relacionados. Con respecto al pretest, en el postest la categoría “Aplicación de concepto” aumentó; la categoría “Idea general del concepto” disminuyó; la categoría “Respuesta ambigua” desapareció; y la categoría “Sin respuesta” aumentó. Enseguida se presentan algunos ejemplos que exponen lo anterior:

Ejemplos de respuestas

Ejemplo 1

<i>F20</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Son representaciones gráficas y o visuales”.	“Para explicar un fenómeno del que ya se tiene como algún concepto (o algo previo)”.

En el ejemplo 1, la alumna pasó de manifestar una idea ambigua a una donde describe que los modelos en Química sirven para explicar un fenómeno.

Ejemplo 2

<i>F16</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Para predecir acontecimientos que no han sido observado aún, e investigar fenómenos de la vida real”.	“Los modelos en química se utilizan para representar el comportamiento entre las diferentes moléculas y sus reacciones entre sí por sus cargas negativas o positivas y también representan como se encuentran los electrones en diferentes átomos o en disoluciones”.

En el ejemplo 2, la estudiante pasó de describir una idea general donde los modelos se utilizan para estudiar fenómenos, a resaltar el papel de los modelos en química y dar algunos ejemplos de modelos como molécula, ion y átomo.

Ejemplo 3

<i>F22</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Para representar los fenómenos en las propiedades de la materia, de manera que sea más accesible su descripción (del fenómeno) y más fácil de entender para los demás individuos”.	“Se utilizan los modelos como figuras abstractas que se encargan de describir los fenómenos de la naturaleza. Justifico mi respuesta mediante la deducción de lo que es la química (como ciencia que explica los fenómenos de la composición de la materia) y de la utilidad de los modelos. Un ejemplo puede ser: Bohr”.

En el ejemplo 3, se observa que la alumna pasó de una idea general del concepto a la aplicación del concepto, pues en el postest además de mencionar el uso de los modelos en la asignatura, citó como ejemplo el modelo atómico de Bohr.

También, debe mencionarse que se detectó un cambio entre las ideas manifestadas por los alumnos al comparar el pretest y postest de la categoría “Aplicación del concepto”. En general, las ideas manifestadas en el postest mostraron ideas diferentes y varias de ellas son acordes con las mencionadas en el trabajo práctico. Esto se puede observar en los ejemplos 4, 5 y 6.

Ejemplos de respuestas

Ejemplo 4

<i>F1</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Postest:</i>
“Para describir las sustancias, así como para analizar los niveles como el simbólico relacionado con el macro y el micro. También para representar algo que no conocemos muy bien”.	“Para explicar cosas que a veces no podemos ver a simple vista como los átomos, estos sirvieron para explicar como era su estructura, pero también va a variar respecto a lo que se necesite explicar”.

En el ejemplo 4, en el pretest la estudiante mencionó que los modelos sirven para describir las sustancias y resaltó su importancia en los tres niveles de representación utilizados en Química. Y en el postest, se observó una mayor coherencia en las ideas, la alumna en este caso se centró en el modelo del átomo; resaltando su función y el hecho de que existen diferentes modelos para esta entidad.

Ejemplo 5

<i>M8</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Pues pueden ayudarnos para poder entender mejor un tema ademas lo podemos analizar de diferentes modos y utilizar el lenguaje apropiado como ecuaciones quimicas etc.”.	“Los modelos nos ayudan en cualquier materia para facilitar una explicacion pero en quimica nos puede ayudar o representar las moleculas o los atomos es una manera de poder entender mas acerca de esto ya que estos problemas son a nivel nanoscopico y macroscopico que nuestra vista no lo puede observar y al realizar estos modelos de atomos y moleculas podemos explicar mejor el funcionamiento como es que se forman etc. ademas de que tambien podemos ayudarnos de los conceptuales para tener mas clara las ideas”.

En el ejemplo 5, en el pretest el estudiante hizo mención de las ecuaciones químicas como modelos, en cambio en el posttest el alumno enriqueció su respuesta y mencionó como modelos químicos a los átomos y moléculas. A la vez que resaltó su importancia al estudiar los niveles nanoscópico y macroscópico.

Ejemplo 6

<i>F14</i>	
<i>Pretest:</i>	<i>Posttest:</i>
“Para poder representar algo, como una reacción, una molécula, algo muy difícil de observar a simple vista, o un proceso muy largo”.	“Para poder observar lo que sucede, por ejemplo, con las moléculas y iones en una reacción, o una sustancia puede tardar mucho en reaccionar y un modelo nos presenta el resultado de la reacción en tiempo presente”.

En el ejemplo 6, en el pretest la estudiante mencionó a las moléculas y reacciones como modelos. Y en el posttest hizo referencia de nueva cuenta a moléculas y reacciones, pero adicionó a los iones y en este caso señaló a la ecuación química donde podemos encontrar descrito el resultado de una reacción.

A continuación en la Tabla 7.2.3, se presentan a manera de resumen las categorías y subcategorías asociadas a la pregunta.

Tabla 7.2.3. Categorías y subcategorías relacionadas a la pregunta 3.

Categorías	Subcategorías
Categoría 5. Idea general del concepto.	No aplica
Categoría 6. Aplicación de concepto.	No aplica
Categoría 4. Respuesta ambigua.	No aplica
Categoría 7. Sin respuesta.	No aplica

Pregunta 4. Menciona un ejemplo de modelo utilizado en Química, Física o Biología. Y su uso en dicha disciplina.

Esta pregunta solo apareció en el postest y se colocó en éste con la finalidad de que los alumnos describieran ejemplos de modelos no solo en la asignatura de Química, sino también en Física y Biología; de manera tal que, tuvieran la oportunidad de aplicar el concepto de modelo no solo en Química, sino también en otros ámbitos.

En general, las respuestas de los alumnos se enfocaron en la asignatura de Química, mencionando como ejemplos de modelos al electrón, el átomo (de Bohr, de Dalton, de Rutherford o de Thomson), las fórmulas, las moléculas, los iones, el enlace químico, los compuestos, la ecuación química, entre otros.

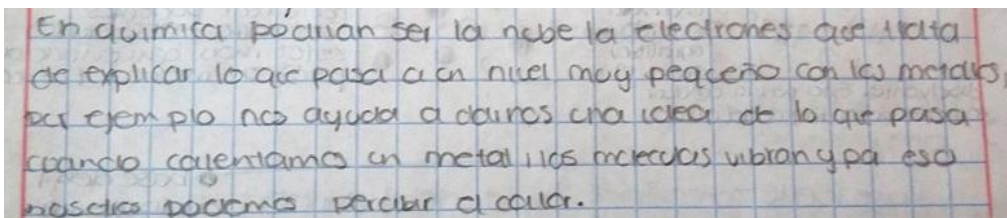
En la asignatura de Física se mencionó el modelo atómico y el péndulo.

Y en relación con la asignatura de Biología, se vincularon con la fotosíntesis, el ciclo de Krebs, la cadena de DNA y la membrana celular. Lo anterior se puede observar a continuación en los ejemplos 1, 2 y 3.

Ejemplos de respuestas

Ejemplo 1

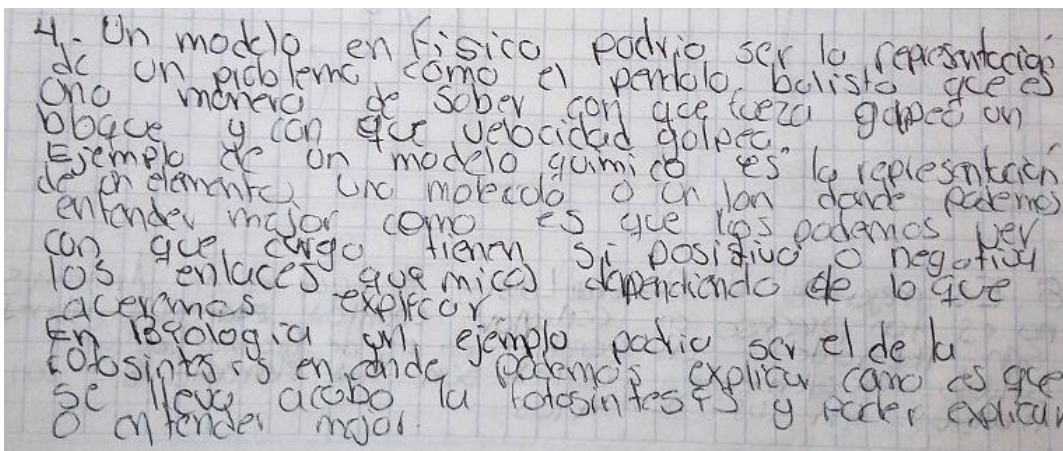
F7 (Posttest):



Transcripción: “En química podrían ser la nube de electrones que trata de explicar lo que pasa a un nivel muy pequeño con los metales, por ejemplo nos ayuda a darnos una idea de lo que pasa cuando calentamos un metal, las moléculas vibran y por eso nosotros podemos percibir el calor”.

Ejemplo 2

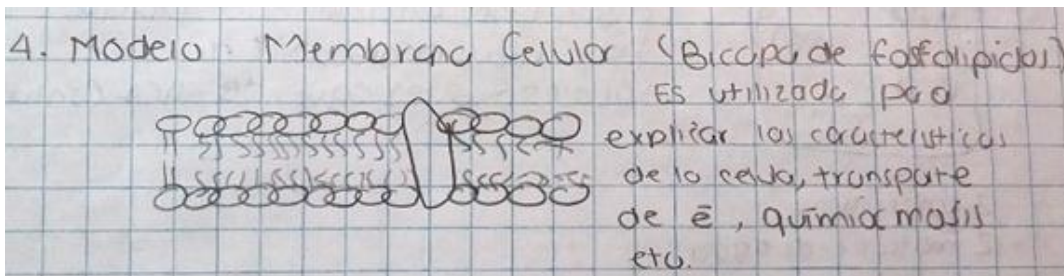
M8 (Posttest):



Transcripción: “Un modelo en física podría ser la representación de un problema como el péndulo balístico que es una manera de saber con que fuerza golpeó un bloque y con que velocidad golpea. Ejemplo de un modelo químico es la representación de un elemento una molécula o un ion donde podemos entender mejor como es que los podemos ver con que carga tienen si positiva o negativa los enlaces químicos dependiendo de lo que queremos explicar. En Biología un ejemplo podría ser el de la fotosíntesis en donde podemos explicar como es que lleva a cabo la fotosíntesis y poder explicar o entender mejor”.

Ejemplo 3

F25 (Postest):



Transcripción: “Modelo Membrana Celular (Bicapa de fosfolipidos). Es utilizada para explicar las características de la célula, transporte de e-, quimiosmosis etc.”.

Para finalizar esta sección, se debe recordar que antes de aplicar el trabajo práctico, los alumnos realizaron una pequeña investigación y una breve exposición del tema; lo cual se nota al observar las respuestas del pretest, ya que un considerable número de alumnos manifestó ideas formales asociadas a modelos.

A pesar de esto, al comparar las respuestas del pretest y postest, se puede ver que hubo cambios en las ideas exhibidas en los postest de los estudiantes, aún en el caso de las categorías “Ideas formales asociadas a modelos” y “Aplicación del concepto.”

Con respecto al análisis de las categorías presentadas, de manera general, se puede concluir con base en las ideas manifestadas por los alumnos en el postest que consideraron con respecto a los modelos que:

- ❖ Un modelo es una representación, ya sea de un fenómeno, un problema, una situación, un proceso, un sistema, etc.
- ❖ Existen diferentes tipos de modelos como gráficos, físicos, matemáticos, conceptuales, etc.
- ❖ Los modelos se caracterizan por ser una aproximación, que son limitados, explicativos, modificables, que simplifican información, etc.

- ❖ Los modelos son una herramienta de apoyo para estudiar fenómenos que ocurren a nivel submicroscópico y macroscópico.
- ❖ Los modelos se utilizan en la asignatura de Química para explicar o representar un fenómeno o proceso. Y en general, los alumnos no solo mencionaron los ejemplos revisados en el trabajo práctico, sino que pudieron reconocer otros modelos utilizados en la asignatura; incluso algunos estudiantes fueron capaces de trasladar el concepto a asignaturas como Biología y Física.

En general, en las respuestas del postest los estudiantes manifestaron ideas que se abordaron durante el desarrollo del trabajo práctico.

También, se debe mencionar que aún en el postest algunos estudiantes manifestaron algunas dificultades, tales como:

- ❖ Considerar que los modelos solo representan "lo que no se puede ver a simple vista".
- ❖ Indicar que los modelos cambian conforme pasa el tiempo, y en este proceso se van "perfeccionando".
- ❖ Mencionar que tienen que representar una "actividad experimental".
- ❖ Señalar que son una representación "abstracta" de un fenómeno.
- ❖ Manifestar que siguen considerando que un modelo se caracteriza por ser o tener "una escala".

Con base en lo anterior, se puede decir que el concepto de modelo parece no tener un alto grado de dificultad para que la mayoría de los alumnos lo comprendan con la adecuada estrategia utilizada por el maestro: con una breve investigación por parte de los alumnos, con la aplicación de trabajos prácticos sencillos como el que se presenta en esta tesis, con realizar recordatorios recurrentes sobre el concepto y sus características al abordar nuevos temas; se puede promover en el estudiante una mejor comprensión y a la vez darle más oportunidades de aplicar el concepto.

Con respecto a los objetivos relacionados con el trabajo práctico, los cuales pretendieron que el estudiante:

- ❖ Manifestara y reflexionara sobre sus ideas cotidianas en torno a los modelos.
- ❖ Reconociera el concepto de modelo utilizado en el campo de la Química (en este caso el descrito por Chamizo (2013a).
- ❖ Reconociera que los modelos tienen alcances y limitaciones.

Se puede decir que, en general, se cumplieron de manera satisfactoria. Pues la mayoría de los alumnos en el postest consideraron a un modelo como una representación. Reconocieron que son útiles para estudiar un tópico específico y que tienen limitaciones, entre otras características relevantes que mencionaron.

Debido a la investigación previa realizada por los estudiantes no hubo una manifestación espontánea de sus ideas asociadas a modelos, pero tomando en cuenta los cambios detectados entre las ideas expuestas en el pretest y en el postest, se puede señalar que hubo una reflexión por parte de los estudiantes, la cual los llevó a modificar sus ideas iniciales.

Por otro lado, a partir de las observaciones realizadas en clase y del análisis de resultados, se realizaron diversas modificaciones a este trabajo práctico. Y a su vez, se plantearon algunas recomendaciones, las cuales se describen a continuación:

Recomendaciones para la aplicación de la propuesta de este trabajo práctico:

- ❖ No pedir una investigación previa a la aplicación del mismo, para favorecer que los estudiantes manifiesten espontáneamente sus ideas cotidianas respecto a modelos.
- ❖ Hacer especial énfasis en que los procesos también pueden representarse mediante modelos.
- ❖ Mencionar de manera explícita las características de un modelo, enunciarlas y describirle a los alumnos en qué consiste cada una.

- ❖ Realizar recordatorios recurrentes sobre el concepto y sus características al abordar nuevos temas.
- ❖ Dar a los estudiantes varias oportunidades de aplicar el concepto.

7.2.2 Resultados y el análisis del Trabajo Práctico "Fuerte o débil"

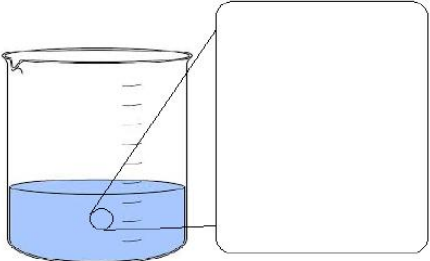
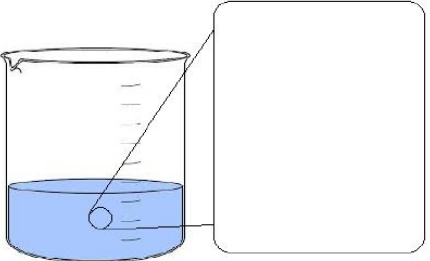
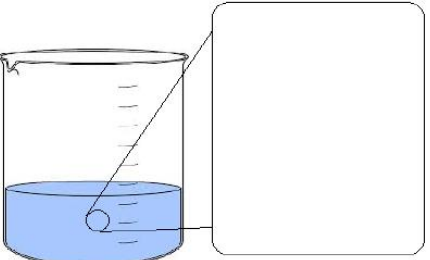
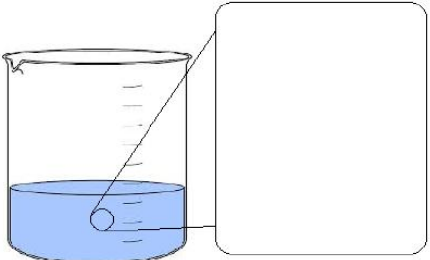
El trabajo práctico en cuestión se conformó de siete incisos, de los cuales el inciso "A" tuvo la función de un pretest, que contiene las ideas iniciales de los estudiantes. El inciso "F" fungió como un postest, las instrucciones de este inciso le solicitaron al alumno repetir la tarea requerida en el pretest.

Las respuestas recopiladas de ambas pruebas se contrastaron y analizaron con el propósito de detectar: a) si hubo cambios en las representaciones y/o explicaciones, b) la comprensión del concepto y, c) las dificultades manifestadas por los estudiantes.

Se realizó una revisión exhaustiva de la información recopilada de los incisos restantes, con base en la cual se describieron algunas dificultades y creencias exhibidas por los alumnos; así como algunas recomendaciones para aplicar el trabajo práctico en el aula, las cuales se mencionan al final de esta sección.

Las indicaciones correspondientes de ambas pruebas se muestran en la Tabla 7.2.4.

Tabla 7.2.4. Indicaciones que conforman el pretest y el postest.

Pretest	
<p>A. Con respecto a las disoluciones de los ácidos de Arrhenius HCl 1 M y CH₃COOH 1 M que se te muestran. Imagina que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones. Dibuja como verías las partículas tomando en cuenta que las disoluciones tienen la misma concentración. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.</p>	
	
Disolución de ácido clorhídrico 1M:	Disolución de ácido acético 1M:
_____ _____ _____	_____ _____ _____
Postest	
<p>F. Imagina de nuevo que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones, dibuja como se verían las partículas; toma en cuenta tus observaciones y las explicaciones anteriores. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.</p>	
	
Disolución de ácido clorhídrico 1M:	Disolución de ácido acético 1M:
_____ _____ _____	_____ _____ _____

Las respuestas recopiladas de los alumnos se organizaron en tres categorías, las cuales surgieron de la comparación y el análisis de las representaciones del pretest y el postest.

Se debe aclarar que para la organización de las categorías se tomaron en cuenta solo las representaciones gráficas (dibujos) de los estudiantes, ya que los alumnos no incorporaron notas, descripciones o explicaciones al 25% de las representaciones gráficas, lo que dificultó realizar una comparación de las mismas.

También se debe mencionar que la presencia de partículas de disolvente, así como la relación entre la cantidad de partículas de soluto y disolvente, no se tomaron en cuenta para considerar como adecuadas las representaciones de los estudiantes, debido a que el análisis de esta actividad se centró principalmente en el concepto de fuerza de ácidos y bases de Arrhenius.

Sin embargo, algunas de las notas, explicaciones y dificultades manifestadas por los estudiantes asociadas a sus representaciones; se mencionan y se interpretan en la parte final de la presente sección.

Las categorías correspondientes se describen y ejemplifican a continuación:

Categoría 8. Sin cambio en la representación

En esta categoría están presentes las respuestas que no mostraron modificación en las representaciones al comparar el pretest y el postest.

En este caso particular todas las representaciones incluidas en la categoría se interpretaron como correctas, en cuanto a mostrar adecuadamente el concepto de fuerza de los ácidos de Arrhenius en cuestión. De manera tal que, las moléculas del HCl las representaron totalmente ionizadas, las del CH_3COOH parcialmente ionizadas, y en cada caso los iones estaban escritos de manera correcta.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 8:

Ejemplo 1

M13 (HCl pretest)

Disolución de ácido clorhídrico 1M:

Las moléculas del ácido clorhídrico se ionizaron y por eso se separaron.

M13 (HCl postest)

Disolución de ácido clorhídrico 1M:

El ácido fuerte tiene la capacidad de disociarse más rápido.

En el ejemplo 1, se observa que tanto en el pretest como en el postest el alumno representó las moléculas de HCl totalmente ionizadas en iones cloro e hidrógeno, y a su vez, también hace explícita la presencia de las partículas de disolvente.

Ejemplo 2

F16 (CH₃COOH pretest)

Disolución de ácido acético 1M:

Porque las moléculas del ácido acético por ser ácido dan un H⁺.

F16 (CH₃COOH postest)

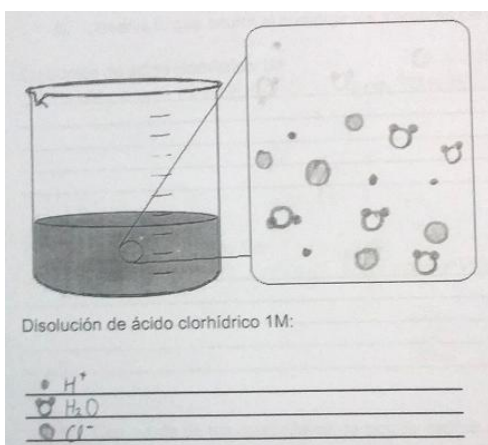
Disolución de ácido acético 1M:

En la disolución al mezclarse con agua se separa el carbón y el hidrógeno.

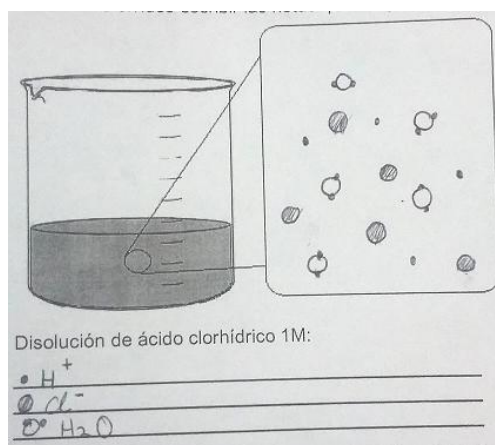
En el ejemplo 2, se puede ver que en el pretest y postest la alumna representó las moléculas de CH_3COOH ionizadas parcialmente en iones acetato e hidrógeno, y también tomó en cuenta las partículas de agua presentes en la disolución.

Ejemplo 3

F19 (HCl pretest)



F19 (HCl posttest)



En el ejemplo 3, se observa que tanto para el pretest como el postest la estudiante utilizó dibujos para representar las disoluciones de HCl, tomando en cuenta las notas que elaboró se puede observar que en sus representaciones el ácido está ionizado totalmente en iones cloro e hidrógeno, y a la vez también detalla que hay moléculas de agua presentes.

Categoría 9. Cambio en la representación

En esta categoría están contenidos los resultados que mostraron un cambio evidente al comparar las representaciones del pretest con las del postest. Esta categoría se dividió en dos subcategorías:

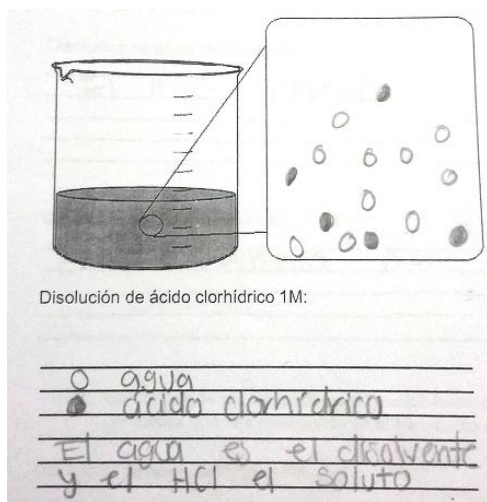
- a) **De inadecuada a adecuada.** En esta subcategoría se encuentran los resultados que mostraron una mejoría notable en las representaciones realizadas por los alumnos, ya que fueron capaces de pasar de una

representación inadecuada (pretest) a una adecuada (postest), en cuanto a representar las partículas de un ácido fuerte y el ácido débil.

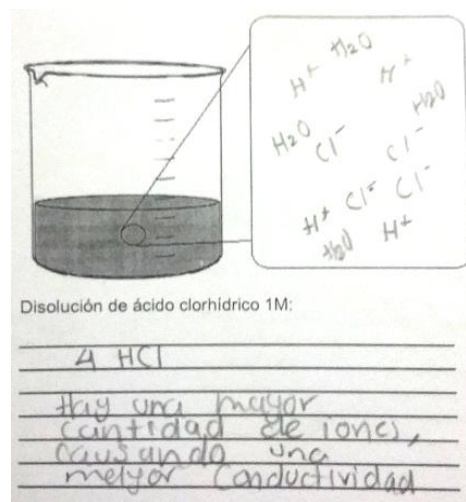
Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 9a:

Ejemplo 1

F14 (HCl pretest)



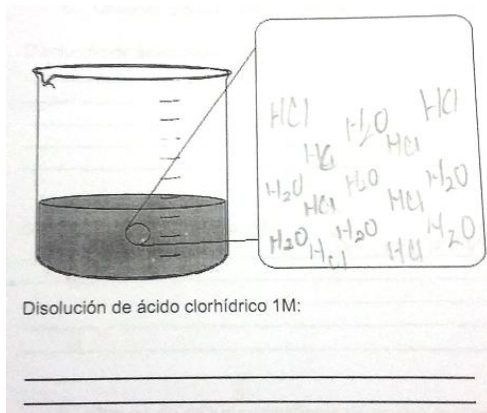
F14 (HCl postest)



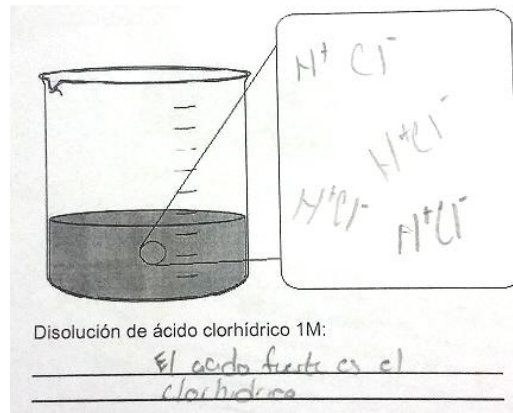
En el ejemplo 1, se puede notar como la alumna en primera instancia utilizó dibujos de bolitas para representar tanto las moléculas del agua como las del HCl, donde no se puede diferenciar los átomos que las componen. En el postest por otra parte, la estudiante utilizó símbolos, representó las moléculas de HCl totalmente ionizadas en sus iones correspondientes e hizo explícita de nueva cuenta la presencia de las moléculas de agua de la disolución.

Ejemplo 2

M18 (HCl pretest)

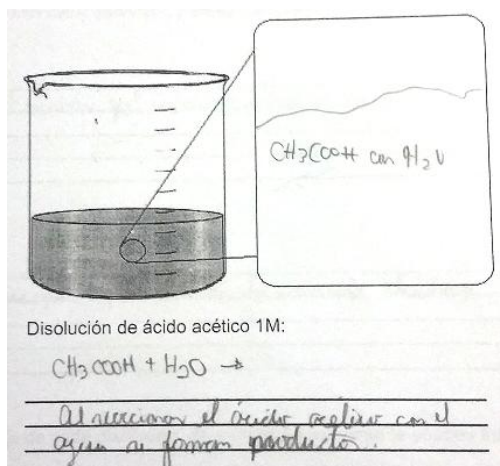
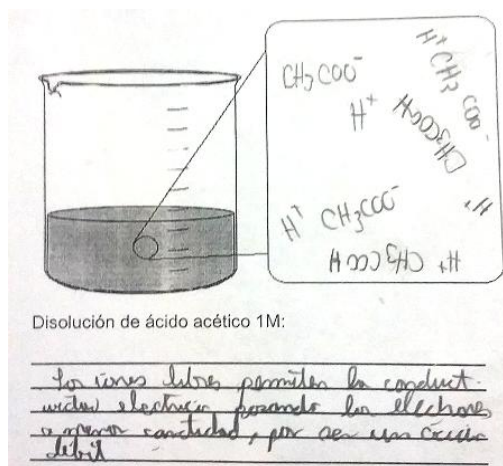


M18 (HCl postest)



En el ejemplo 2, en el pretest el estudiante representó que la disolución está conformada por moléculas de agua y de HCl, en su representación se observa que el ácido no se encuentra ionizado; en el postest, el alumno representó las moléculas totalmente ionizadas, aunque en este caso no detalla la presencia de las moléculas de agua y no toma en cuenta que la concentración es la misma.

Ejemplo 3

M23 (CH₃COOH pretest)M23 (CH₃COOH postest)

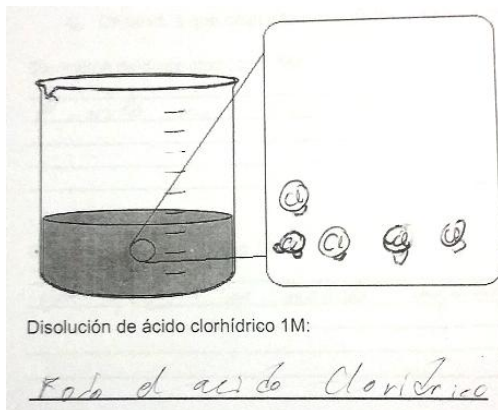
En el ejemplo 3, se muestra que en el pretest el estudiante concibió que ocurre una reacción química entre el agua y el CH_3COOH , pero no detalla cuál es el producto resultante. En cambio en el postest, el alumno fue capaz de representar las moléculas de CH_3COOH parcialmente ionizadas y los iones que representó fueron adecuados. Es interesante indicar que el alumno se refiere a la formación de electrones.

b) Con permanencia de errores. Esta subcategoría engloba los resultados donde se nota una mejoría en las representaciones de los estudiantes, pero aún hay presentes diversos errores relacionados con la representación adecuada de la fuerza de los ácidos; los errores difieren de los observados en el pretest.

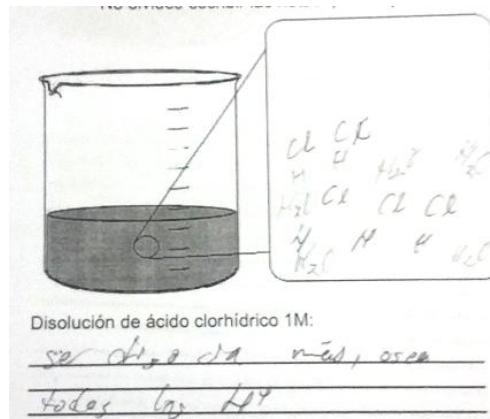
Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 9b:

Ejemplo 1

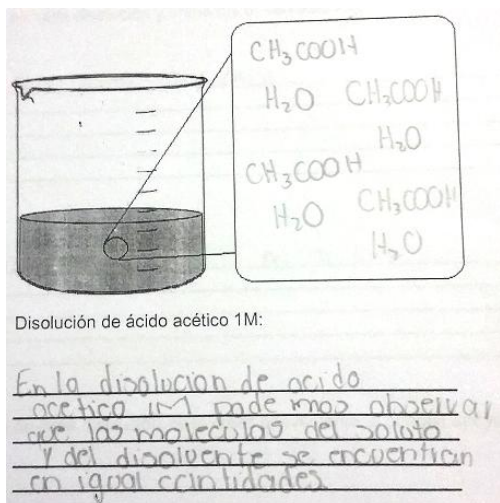
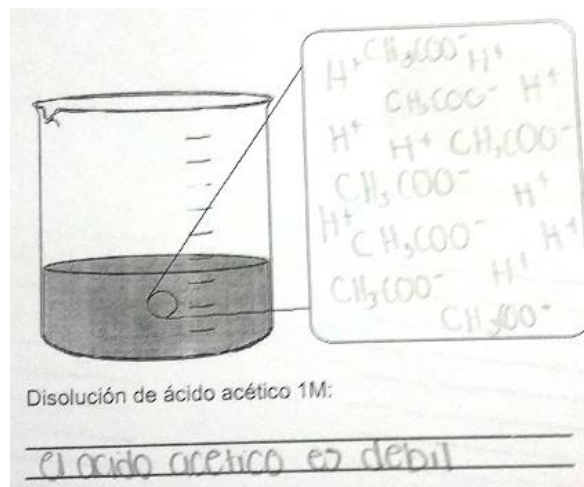
M5 (HCl pretest)



M5 (HCl postest)



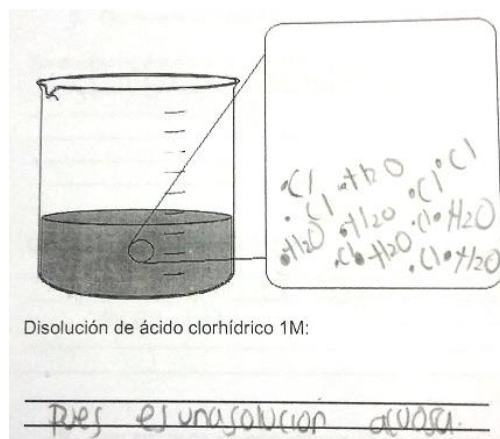
En el ejemplo 1, se muestra como el alumno en el pretest representó las moléculas de HCl utilizando una mezcla de símbolos (para el Cl) y dibujos (aparentemente para el hidrógeno), ninguna molécula está ionizada. En el postest en cambio, aún cuando el alumno expresa que las moléculas de HCl se ionizaron, dicha representación es inadecuada debido a que las partículas carecen de las cargas correspondientes; además hizo explícito que hay moléculas de agua presentes en la disolución.

Ejemplo 2F6 (CH₃COOH pretest)F6 (CH₃COOH posttest)

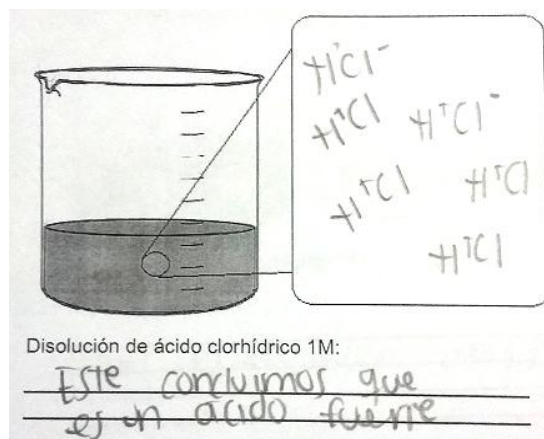
En el ejemplo 2, se puede observar que en el pretest la alumna representó que la disolución está conformada de moléculas de agua y de CH₃COOH, y estas últimas no están ionizadas. En el posttest por otro lado, representó la ionización de todas las moléculas del CH₃COOH, lo cual es inadecuado para representar a un ácido débil de Arrhenius.

Ejemplo 3

F21 (HCl pretest)



F21 (HCl posttest)



En el ejemplo 3, en el pretest se observa como la estudiante representó las moléculas del HCl utilizando el símbolo del cloro y un punto próximo a éste (el cual

se podría interpretar como un hidrógeno), dicho punto también apareció próximo a ciertas moléculas de agua. En el postest, la alumna representó la presencia de iones hidrogeno y cloro, y aunque en algunas partículas de cloro no escribió las carga correspondiente de los iones, expresó que el ácido era fuerte.

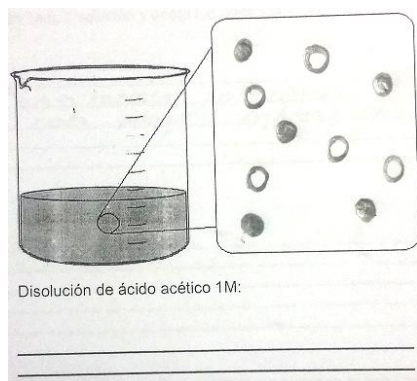
Categoría 10. Indefinido.

Esta categoría incluye los resultados en los que la interpretación es dudosa, ya sea por falta de notas o simbología que ayuden a interpretar las representaciones, o bien, por la carencia de una representación en el pretest o postest contra la cual comparar.

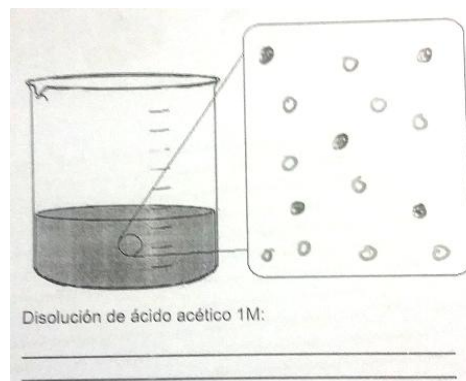
Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 10:

Ejemplo 1

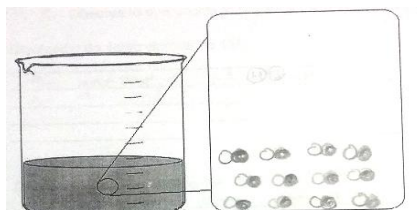
F2 (CH₃COOH pretest)



F2 (CH₃COOH postest)

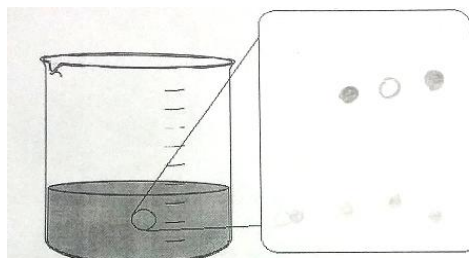


En el ejemplo 1, la falta de simbología o notas aclaratorias tanto en el pretest como en el postest, no permitieron realizar una interpretación de las representaciones.

Ejemplo 2*M3 (HCl pretest)*

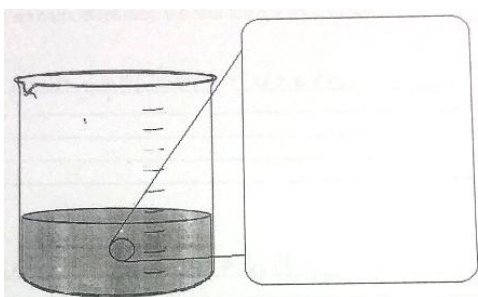
Disolución de ácido clorhídrico 1M:

Círculo que se puede representar de esta manera por que es una disolución y dice que las disoluciones tiene una misma concentración.

M3 (HCl postest)

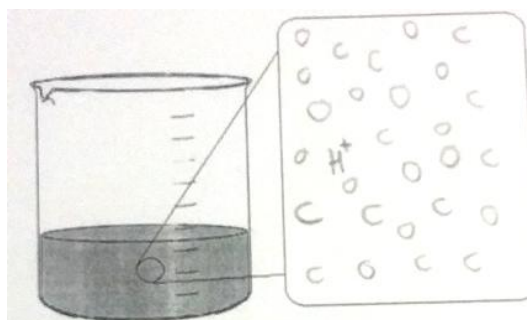
Disolución de ácido clorhídrico 1M:

En el ejemplo 2, aún con la presencia de una nota aclaratoria en el pretest, ésta no permite una adecuada interpretación de la simbología empleada en las representaciones del pretest y del postest.

Ejemplo 3*M12 (CH₃COOH pretest)*

Disolución de ácido acético 1M:

C:12 H:1 O:15 = 28 g/mol

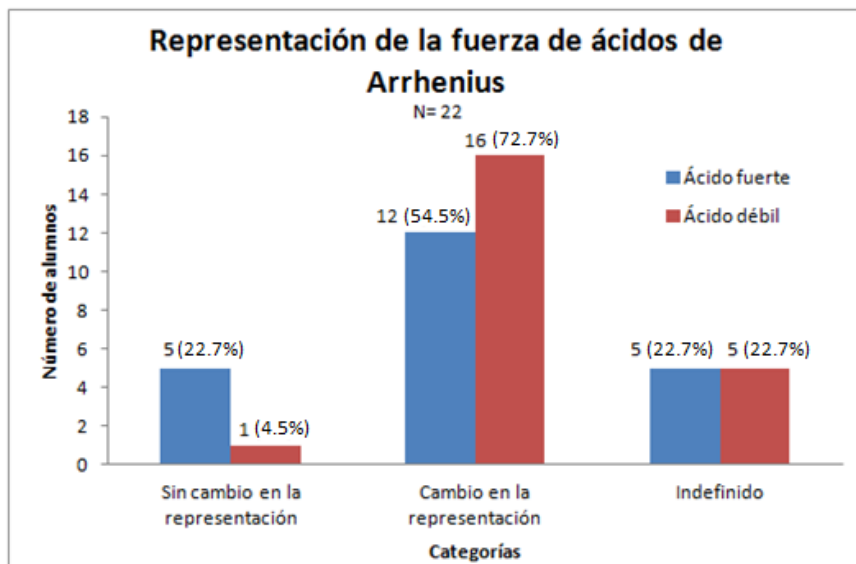
M12 (CH₃COOH postest)

Disolución de ácido acético 1M:

C:12 H:1 O:15 = 28 g/mol

En el ejemplo 3, la falta de la representación correspondiente al pretest no permitió realizar una comparación.

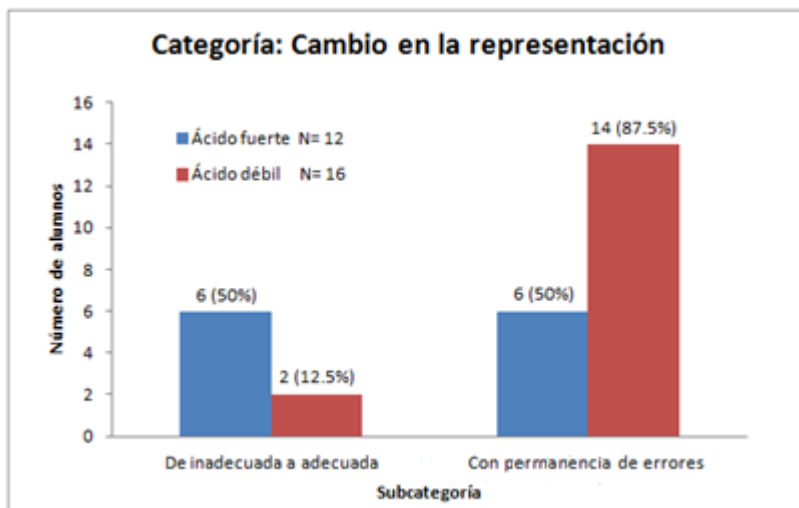
A continuación en la Gráfica 7.2.3 se muestran las categorías correspondientes para este trabajo práctico, así como el porcentaje y el número de estudiantes relacionado a cada una de ellas.



Gráfica 7.2.3. Categorías asociadas para el trabajo práctico “¿Fuerte o débil?”.

En la gráfica se presentan por separado los resultados correspondientes a las representaciones del ácido fuerte (HCl) y del ácido débil (CH_3COOH). En la categoría “Sin cambios en la representación”, un pequeño porcentaje de los estudiantes fue capaz de representar de manera adecuada la fuerza de ambos ácidos, tanto en el pretest como en el postest; dentro de este porcentaje fue mayor el número de alumnos que representaron de manera correcta al ácido fuerte, en comparación con el ácido débil.

Con respecto a la categoría “Cambio en la representación” se observa que un porcentaje considerable de alumnos modificó sus representaciones; para profundizar en dichos cambios se organizaron los datos en dos subcategorías, las cuales se muestran en la Gráfica 7.2.4.



Gráfica 7.2.4. Subcategorías de Cambio en la representación.

En la gráfica se observa que en la subcategoría “De inadecuada a adecuada” seis de los estudiantes fueron capaces de cambiar sus ideas y representar de manera adecuada al ácido fuerte en el postest. Y a su vez, solo dos alumnos realizaron lo mismo con el ácido débil.

Por otro lado, en la subcategoría “Con permanencia de errores” se muestra que seis estudiantes a pesar de modificar sus representaciones con respecto al ácido fuerte, éstas aún exhibieron algunos errores en el postest. Entre estos errores se detectó que separan los átomos de hidrógeno y cloro tratando de representar iones pero sin asociar alguna carga a éstos, ya sea en todos los átomos separados o en una parte de ellos.

En cuanto a las representaciones correspondientes al ácido débil, catorce alumnos modificaron sus representaciones, pero en este caso los errores detectados en el postest fueron más variados. Entre los errores observados se tiene que la molécula se presenta separada tratando de representar el ion hidrógeno y el ion acetato, pero sin asignarles una carga; se muestran todas las moléculas sin ionizar o todas ionizadas; algunas de las partículas ionizadas presentan cargas y otras no; algunas de las partículas separadas o ionizadas que indicaron los alumnos son incorrectas ($\text{CH}_3\text{COOH}^+\text{H}^+$, COOH^- , O, C, $\text{CH}_3\text{COOOH}^-$, COO^-).

Con respecto a la categoría “Indefinido” de la Gráfica 4, cinco alumnos en el caso de cada uno de los dos ácidos no proporcionaron ni representaciones ni notas aclaratorias que permitieran elaborar una adecuada interpretación.

En la Tabla 7.2.5 se resumen las categorías y subcategorías mencionadas.

Tabla 7.2.5. Categorías y subcategorías relacionadas con el trabajo práctico “¿Fuerte o débil?”.

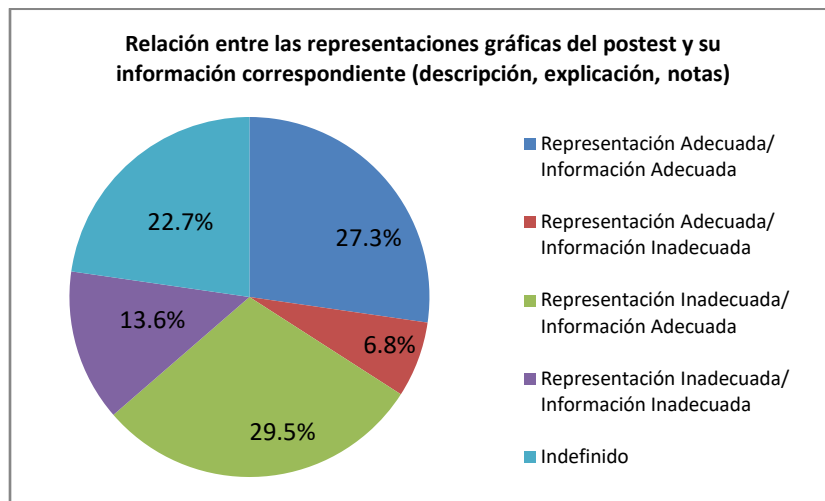
Categorías	Subcategorías
Categoría 8. Sin cambio en la representación	No aplica
Categoría 9. Cambio en la representación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ a) De inadecuada a adecuada ❖ b) Con permanencia de errores
Categoría 10. Indefinido	No aplica

Lo anterior se basó principalmente en el análisis de las representaciones de los estudiantes. A continuación se mencionan y, en ciertos casos, se ejemplifican con transcripciones literales (sin modificar redacción u ortografía expresada por el estudiante) algunas de sus dificultades e ideas manifestadas, retomadas de las notas, descripciones y/o explicaciones de las representaciones, así como de las respuestas de los incisos que no corresponden ni al pretest, ni al postest:

- ❖ Se mencionó que el ácido que se disocia o ioniza más es más fuerte, y el que menos se ioniza o disocia es menos fuerte; o que el ácido acético es más débil; esto corresponde a una escala relativa pues es resultado de una

comparación, y no a una escala absoluta como se maneja en el modelo de Arrhenius.

- ❖ Se relacionó el concepto de fuerza con la rapidez con la cual se disocia el ácido, de manera tal que un ácido fuerte tiene la capacidad de disociarse más rápido que uno débil.
- ❖ Se confundió fuerza con concentración, pues se indicó que el ácido fuerte liberaba mayor cantidad de iones hidrógeno y se representó una mayor cantidad de moléculas (todas ionizadas), en comparación con el ácido débil donde se representaron menos moléculas (también todas ionizadas).
- ❖ Se asoció la fuerza con la distancia entre las partículas ionizadas, manifestando que las partículas de hidrógeno del HCl se separaban más de las partículas de cloro, y que el hidrógeno del CH₃COOH se separaban menos de las partículas de acetato. Un alumno lo describió así: “El ácido clorhídrico permite mayor flujo de electrones porque sus iones están separados y fluyen más libremente”, y con respecto a la disolución de ácido acético citó: “menor flujo porque es orgánico, sus iones están más unidos”.
- ❖ En diversas representaciones gráficas del posttest se observó que su explicación (descripción, notas, etc.) no era acorde con las mismas; aún cuando el 34.1% de las representaciones eran adecuadas, 40.1% eran inadecuadas y el 22.7%, indefinidas. Con respecto a las explicaciones, el 56.8% fueron adecuadas; el 20.4%, inadecuadas y el resto, indefinidas (ver Gráfica 7.2.5).



Gráfica 7.2.5. Relación entre las representaciones gráficas del postest y su información correspondiente.

- ❖ A pesar de que algunos estudiantes describen de forma adecuada el concepto de ácido débil, no son capaces de representarlo adecuadamente
- ❖ Relacionan la intensidad luminosa (mayor o menor) observada con la conductividad eléctrica (mayor o menor), que se presenta al colocar los dos alambres del circuito eléctrico en las disoluciones en cuestión, pero no se asocia la intensidad luminosa o la conductividad observada con una mayor o menor cantidad de iones presentes en la disoluciones.
- ❖ Se asociaron la intensidad luminosa (mayor o menor) y la cantidad de iones (mayor o menor) presentes en las disoluciones, pero sin representarse adecuadamente.
- ❖ Mencionaron que el ácido acético al ser un ácido orgánico conduce la electricidad con mayor dificultad pero, en general, no explicaron las razones de este fenómeno.
- ❖ Se consideró el concepto disociación como sinónimo del concepto ionización.
- ❖ Un alumno mencionó que la mayor intensidad con la que encendió el foco en la disolución del ácido fuerte, se debió a que el HCl es una sal; lo expresó así: “es una sal, por consiguiente al estar disuelta en agua su conductividad aumenta”.

- ❖ Otro alumno describió que un ácido fuerte se caracteriza por tener un pH alto; lo mencionó así: “el HCl tiene un pH más alto, o sea que es un ácido fuerte, los ácidos fuertes tienen una mayor liberación de iones de Hidrógeno”.
- ❖ Un alumno manifestó que las disoluciones poseen energía que es la responsable de que el foco encienda; el estudiante indicó lo siguiente “El foco se encendera por la energía de las soluciones, hay una conductividad”.

A pesar de que el análisis de este trabajo práctico se centró en el concepto de fuerza, también es relevante mencionar que con respecto a la concentración, algunos estudiantes manifestaron diversas creencias y dificultades entre las cuales se tienen las siguientes:

- ❖ En general, los alumnos no tomaron en cuenta la concentración de las disoluciones para realizar sus representaciones, a pesar que durante la clase se hizo énfasis en que ambas disoluciones tenían la misma concentración. Se les dificultó representar dos disoluciones con la misma concentración, haciéndolo con diferente número de partículas de soluto y/o de disolvente.
- ❖ Algunos estudiantes concibieron que la expresión “las disoluciones tienen la misma concentración”, hacía referencia a que en cada disolución hay igual cantidad de partículas de soluto en relación con las del disolvente.

Se debe mencionar de nueva cuenta que antes de aplicar el trabajo práctico, los alumnos realizaron: una breve investigación y exposición acerca de los conceptos concentración, ion, corriente eléctrica y conductividad, así como sobre la relación que existe entre la cantidad de iones presentes en una disolución y su conductividad eléctrica; la resolución grupal de algunos ejercicios sobre concentración, que se habían dejado como tarea previa; y, dos semanas antes efectuaron una investigación extensa y la exposición sobre ácidos y bases de

Arrhenius y Brønsted-Lowry, en la cual se incluyó como parte de la investigación el concepto de fuerza en ambos modelos.

Como se presentó anteriormente, los estudiantes manifestaron diversas dificultades y creencias, sin embargo, al comparar las respuestas del pretest y postest, se pudieron detectar en éste diversos avances en sus representaciones, descripciones y/o explicaciones, algunas de las cuales se mencionan a continuación:

- ❖ Algunos estudiantes cambiaron sus representaciones iniciales en las que utilizaban el modelo de Dalton o dibujos de bolitas, para usar símbolos químicos.
- ❖ En general, los alumnos escribieron adecuadamente los iones de los ácidos en cuestión, principalmente del HCl.
- ❖ Algunos estudiantes que representaron correctamente las partículas del ácido fuerte en el pretest, no justificaron adecuadamente su representación, sin embargo, en el postest su justificación abordó el concepto de fuerza, como se muestra a continuación:

<i>F11 (en la disolución del HCl)</i>	
<i>Notas del pretest</i>	<i>Notas del postest</i>
“Pienso que se podría ver así por los elementos que lo conforman como ácido y porque está diluido en agua”	“El HCl es un ácido fuerte por lo que libera mayor cantidad de iones hidrógeno”

- ❖ Asociaron la intensidad luminosa y/o la conductividad eléctrica (mayor o menor) con la (mayor o menor) cantidad de iones presentes en la disoluciones.
- ❖ Reconocieron que un ácido se ioniza al disolverse en agua, por lo cual la disolución formada es capaz de conducir corriente eléctrica.

- ❖ Describieron al HCl como un ácido fuerte, debido a que es capaz de liberar una mayor cantidad de iones hidrógeno o de ionizarse totalmente.
- ❖ Describieron al CH_3COOH como un ácido débil, debido a que libera una menor cantidad de iones hidrógeno o bien se ioniza parcialmente.
- ❖ Algunos alumnos fueron capaces de representar correctamente dos disoluciones con la misma concentración.
- ❖ Señalaron que el HCl es un ácido fuerte y que el CH_3COOH es un ácido débil, a pesar de no justificar adecuadamente su afirmación.

En general, las notas y representaciones del postest de los alumnos manifestaron diversas ideas que se abordaron durante el desarrollo del trabajo práctico.

En cuanto a los objetivos asociados con este trabajo práctico, los cuales consistieron en:

- ❖ Objetivo: Que el estudiante comprenda el concepto de fuerza de ácidos y bases (utilizando el modelo de Arrhenius).

Se detectó que algunos alumnos no comprendieron de manera global el concepto de fuerza correspondiente al modelo de Arrhenius, si se considera como una comprensión global del concepto, su capacidad de realizar tanto la representación como la descripción adecuada de las partículas de un ácido fuerte o débil. Se debe resaltar que se hizo énfasis en que los estudiantes trataran de realizar la representación de los ácidos en cuestión, ya que su representación implica mayor complejidad que solo verbalizar o describir textualmente las características de un ácido fuerte o uno débil; involucra que los alumnos comprendan a profundidad el concepto de fuerza y sepan modelarlo.

Varios estudiantes fueron capaces de describir que el HCl es un ácido fuerte y el CH_3COOH uno débil; que un ácido fuerte tiene mayor capacidad para ionizarse o se ioniza totalmente; y un ácido débil tiene menor capacidad para ionizarse o se ioniza parcialmente. Sin embargo, varias de sus representaciones no exhibían lo que expresaron de manera escrita.

En el caso de las bases de Arrhenius, la cantidad de respuestas recopilada fue pequeña, por lo que no se realizó un análisis al respecto, sin embargo, si se tomaron en cuenta dentro de la aplicación del trabajo práctico; en la sección 1.4 donde se analiza el postest general, se pueden consultar los resultados relacionados con ellas.

- ❖ **Objetivo:** Disminuir la frecuencia de manifestación de las siguientes concepciones alternativas: Todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos (Ross y Munby, 1991; Figueroa *et al.*, 2006), un ácido fuerte no se disocia en agua (Demircioglu *et al.*, 2005; Artdej *et al.*, 2010).

Se puede decir que después de realizar la actividad, los alumnos reconocieron que hay ácidos fuertes y ácidos débiles, por lo cual se puede concluir que los estudiantes ya no consideraron que todos los ácidos son fuertes.

En cuanto a la creencia de que un ácido fuerte no se disocia en agua, en general, los estudiantes en el postest expresaron mediante sus representaciones que el ácido fuerte, el HCl, se ioniza en agua. Como se puede observar en la concepción alternativa anterior, en diferentes referencias bibliográficas sigue existiendo ambigüedad entre los términos ionización y disociación, por lo que es importante que el profesor comente a sus alumnos la diferencia entre estos dos términos.

- ❖ **Objetivo:** Que los estudiantes comprendan que: La concentración se relaciona con el número de moléculas (moles) presentes por unidad de volumen (Fortman, 1994); y que según el modelo de Arrhenius, la diferencia de la fuerza de los ácidos y de las bases se interpreta según los diferentes grados de ionización (Jiménez-Liso y De Manuel, 2002), de forma tal que, se hace una distinción absoluta entre ácidos fuertes (completamente ionizados en agua) y ácidos débiles (parcialmente ionizados en agua) (De Vos y Pilot, 2001).

En cuanto a la concentración, a pesar de que el análisis del trabajo práctico se enfocó en el concepto de fuerza, se abordó el concepto con los alumnos antes de aplicar la actividad; posteriormente al desarrollo del trabajo práctico se observó

que, los estudiantes asociaban la concentración como la relación entre la cantidad de partículas de soluto y disolvente, pero exhibieron dificultades para representar a nivel submicroscópico las disoluciones. Por lo que, es importante abordar el concepto con mayor profundidad.

El concepto de fuerza es un concepto complicado de entender por el estudiante, debido a que se requiere que: conozca de antemano el modelo de ácidos y bases de Arrhenius y conceptos como ion, ionización, conductividad, etc.; y, que posea cierto grado de dominio de nomenclatura química, entre otros requisitos. Los cuales a su vez, representan dificultades particulares.

Pero a pesar de ello, se consideró que el avance que mostraron los alumnos es relevante y, es evidente que no es posible que un tema como éste se comprenda de manera adecuada después de trabajarlo solo en una ocasión; por lo que es de vital importancia trabajar la descripción y la representación de la fuerza de ácidos y bases en varias ocasiones, que no necesariamente deben desarrollarse enteramente en el aula, sino que pueden ser actividades extraclase.

Para finalizar esta sección, hay que mencionar que a partir del análisis de resultados y de las observaciones realizadas en el aula, se efectuaron varias modificaciones a este trabajo práctico.

A continuación se plantean algunas recomendaciones para su aplicación en el aula:

- ❖ Antes de abordar la Química ácido-base se sugiere introducir el concepto de modelo y tratar de que los alumnos lo comprendan adecuadamente.
- ❖ Trabajar constante y explícitamente con los alumnos los niveles de representación utilizados en Química (macroscópico, submicroscópico y simbólico), enfatizando las diferencias entre ellos y, de preferencia, darles ejemplos en los tres niveles, vinculados con el tema.
- ❖ Se debe trabajar con anterioridad, y durante la aplicación del trabajo práctico, la nomenclatura de ácidos y bases.

- ❖ Antes de aplicar la actividad se recomienda dar una breve explicación sobre los conceptos de átomo, ion, ionización y disociación (pues frecuentemente se presenta confusión entre ellos), así como mencionar varios ejemplos entre los cuales se debe incluir a los ácidos y bases en cuestión.
- ❖ En la explicación y discusión posterior a la realización del experimento, se sugiere elaborar las representaciones de las disoluciones sin resaltar la presencia de las moléculas del disolvente (agua), ya que puede resultar confuso para el estudiante. De hacerlo, es de suma importancia recalcarle al alumno que hay moléculas presentes de disolvente, pero que de momento, se obvian para hacer el modelo más sencillo.
- ❖ Se puede hacer uso de simulaciones para enfatizar la difusión de los iones por toda la disolución.
- ❖ Es recomendable utilizar antes de realizar el experimento un simulador o animación que muestre la relación que hay entre la cantidad de iones y la conductividad eléctrica de una disolución.

El uso de los simuladores se puede dejar de tarea a los estudiantes y posteriormente solo discutirlo grupalmente. De esta manera, los conceptos y la relación entre ion y conductividad no se abordan solo desde un punto de vista teórico, sino de tratar que lo visualicen desde el nivel submicroscópico, con algo más concreto que una mera explicación.

A partir de sus observaciones en el simulador se les puede pedir a los alumnos que dibujen de tarea una disolución que tiene una mayor conductividad eléctrica y una que tiene poca, para que traten de asociar la cantidad de iones con la conductividad y, por lo tanto, con la intensidad de luz con la que enciende un foco en el experimento.

- ❖ El tipo de representaciones que se les proporcione o con las que se trabaje con los estudiantes, previamente y durante el desarrollo del trabajo práctico, influye mucho en la manera en cómo van a interpretar y tratar de realizar sus propias representaciones. Por ello, hay que tratar de que no sean complejas, explicarlas detalladamente y recordarles que se trata de un

modelo, por lo cual solo representan una disolución de manera aproximada y simplificada.

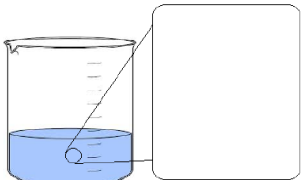
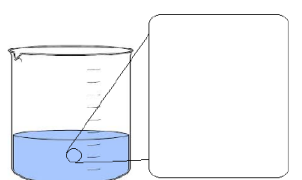
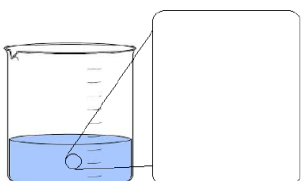
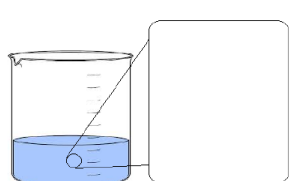
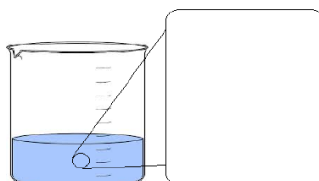
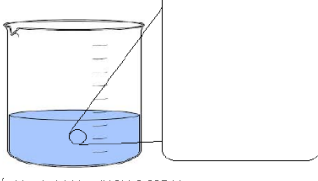
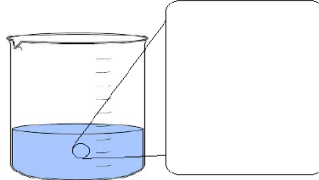
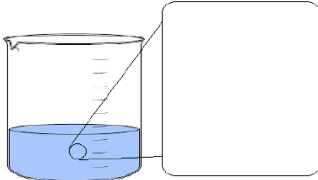
7.2.3 Resultados y el análisis del Trabajo Práctico "¿Fuerte o concentrado?"

Este trabajo práctico, parecido al de "¿Fuerte o débil?", requiere además que el estudiante represente las partículas de un ácido fuerte y las uno débil de Arrhenius; plantea de manera más explícita la necesidad de representar la concentración de las disoluciones, lo cual hace que la tarea requerida aumente en el nivel de complejidad.

El trabajo práctico consiste de siete incisos: El inciso "A" se tomó como pretest y el "F" como postest. La información recolectada de los otros incisos se revisó y se describieron algunas creencias y dificultades exhibidas por los alumnos, y se presentaron recomendaciones para aplicar el trabajo práctico, las cuales se mencionan al final de esta sección.

Las indicaciones correspondientes a los incisos "A" y "F" se muestran en la Tabla 7.2.6.

Tabla 7.2.6. Indicaciones que conforman el pretest y el postest.

Pretest			
<p>A. Con respecto a las disoluciones acuosas de los ácidos de Arrhenius HCl 1 M, HCl 0.007 M, CH₃COOH 1 M y CH₃COOH 0.007 M; que se te muestran. Imagina que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones. Dibuja como verías las partículas tomando en cuenta que las disoluciones tienen diferente concentración. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.</p>			
 <p style="font-size: small;">Ácido clorhídrico (HCl) 1 M</p>	 <p style="font-size: small;">Ácido acético (CH₃COOH) 1 M</p>	 <p style="font-size: small;">Ácido clorhídrico (HCl) 0.007 M</p>	 <p style="font-size: small;">Ácido acético (CH₃COOH) 0.007 M</p>
 <p style="font-size: small;">Ácido clorhídrico (HCl) 1 M</p>	 <p style="font-size: small;">Ácido clorhídrico (HCl) 0.007 M</p>	 <p style="font-size: small;">Ácido acético (CH₃COOH) 1 M</p>	 <p style="font-size: small;">Ácido acético (CH₃COOH) 0.007 M</p>
Postest			
<p>F. Imagina de nuevo que tienes unos lentes con los que podrías ver las partículas de las disoluciones, dibuja como se verían las partículas de las disoluciones; toma en cuenta tus observaciones y las explicaciones anteriores. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.</p>			

Las respuestas recolectadas con ambos instrumentos se contrastaron y analizaron para así detectar: a) si hubo cambios en las representaciones y/o explicaciones, que indiquen una mayor comprensión de los conceptos y, b) las dificultades manifestadas por los alumnos.

A partir de la comparación y el análisis de las representaciones correspondientes del pretest y el postest, se organizaron las respuestas de los alumnos en tres categorías, similares a las descritas para el trabajo práctico “¿Fuerte o débil?”, pero modificadas en algunas ocasiones.

La organización de las categorías se realizó tomando en cuenta sólo las representaciones gráficas (dibujos) realizadas por los alumnos, debido a que los estudiantes no incorporaron notas, descripciones o explicaciones al 23.4% de las representaciones, lo que dificultó realizar una comparación de las mismas. Sin embargo, al final de la presente sección se exponen algunas de ellas con la finalidad de enriquecer el análisis.

Se analizaron por separado las representaciones de los alumnos con respecto a la fuerza y la concentración de las disoluciones, lo cual se ve reflejado en las tres categorías y subcategorías planteadas. Las categorías se describen a continuación:

Categoría 8. Sin cambio en la representación.

Incluye las respuestas que no mostraron modificaciones al comparar las representaciones de la misma disolución en el pretest y el postest.

Esta categoría se dividió en dos subcategorías: a) adecuada y b) inadecuada.

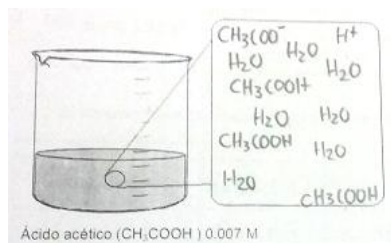
- a) Adecuada.** En ella se encuentran las representaciones que se interpretaron como correctas, en cuanto a mostrar las partículas que conforman al ácido débil o al ácido fuerte de Arrhenius en cuestión. Así, las moléculas del HCl las representaron totalmente ionizadas, las del CH_3COOH parcialmente ionizadas; en cada caso los iones escritos eran correctos.

Contiene las representaciones que mostraron adecuadamente una disolución concentrada o una diluida con respecto del mismo soluto: una disolución concentrada contiene mayor cantidad de moléculas de soluto o una menor cantidad de moléculas de disolvente en relación con la disolución diluida. Una disolución diluida contiene menor cantidad de moléculas de soluto o mayor cantidad de moléculas de disolvente en relación con la disolución concentrada. En ambos casos, no se consideró si las moléculas presentaban ionización total o parcial, o si las partículas o iones eran correctos; el análisis se enfocó en la relación entre el número de partículas de soluto y de disolvente de las disoluciones.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 8a:

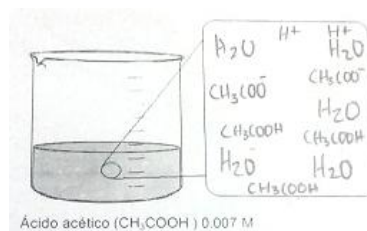
Ejemplo 1

M13 (CH_3COOH 0.007 M pretest)



Por tener una concentración de 0.007 M, su concentración es menor; tiene 9 moléculas de ácido acético.

M13 (CH_3COOH 0.007 M postest)

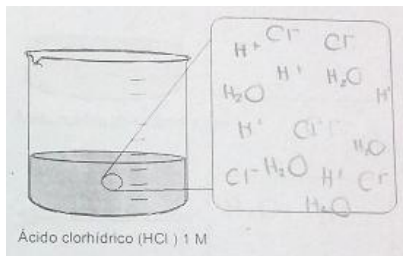


Su concentración disminuyó, por lo tanto su intensidad de corriente será muy baja o nula, conducirá. Esto se debe a que el ácido, por ser débil, sus moléculas no se disocian totalmente.

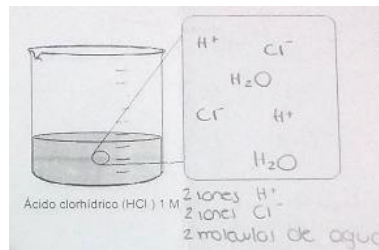
En este ejemplo, se observa cómo en el pretest y en el postest el estudiante representó al ácido parcialmente ionizado y los iones que escribió son adecuados; explicitando la presencia de moléculas de disolvente. En el postest se aprecia que reconoció que el ácido acético es un ácido débil.

Ejemplo 2

F26 (HCl 1 M pretest)



F26 (HCl 1 M posttest)



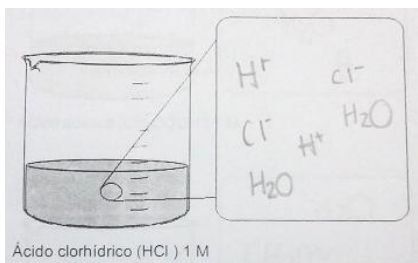
Como la concentración es 1 molar el # de moléculas es el mismo de soluto y solvente.
Es un ácido fuerte por ello se encuentra completamente disociado.

Al observar el diagrama puedo decir que el ácido clorhídrico es un ácido fuerte por lo tanto se encuentra totalmente ionizado y como dice el 1 molar el # de moléculas de soluto es igual al # de moléculas de solvente (agua).

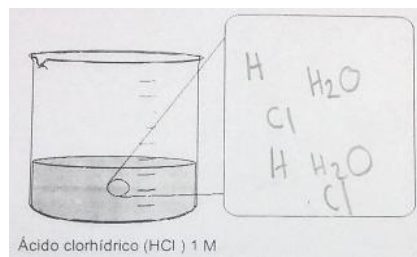
En este ejemplo, se muestra que en el pretest y el posttest la alumna representó las moléculas de HCl totalmente ionizadas, los iones los escribió correctamente e incorporó la presencia de moléculas del disolvente. Reconoció que el HCl es un ácido fuerte y manifestó que una disolución de concentración 1 M hace referencia a que hay igual cantidad de moléculas de soluto y disolvente, lo cual es incorrecto.

Ejemplo 3

F22 (HCl 1 M pretest)



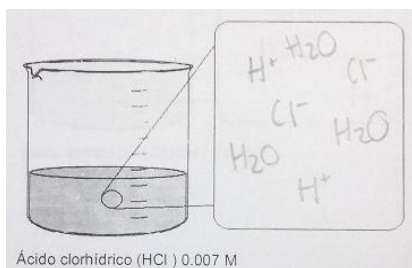
F22 (HCl 1 M posttest)



2 moléculas de HCl
2 moléculas de H2O

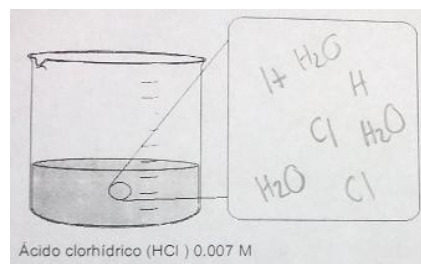
2 moléculas de HCl
2 moléculas de H2O
El HCl ya está disociado en H+ y Cl- y hay la misma cantidad de moléculas de ácido que de agua, por lo tanto habrá mayor la [?] de [?].

F22 (HCl 0.007 M pretest)



2 moléculas de HCl
3 moléculas de H₂O
0.007 M

F22 (HCl 0.007 M postest)



2 moléculas de HCl
3 moléculas de H₂O
Cl HCl está disociando en H₂O, sin embargo hay más moléculas de agua, por lo tanto es menor la concentración a 1M. Por lo tanto, conducirá energía, pero no lo suficiente.

En el ejemplo 3, con respecto a la concentración y tomando como referencia la disolución de HCl 1 M, la alumna representó en el pretest y en el postest una disolución constituida por el mismo número de partículas de soluto y disolvente; y comparando con las representaciones correspondientes a la disolución 0.007 M, se puede apreciar que en ellas representó el aumento del número de partículas de disolvente, con lo cual indicó disminución en la concentración. Así, la estudiante indicó que la disolución 1 M es más concentrada que la 0.007 M.

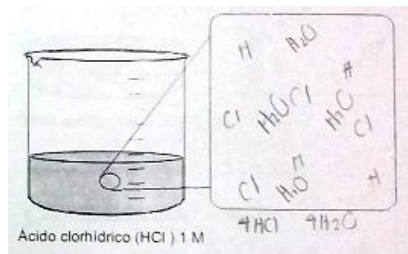
b) Inadecuada. Incluye representaciones interpretadas inadecuadas al expresar la fuerza o la concentración de las disoluciones de interés: Las moléculas de HCl se representaron sin ionizar; las de CH₃COOH totalmente ionizadas o sin ionizar; se escribieron solo aniones o cationes, y/o los iones o partículas correspondientes eran incorrectos.

En cuanto a la concentración, en general, los estudiantes manifestaron que una disolución concentrada se caracterizaba por tener una mayor cantidad de partículas de soluto que de disolvente, sin embargo, algunos expresaron que la disolución diluida presentaba la misma cantidad o más partículas de soluto que la concentrada, etc.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 8b:

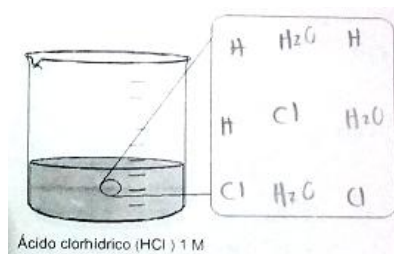
Ejemplo 1

F4 (HCl 1 M pretest)



Esta disolución era más concentrada porque tiene más soluto que agua

F4 (HCl 1 M postest)

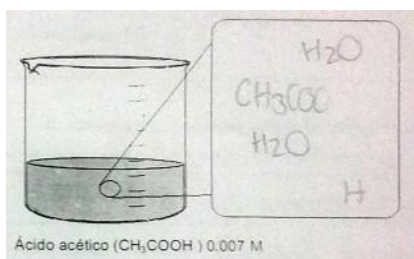


Estos totalmente disociados

Este ejemplo muestra como en ambas pruebas la estudiante presentó las moléculas HCl totalmente separadas tratando de representar los iones hidrógeno y cloro, pero las partículas separadas son inadecuadas debido a que no tienen su carga correspondiente.

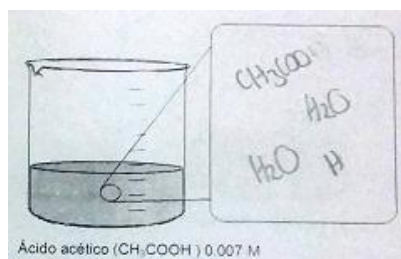
Ejemplo 2

F22 (CH₃COOH 0.007 M pretest)



1 molécula de CH₃COO
2 molécula de agua
1 molécula de H

F22 (CH₃COOH 0.007 M postest)

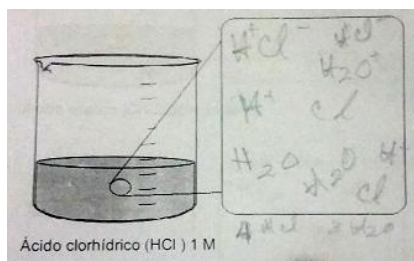


1 molécula de CH₃COOH
2 moléculas de H₂O
el CH₃COOH está poco disociado en agua porque es un ácido débil. Hay más moléculas de H₂O que de CH₃COOH por lo tanto la concentración es menor a 1M. Por todo lo anterior, se sabe que no conducirá energía.

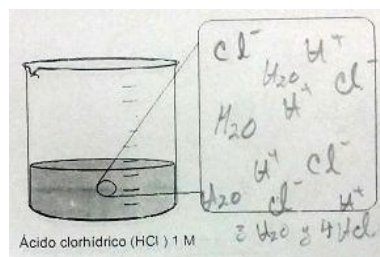
En este ejemplo el ácido acético en ambas pruebas se representó totalmente separado y con partículas sin cargas; en el postest se manifestó que el ácido estaba poco dissociado por ser débil.

Ejemplo 3

M15 (HCl 1 M pretest)



M15 (HCl 1 M postest)



Como la concentración de HCl es alta
Cl⁻ y H⁺ están más separados
de H₂O, así que más partículas
de H₂O se disocian como respecto
al HCl que en el posttest.

La similitud es que ambas están
al 1 molar, pero que tienen mayor
separación de iones de HCl
y en las 2 se libera el H⁺

En el ejemplo 3, con relación a la concentración el alumno representó en ambas pruebas la disolución de HCl conformada de cuatro moléculas de HCl y tres de agua, lo cual es incorrecto pues en esta disolución el soluto es el HCl.

Categoría 9. Cambio en la representación.

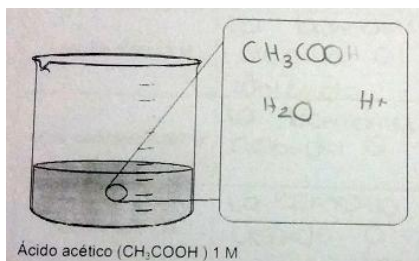
Engloba las representaciones que mostraron modificación al compararlas en ambas pruebas; comprende tres subcategorías: a) de inadecuada a adecuada, b) de adecuada a inadecuada y c) con permanencia de errores.

- a) **De inadecuada a adecuada.** Comprende los resultados en que se pasó de una representación inadecuada (pretest) a una adecuada (postest), en cuanto a cómo se representaron las partículas del ácido fuerte o del ácido débil en cuestión; o con respecto a la concentración de las disoluciones.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 9a:

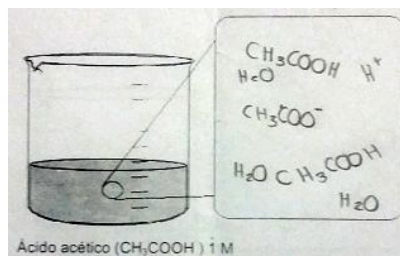
Ejemplo 1

F26 (CH_3COOH 1 M pretest)



1 mol de CH_3COOH / 1 mol de H_2O / ion H^+

F26 (CH_3COOH 1 M posttest)

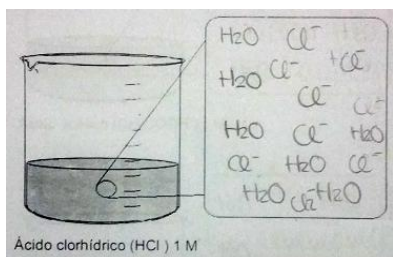


Al observar el ejemplo puedo decir que el ácido acético es un ácido débil, por lo tanto se encuentra parcialmente ionizado, y como esta al 1 molar el número es igual al # de moléculas de solvente (agua).

En este ejemplo la alumna en el pretest representó solo una molécula de CH_3COOH separada; en cambio en el posttest representó varias moléculas de CH_3COOH , las ionizó parcialmente, los iones los representó adecuadamente y mencionó que se trata de un ácido débil

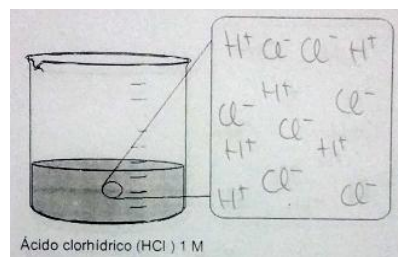
Ejemplo 2

F11 (HCl 1 M pretest)



En esta disolución tenemos una mayor concentración ya que tenemos más solvente que soluto.

F11 (HCl 1 M posttest)

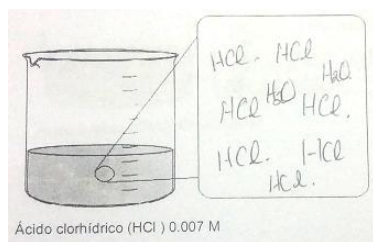


Como es un ácido libera iones de H^+ , en esta disolución tenemos partículas de cloro e hidrógeno.

En este ejemplo la estudiante en el pretest representó que el HCl se ioniza pero solo expresó los iones cloro; en el postest representó todas las moléculas del ácido ionizadas con sus iones correspondientes.

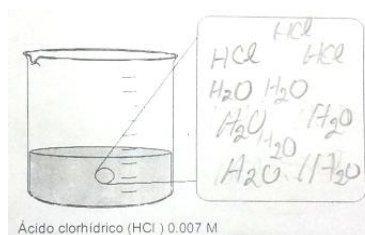
Ejemplo 3

F9 (HCl 0.007 M pretest)



Aquí tenemos que está diluido en agua pero es más agua por ejemplo tenemos 6 de HCl y 2 de H₂O. Concentración 0.007

F9 (HCl 0.007 M postest)



Tenemos una disolución de HCl en agua al 0.007 M. Se puede decir que tenemos 3 de HCl y 7 de H₂O.

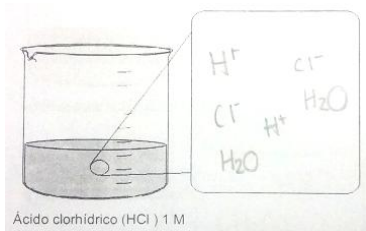
En este ejemplo, con relación a la concentración la alumna representó inadecuadamente en el pretest siete moléculas de HCl y dos de agua; y en el postest plasmó tres moléculas de HCl y siete de disolvente, explicitando las partículas de una disolución diluida.

- b) De adecuada a inadecuada.** Ubica retroceso en las representaciones de los alumnos entre ambas pruebas, en relación con las partículas del ácido fuerte, el ácido débil o con respecto a la concentración de las disoluciones.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 9b:

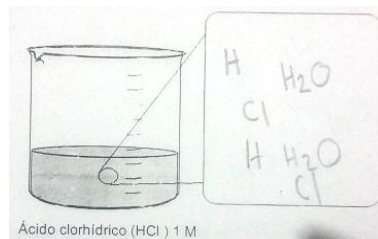
Ejemplo 1

F22 (HCl 1 M pretest)



2 moléculas de HCl
2 moléculas de H₂O
1 Molex

F22 (HCl 1 M postest)

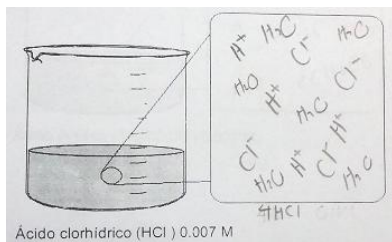


2 moléculas de HCl
2 moléculas de H₂O
El HCl ya está disociado en H^+ y Cl^-
hay la misma cantidad de moléculas
de ácido que de agua, por lo
tanto habrá mayor luz roja.

En el ejemplo inicialmente la alumna representó las moléculas del HCl totalmente ionizadas y los iones correctamente, pero en el postest a pesar que expresó que el ácido estaba totalmente separado no colocó la carga a las partículas.

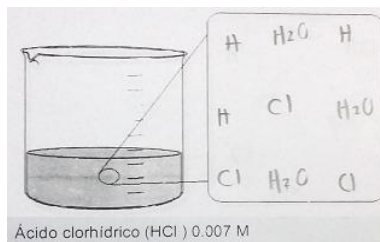
Ejemplo 2

F4 (HCl 0.007 M pretest)



Esta disolución está más concentrada
ya que hay más cantidad de
agua que soluto

F4 (HCl 0.007 M postest)

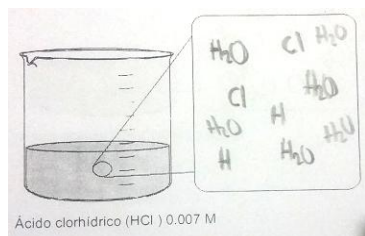


Están totalmente disociados

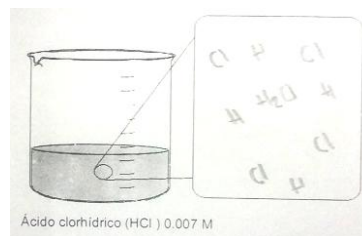
En el ejemplo 2, otro estudiante elaboró representaciones y explicaciones similares a las del ejemplo 1.

Ejemplo 3

M8 (CH_3COOH 0.007 M pretest)



M8 (CH_3COOH 0.007 M postest)



En esta sustancia encontramos más moléculas de agua que de ácido, lo que debe haber mayor concentración en esta sustancia.

En esta disolución vemos que va a tener menor concentración que la disolución en el pretest.

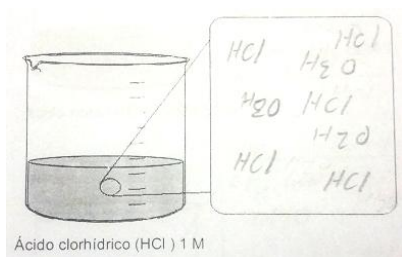
En este ejemplo, en relación con la concentración en el pretest se indicó que la disolución estaba compuesta por dos moléculas de HCl y seis de agua; en el postest representó la disolución mediante cuatro moléculas de HCl y una de agua.

c) Con permanencia de errores. Se sitúan resultados con mejoría en las representaciones de las partículas del ácido fuerte o del ácido débil, pero aún con diversos errores en el postest.

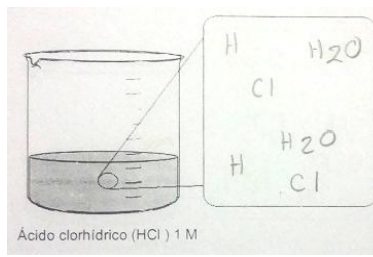
Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 9c:

Ejemplo 1

F2 (HCl 1 M pretest)



F2 (HCl 1 M postest)



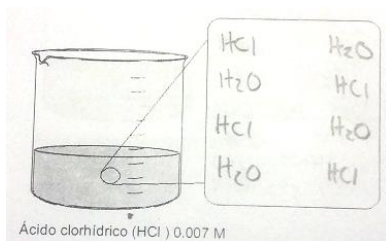
Es más concentrada por que tiene más soluto CHCl_2 .

2 moléculas de HCl
2 moléculas de H_2O
En H_2O ya está disuelto el HCl y también hay la misma cantidad de HCl y H_2O por lo cual hay una mayor intensidad de luz.

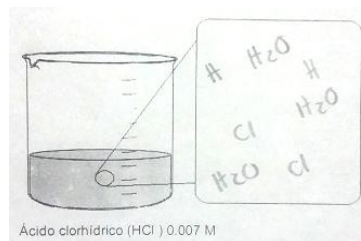
En el ejemplo 1, en el pretest la estudiante escribió sin ionizar las moléculas de HCl, y en el postest las representó todas separadas pero sin sus cargas.

Ejemplo 2

F20 (HCl 0.007 M pretest)



F20 (HCl 0.007 M postest)



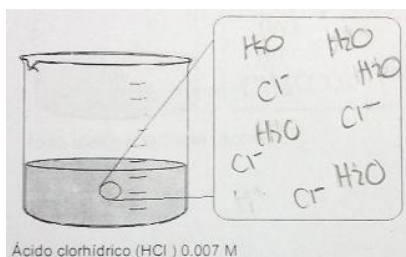
Mientras que en este caso es menos concentrado, ya que hay más disolvente

7 moléculas de HCl
3 moléculas de H₂O
El HCl se encuentra asociado en H₂O, aunque hay más moléculas de agua y debido a esto la concentración es menor a 7M. Por lo tanto, al conducir energía, aunque no lo suficiente

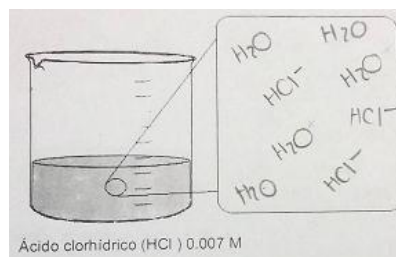
El ejemplo 2 es similar al anterior en cuanto a representaciones y explicaciones.

Ejemplo 3

F7 (HCl 0.007 M pretest)



F7 (HCl 0.007 M postest)



Esta menos concentrada porque hay más disolvente H⁺

El disolvente (H₂O) está en mayor cantidad que el soluto (HCl) y en este caso conduce para corriente eléctrica pero que está en una molaridad menor.

En este ejemplo, la alumna inicialmente representó la disolución de HCl conformada por iones cloro y moléculas de agua. En el postest como un avance se explicitó la presencia de la partícula HCl en la disolución, pero incorrectamente.

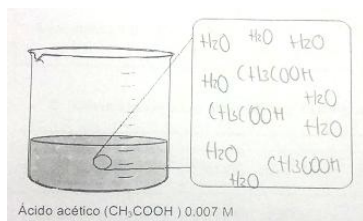
Categoría 10. Indefinido.

Esta categoría engloba los resultados en los que el contraste en ambas pruebas no se pudo realizar, debido principalmente a la falta de una de las representaciones contra la cual realizar la comparación.

Ejemplos de respuestas clasificadas en la Categoría 10:

Ejemplo 1

F11 (CH₃COOH 0.007 M pretest)



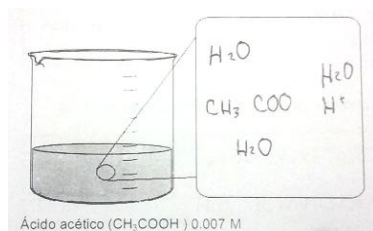
F11 (CH₃COOH 0.007 M postest)



En esta tenemos más solvente que soluto. lo que la hace una solución más concentrada

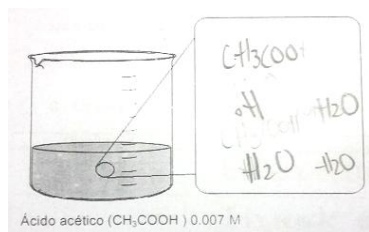
Ejemplo 2

M10 (CH₃COOH 0.007 M pretest)



M10 (CH₃COOH 0.007 M postest)



Ejemplo 3F21 (CH_3COOH 0.007 M pretest)F21 (CH_3COOH 0.007 M posttest)

De tiene menor concentración
ya que el ácido (CH_3COOH)
que el disolvente

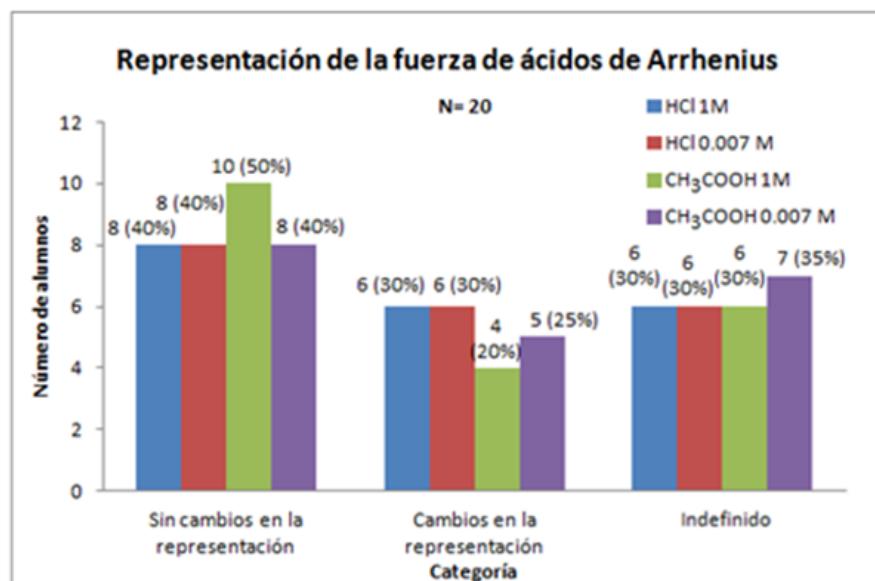
Blank lined paper for writing.

En los tres ejemplos los alumnos sólo realizaron la representación del pretest y a falta de una representación en el posttest no se pudo realizar la comparación.

A continuación se presentan por separado la información correspondiente a la fuerza de los ácidos y la referente a la concentración, utilizando las categorías antes establecidas, con la finalidad de facilitar el análisis y la presentación de los resultados:

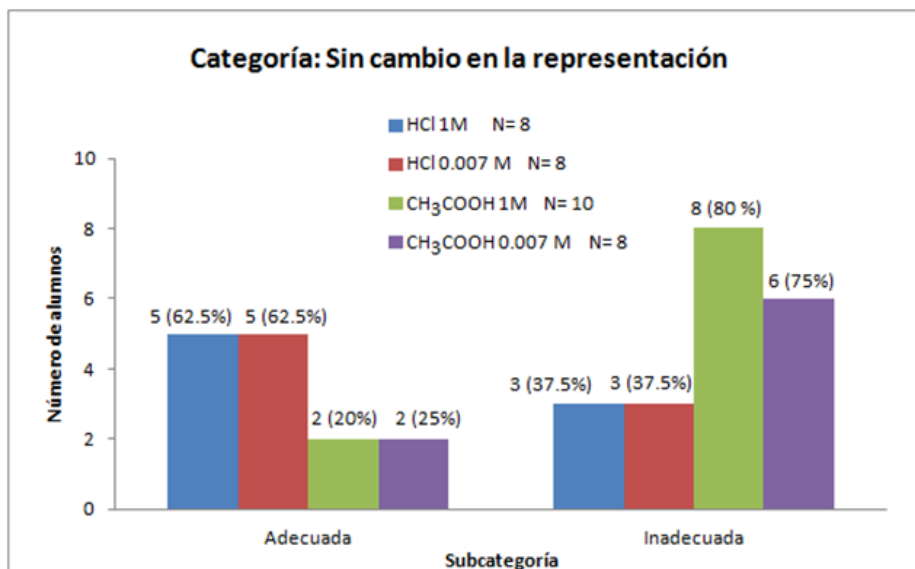
Resultados relacionados con la fuerza de los ácidos.

En las Gráficas 7.2.6, 7.2.7 y 7.2.8 se muestran los resultados y el porcentaje de alumnos relacionado con las tres categorías correspondientes (Sin cambios en la representación, Cambios en la representación e Indefinido).



Gráfica 7.2.6. Categorías para el trabajo práctico “¿Fuerte o concentrado?”.

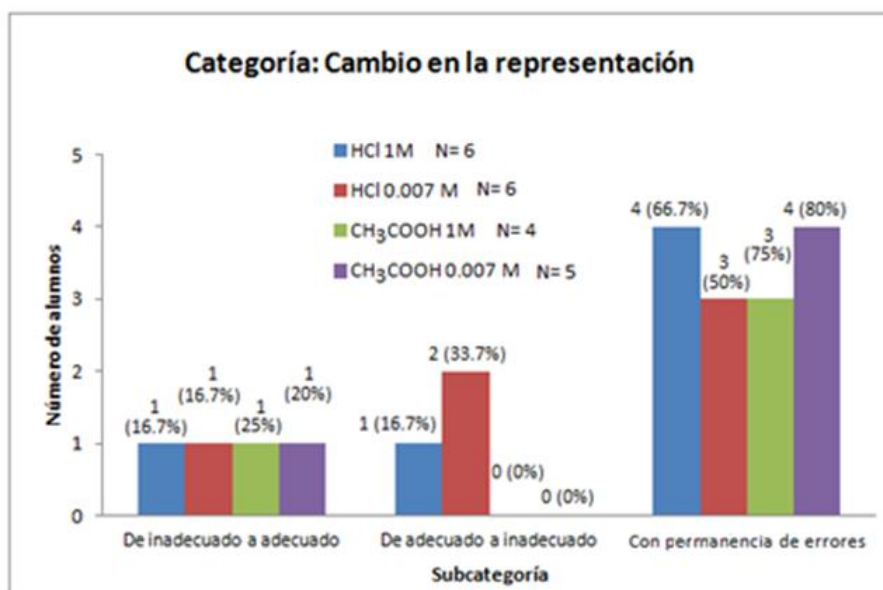
La gráfica muestra que un alto porcentaje de estudiantes no modificó sus representaciones, sólo un porcentaje menor lo hizo; en las Gráficas 7.2.7 y 7.2.8 se desglosan las subcategorías que conforman a las categorías "Sin cambios en la representación" y "Cambios en la representación".



Gráfica 7.2.7. Subcategorías de Sin cambio en la representación.

La Gráfica 7.2.7 exhibe que mayor número de estudiantes realizaron representaciones adecuadas en las dos pruebas, que aquellos que las realizaron inadecuadamente. Fue mayor el número de alumnos que representaron adecuadamente las partículas de la disolución de HCl que las del CH₃COOH.

En la subcategoría de "Inadecuada", mayor número de alumnos representaron erróneamente las partículas de la disolución de CH₃COOH que las de HCl. En el caso del HCl los estudiantes escribieron las moléculas separadas, pero sin las cargas correspondientes de los supuestos iones o bien representaban las moléculas sin ionizar. En el caso del CH₃COOH representaron todas las moléculas ionizadas o sin ionizar, en otros casos los iones o partículas que escribieron fueron incorrectos (CH₃, COO⁻, COOH) o carecían de sus cargas correspondientes.



Gráfica 7.2.8. Subcategorías de Cambio en la representación.

En la Gráfica 7.2.8 se puede observar que la subcategoría que presentó mayor número de estudiantes fue la de "Con permanencia de errores".

En la subcategoría "De inadecuado a adecuado" se observa que muy pocos estudiantes después de la aplicación del trabajo práctico, fueron capaces de modificar sus representaciones a unas acordes con lo que se esperaba.

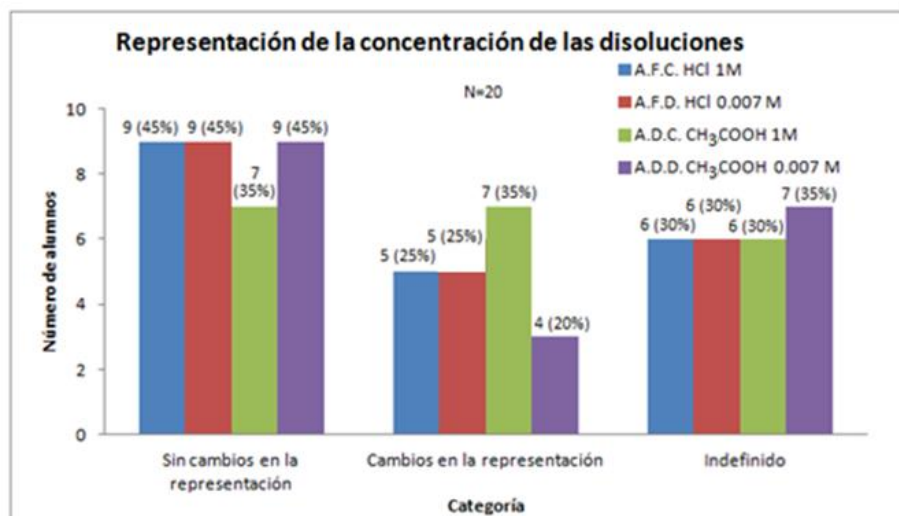
El surgimiento de la subcategoría "De adecuado a inadecuado" hizo evidente que se puede presentar el caso contrario: algunos estudiantes mostraron un retroceso, al pasar de manifestar una representación correcta a una incorrecta después de realizar la actividad; resalta el hecho de que esto solo se presentó para el caso del HCl; se encontró que los estudiantes representaron en el postest a las partículas de HCl totalmente separadas, pero sin ponerle carga a los iones o bien representaron una mezcla de partículas ionizadas y sin ionizar.

La subcategoría "Con presencia de errores" muestra respuestas con cierta mejoría pero siguen siendo inadecuadas. Así, los estudiantes pasaron de representar moléculas sin ionizar a ionizadas, aunque algunas o todas las partículas carecían de carga, o los iones escritos eran incorrectos.

La categoría "Indefinido" de la Gráfica 7.2.6, muestra que seis estudiantes no plasmaron representaciones principalmente en el postest que permitiera interpretarlas.

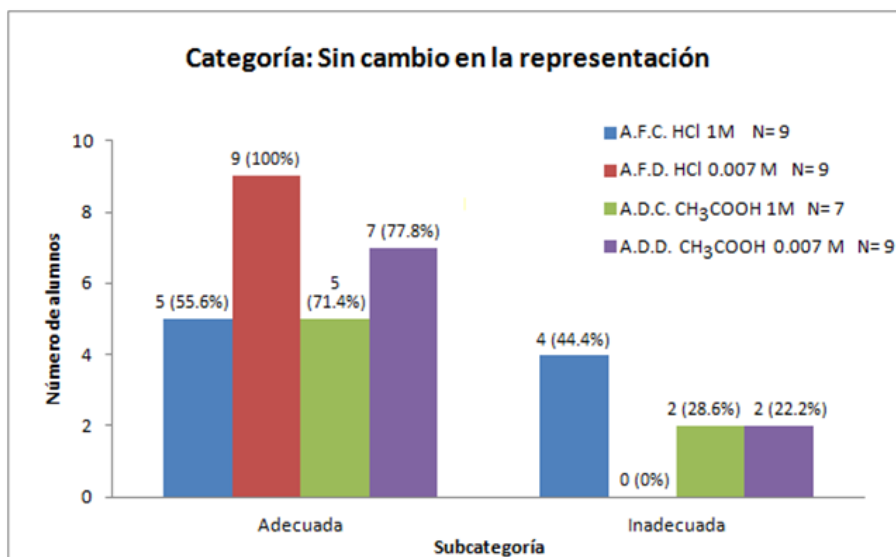
Resultados relacionados con la concentración de las disoluciones.

Las Gráficas 7.2.9, 7.2.10 y 7.2.11 presentan los resultados y el porcentaje de estudiantes relacionado con las categorías y subcategorías en cuestión.



Gráfica 7.2.9. Categorías del trabajo práctico "¿Fuerte o concentrado?".

En la Gráfica 7.2.9 se observa que la categoría de "Sin cambios en la representación" tuvo un alto porcentaje de estudiantes, mientras que un menor porcentaje exhibió cambios. Las Gráficas 7.2.10 y 7.2.11 detallan las subcategorías correspondientes de las categorías "Sin cambios en la representación" y "Cambios en la representación".

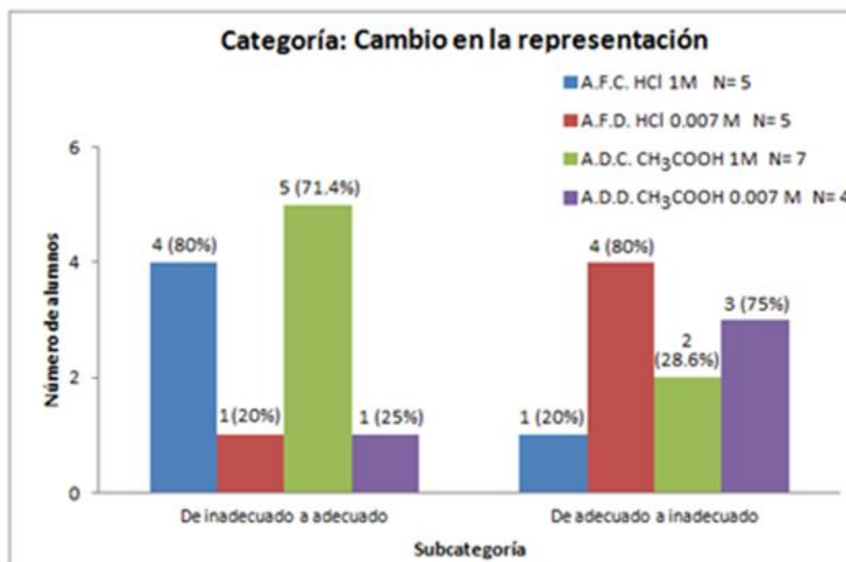


Gráfica 7.2.10. Subcategorías de Sin cambios en la representación.

La Gráfica 7.2.10 muestra que fue mayor el número de estudiantes que realizó representaciones adecuadas en las dos pruebas con respecto a la concentración de las disoluciones, que los que lo hicieron en forma inadecuada.

En la subcategoría "Adecuada" la mayoría de los alumnos representaron adecuadamente las disoluciones diluidas (0.007 M) de HCl y de CH₃COOH.

En la subcategoría de "Inadecuada", mayor número de alumnos representaron erróneamente la disolución concentrada (1 M) de HCl. Un error frecuente consistió en concebir que entre más soluto hay en la disolución más concentrada está, aún cuando la cantidad de soluto superara a la cantidad de partículas de disolvente.



Gráfica 7.2.11. Subcategorías de Cambio en la representación.

La Gráfica 7.2.11 muestra poca diferencia entre el número de estudiantes que conforman las subcategorías “De inadecuado a adecuado” y “De adecuado a inadecuado”, sin embargo, su distribución es diferente.

En la subcategoría "De inadecuado a adecuado" se observa que la mayor parte de las respuestas mostraron que los estudiantes después de la aplicación del trabajo práctico, fueron capaces de modificar sus representaciones y plasmar adecuadamente las disoluciones concentradas (1 M) de HCl y de CH₃COOH.

La subcategoría “De adecuado a inadecuado” muestra que la mayoría de los alumnos pasó de representar correcta a incorrectamente las disoluciones diluidas de (0.007 M) HCl y de CH₃COOH. Así, en el postest escribieron una mayor cantidad de partículas de soluto que de disolvente, y la relación entre las partículas de soluto y disolvente expresaban una mayor concentración comparado con la disolución del postest correspondiente a la disolución concentrada del mismo ácido.

La categoría “Indefinido” de la Gráfica 7.2.9, exhibe que seis estudiantes no realizaron representaciones, principalmente en el postest, que permitieran interpretarlas.

La Tabla 7.2.7 resume las categorías y subcategorías utilizadas anteriormente y basadas primordialmente en el análisis de las representaciones de los alumnos.

Tabla 7.2.7. Categorías y subcategorías relacionadas con el trabajo práctico “¿Fuerte o concentrado?”.

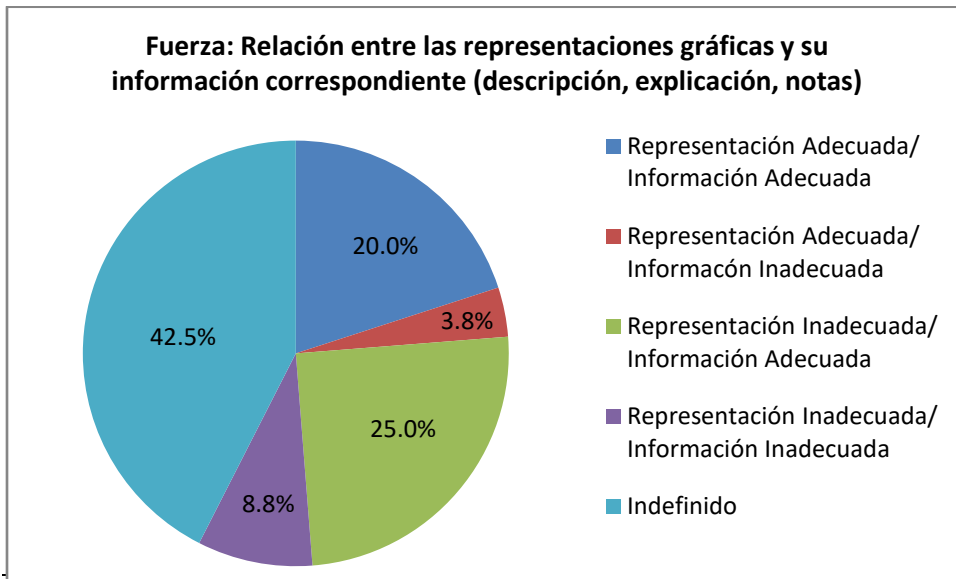
Categorías	Subcategorías
Categoría 8. Sin cambios en la representación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ a) Adecuada ❖ b) Inadecuada
Categoría 9. Cambios en la representación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ a) De inadecuada a adecuada ❖ b) De adecuada a inadecuada ❖ c) Con permanencia de errores
Categoría 10. Indefinido	No aplica

Para ampliar el análisis de este trabajo práctico se mencionan y, en algunos casos, se ejemplifican con transcripciones literales (sin modificar redacción u ortografía expresada por el estudiante) algunas dificultades e ideas exhibidas por los alumnos, extraídas de las notas, descripciones y/o explicaciones de las representaciones, así como de las respuestas de los incisos que no correspondieron ni al pretest, ni al postest:

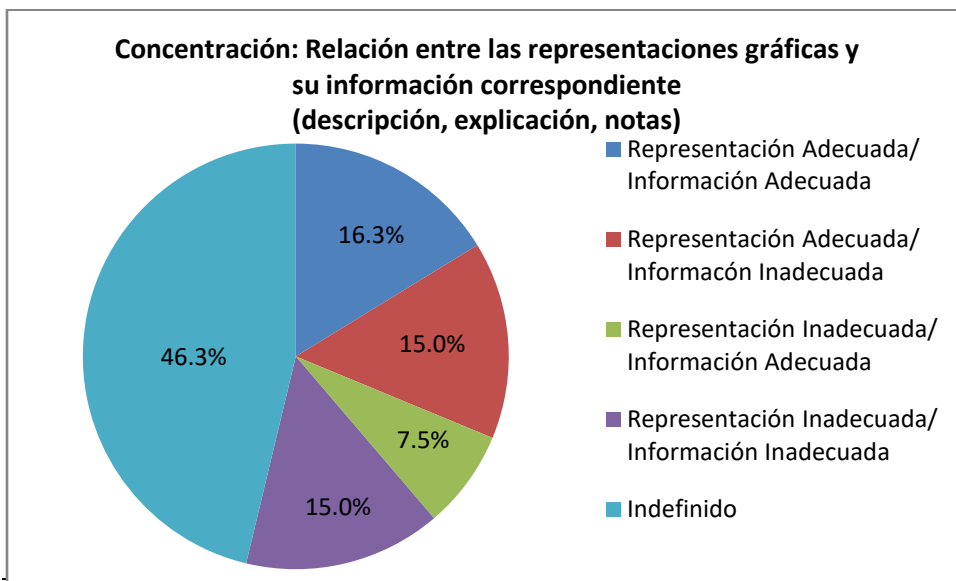
- ❖ En este trabajo práctico se detectó que algunos estudiantes asociaron la concentración con la intensidad con la que encendió el foco (encendió mucho por estar concentrada la disolución y viceversa); dejando en segundo plano la cuestión de la fuerza de los ácidos, por ejemplo, una alumna explicó así por qué encendió intensamente el foco que se probó con la disolución de HCl 1 M: "El ácido clorhídrico tiene mayor concentración por lo que enciende intensamente".

- ❖ Se mencionó que una mayor concentración en las disoluciones correspondía a una mayor cantidad de moléculas de ácido, que superaba la cantidad de disolvente; una alumna expresó para el caso de HCl 1 M “Esta disolución está más concentrada porque tiene más soluto que agua”.
- ❖ Algunos alumnos hicieron explícito que la concentración 1 M se refiere a que hay igual número de moléculas de disolvente y de soluto, debido posiblemente a que el cociente de las cantidades da como resultado de 1.
- ❖ Se mencionó que un ácido en comparación con otro, es más fuerte o menos fuerte, lo que correspondería a una escala relativa y no a la absoluta que se describe en el modelo de Arrhenius; un estudiante lo escribió así para el caso de la disolución de CH_3COOH 0.007 M: “La diferencia radica en que uno es más fuerte que el otro aún con la misma concentración. Esto porque el ácido acético no se disocia por completo”.
- ❖ En las representaciones gráficas del postest con respecto a la fuerza, se observó que en ocasiones su explicación (descripción, notas, etc.) no era congruente con las mismas, dándose diversos casos, de los cuales resalta que un total del 23.8% de las representaciones eran adecuadas, un 33.8% fueron inadecuadas y el 42.5% indefinidas. Con respecto a las explicaciones, el 45.0% fueron adecuadas; el 12.6%, inadecuadas y el resto, indefinidas (ver Gráfica 7.2.12).

De manera similar, con respecto a la concentración se observó que el 31.3% de las representaciones eran adecuadas, un 22.5% fueron inadecuadas y el 46.3% indefinidas. Con relación a las explicaciones, el 23.8% fueron adecuadas; el 30% inadecuadas y 46.3% indefinidas (ver Gráfica 7.2.13).



Gráfica 7.2.12 Relación entre las representaciones gráficas del postest y su información correspondiente sobre la fuerza.



Gráfica 7.2.13. Relación entre las representaciones gráficas del postest y su información correspondiente sobre la concentración.

- ❖ Algunos estudiantes mostraron dificultades para representar las disoluciones que poseían la misma concentración, plasmándolas con diferente número de partículas de soluto y/o de disolvente.
- ❖ Un alumno manifestó erróneamente que una disolución es una sustancia, y que a mayor cantidad de disolvente la concentración es mayor y viceversa; para el caso del HCl 1 M el estudiante expresó: “En esta sustancia encontramos mas el agua que disuelve la solución y significa que va a ver mas concentración en la sustancia”.
- ❖ Una estudiante asoció la concentración con la capacidad de ionización de los ácidos, de manera tal que, las disoluciones 1 M estaban totalmente ionizadas y las 0.007 M parcialmente ionizadas; describió para el caso del HCl 0.007 M lo siguiente “Encendió pero con menos intensidad debido a su baja molaridad ya que no está totalmente ionizado”.
- ❖ Con frecuencia utilizaron ambiguamente los términos disociación e ionización.

A partir de algunas observaciones generales sobre dificultades mostradas en el trabajo práctico “¿Fuerte o débil?”, antes de desarrollar la actividad “Fuerte o concentrado” se procedió a realizar un resumen y aclaraciones relacionadas con el tema.

A pesar de que en el trabajo práctico “¿Fuerte o débil?” se hizo énfasis en el concepto de fuerza de ácidos y bases de Arrhenius, y que dicho tema se retomó durante la realización de la presente actividad, como se exhibió anteriormente aún después de finalizar su aplicación, los alumnos mostraron diversas dificultades y creencias alrededor del tema; y más aún, se hicieron explícitas dificultades e ideas relacionadas con la concentración.

Es importante mencionar que al contrastar las respuestas del pretest y postest, y analizar principalmente la información del inciso D (en el cual se pide al alumno explicar los fenómenos observados), se detectaron diversos avances relacionados

con las representaciones, descripciones y/o explicaciones de los estudiantes, entre las cuales resaltan las siguientes:

- ❖ En las explicaciones de los estudiantes se detectó que algunos fueron capaces de reconocer la influencia tanto de la fuerza, como de la concentración de los ácidos en los fenómenos observados; por ejemplo, los alumnos mencionaron:
 - a) En el caso del CH_3COOH 1 M se describió que “La intensidad del foco es menor que en el HCl porque aunque tiene la misma concentración libera una menor cantidad de iones. Además de que es un ácido debil”.
 - b) Para el HCl 0.007 M el alumno explicó que “Tiene una concentración de 0.007 M, por lo que hay menor cantidad de iones; su intensidad de corriente disminuirá. Pero por ser un ácido fuerte, todas sus moléculas se disocian”.
 - c) Acerca del CH_3COOH 0.007 M se manifestó que “El foco prende casi nada porque no hay una gran liberación de iones. Asimismo de que esta más diluida y es un ácido debil”.
 - d) Sobre la disolución de HCl 1 M, la alumna escribió que “Conduce mucha electricidad ya que es un ácido fuerte y tiene una mayor concentración. En consecuencia el foco enciende muy bien”.

- ❖ En general, los alumnos reconocieron los factores a partir de los cuales se puede decir que una disolución es concentrada (mayor cantidad de soluto o menor cantidad de disolvente) o diluida (menor cantidad de soluto o mayor cantidad de disolvente) con respecto a otra; lo indicaron así:
 - a) Para el HCl 1 M se describió que “Hay menos agua, por lo tanto la solución esta más concentrada”
 - b) Para el caso del HCl 0.007 se indicó que “Hay más agua, por lo que esta más diluida”.

- ❖ Para realizar sus representaciones los alumnos tomaron en cuenta la concentración y la fuerza de los ácidos en las disoluciones.

- ❖ En las explicaciones de los diagramas del pretest, en general, los alumnos se refirieron a la concentración de las disoluciones, y en el postest e incisos restantes del trabajo práctico, mencionaron que los ácidos en cuestión tienen diferente fuerza y por lo tanto diferente capacidad de ionización
- ❖ En general, mostraron habilidades para representar dos disoluciones con la misma concentración.
- ❖ Reconocieron que un ácido se ioniza al disolverse en agua, razón por la cual la disolución puede conducir corriente eléctrica.
- ❖ Asociaron la intensidad luminosa y/o la conductividad eléctrica (mayor o menor) con la (mayor o menor) cantidad de iones presentes en la disoluciones.
- ❖ Describieron adecuadamente el concepto de ácido fuerte y ácido débil en el postest.
- ❖ Citaron que el HCl es un ácido fuerte y que el CH₃COOH es un ácido débil.
- ❖ Algunos estudiantes que en el pretest escribieron de manera inadecuada los iones de los ácidos utilizados, al finalizar la actividad en el postest pudieron escribirlos de forma adecuada, principalmente del HCl.

De manera general, en las explicaciones y representaciones del postest los estudiantes exhibieron diversas ideas abordadas durante la aplicación del trabajo práctico ¿Fuerte o débil? y de la presente actividad.

Por otro lado, con relación al trabajo práctico ¿Fuerte o concentrado?, a continuación se enuncian y comentan brevemente sus objetivos asociados:

- ❖ Que el estudiante comprenda el concepto de fuerza de ácidos y bases (utilizando el modelo de Arrhenius).

A pesar de ser la segunda ocasión en la cual se abordaba el concepto de fuerza de ácidos y bases, se observó que había alumnos que aún manifestaron diversas dificultades, principalmente al tratar de representar las partículas de un ácido fuerte o débil. Sin embargo, en general, los alumnos describieron adecuadamente el concepto de fuerza, el de un ácido fuerte y de uno débil, escribieron

correctamente los iones involucrados y reconocieron que el HCl es un ácido fuerte y el CH₃COOH uno débil.

A pesar que en ocasiones, las explicaciones o descripciones no concordaban con los diagramas, se consideró que hubo un avance con respecto al tema, pero es evidente que para mejorar la comprensión del tema es necesario trabajar más tiempo con los alumnos.

En el caso de las bases de Arrhenius, por la cantidad de respuestas tan pequeña, no se realizó un análisis al respecto, sin embargo, se incluyeron dentro de la aplicación del trabajo práctico; en la sección de resultados del postest general se pueden consultar los resultados relacionados con ellas.

- ❖ Que el alumno relacione y diferencie los conceptos de fuerza y concentración de ácidos y bases.

En general, se puede decir que varios estudiantes fueron capaces de representar y/o describir para el caso de una disolución particular, la influencia de la fuerza y la concentración relacionándola con la intensidad con la que encendía el foco.

En este caso se hicieron explícitas diversas dificultades y creencias con respecto al concepto de concentración, razón por la cual se consideró importante trabajar más el concepto con los estudiantes; ya que, debido al poco tiempo disponible para la aplicación de las actividades no se trabajó ampliamente.

- ❖ Minimizar la frecuencia de la manifestación de las siguientes concepciones alternativas: Fuerza es sinónimo de concentración (Fortman, 1994; Hand, 1989; Alvarado-Zamorano *et al.*, 2013); todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos (Ross y Munby, 1991; Figueroa *et al.*, 2006); un ácido fuerte no se disocia en agua (Demircioglu *et al.*, 2005; Artdej *et al.*, 2010) y un ácido fuerte es siempre un ácido concentrado (Demircioglu *et al.*, 2005).

Con relación a estas concepciones alternativas, se puede decir que después de la aplicación de los tres trabajos prácticos, los alumnos en general pudieron reconocer que la fuerza y la concentración son dos conceptos diferentes, lo cual se detectó principalmente en los diagramas, explicaciones y descripciones elaborados en el trabajo práctico ¿Fuerte o concentrado?; así mismo, en una pregunta que se incluyó en el postest general, relacionada a si fuerza y concentración son lo mismo, y cuyos resultados hacen evidente lo anteriormente citado.

Con respecto a la creencia de que todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos, se observó que en general los estudiantes manifestaron que hay ácidos fuertes y ácidos débiles, lo cual es un indicio de que ya no consideraron que todos los ácidos son fuertes. En cuanto a la idea de que son poderosos y venenosos, ésta se abordó en una pregunta del postest general, cuyos resultados muestran que en general los alumnos ya no los consideraron así.

En cuanto a la creencia de que un ácido fuerte no se disocia en agua, en general, los alumnos expresaron en sus diagramas, explicaciones y descripciones que el ácido fuerte (el HCl), se ioniza al disolverlo en agua. Además, como ya se señaló, en diferentes referencias bibliográficas sigue existiendo ambigüedad entre los términos ionización y disociación.

En relación con la idea de que un ácido fuerte es siempre un ácido concentrado, varios estudiantes exhibieron en sus diagramas y explicaciones del postest que un ácido fuerte puede estar concentrado o diluido en una disolución. Esta idea se retomó para el postest general, observándose que en general los alumnos representaron de manera adecuada la concentración de una disolución diluida de un ácido fuerte.

- ❖ Que los estudiantes comprendan que: la mayor parte de los ácidos son ácidos débiles, los cuales se ionizan, sólo en forma limitada, en el agua (Chang, 2007, 652), la concentración se relaciona con el número de moléculas (moles) presentes por unidad de volumen (Fortman, 1994).

Con relación al enunciado de que la mayor parte de los ácidos son ácidos débiles, no se realizó una pregunta específica para obtener en el postest información al respecto; pero sin embargo dicha idea se discutió en la reflexión final del trabajo práctico.

En cuanto al concepto de concentración, los alumnos lo asociaron con la relación entre el número de moléculas de soluto y de disolvente. Las dificultades que mostraron se enfocaron principalmente en la representación de una disolución concentrada y al parecer el hecho de usar la unidad de molaridad confundió a algunos estudiantes; por lo anterior, considero es necesario fomentar que los alumnos realicen más representaciones al respecto y que resuelvan ejercicios con ayuda del docente.

Para finalizar la sección, hay que resaltar que a partir del análisis de resultados y de las observaciones realizadas en el aula, se realizaron diversas modificaciones al presente trabajo práctico. Además, se plantearon varias recomendaciones, las cuales se exponen a continuación:

Recomendaciones para la aplicación de la propuesta de este trabajo práctico en el aula de clase:

- ❖ Antes de implementar el trabajo práctico introducir el concepto de modelo y tratar de que los estudiantes lo comprendan.
- ❖ Antes de aplicar la actividad trabajar con los alumnos constante y explícitamente los diferentes niveles de representación utilizados en Química (macroscópico, submicroscópico y simbólico).
- ❖ Si se dispone de tiempo suficiente, antes de desarrollar la actividad aplicar el trabajo práctico de “¿Fuerte o débil?”.
- ❖ Trabajar nomenclatura de ácidos y bases de Arrhenius de manera anticipada y durante la aplicación del trabajo práctico.
- ❖ Antes de empezar con el desarrollo de la actividad se puede realizar un breve recordatorio acerca del modelo de ácidos y bases de Arrhenius, así como de sus limitantes y que es válido solo en disoluciones acuosas.

- ❖ Antes de aplicar la actividad es recomendable explicar brevemente los conceptos de ion, ionización y disociación (así como hacer mención de la ambigüedad de estos dos últimos), fuerza de ácidos y bases de Arrhenius; procurando mencionar varios ejemplos entre los cuales se debe incluir a los ácidos y bases utilizados en el trabajo práctico.
- ❖ Al iniciar la aplicación del trabajo práctico (inciso “A”), hacer explícito a los alumnos que todas las disoluciones que se presentan son acuosas, lo cual hace referencia a que el disolvente es agua.
- ❖ Después de que los estudiantes terminaron de observar los diferentes fenómenos de estudio, promover que traten de explicarlos (inciso “D”), enfocándose más desde un nivel submicroscópico que macroscópico.
- ❖ Hacer explícito en la discusión grupal que para poder decir que una disolución es más o menos concentrada que otra, se tiene que tener una disolución como referencia contra la cual comparar. Debido a esta razón se utilizaron cuatro disoluciones diferentes (dos disoluciones de HCl y dos de CH₃COOH, cada una con una concentración de 1 M y 0.007 M) en este trabajo práctico.
- ❖ Durante la discusión grupal, explicar brevemente cómo se prepararon las diferentes disoluciones utilizadas, para que de esta manera el alumno pueda ver como mediante un proceso de dilución se pueden obtener disoluciones con una menor concentración. De esta forma, se puede ayudar al alumno a representar una disolución concentrada o diluida, promoviendo que se enfoque en la cantidad de disolvente. Para esto se puede utilizar alguna animación.
- ❖ Para fomentar que los alumnos diferencien y comprendan los conceptos de fuerza y de concentración, se puede dejar como tarea extraescolar que resuelvan algunos ejercicios de representación en casa, los cuales se pueden revisar y discutir de manera grupal en clase.
- ❖ En la explicación posterior a la realización del experimento sobre conductividad, se pueden realizar las representaciones de las disoluciones sin resaltar la presencia de las moléculas del disolvente, ya que esto puede

resultar engorroso o confuso para el estudiante. Pero de hacerlo, es de suma importancia recalcarle que hay moléculas presentes de disolvente y que, por el momento, se obvian para hacer el modelo más sencillo-

- ❖ El tipo de representaciones que se les proporcione o con las que se trabaje con los estudiantes, previamente y durante el desarrollo del trabajo práctico, influye mucho en la manera en cómo van a interpretar y tratar de realizar sus propias representaciones. Por ello, hay que tratar que no sean complicadas, explicarlas detalladamente, recordarles que se trata de un modelo, por lo cual únicamente representan a una disolución de manera aproximada y simplificada.
- ❖ Se puede hacer uso de simulaciones para enfatizar la difusión de los iones por toda la disolución.
- ❖ Es recomendable utilizar antes de realizar el experimento un simulador o una animación que muestre la relación que hay entre la cantidad de iones y la conductividad eléctrica de una disolución.

El uso de los simuladores se puede dejar de tarea a los estudiantes y posteriormente solo discutirlo grupalmente. De esta manera los conceptos y la relación entre ion y conductividad no se abordan solo desde un punto de vista teórico, sino de tratar que lo visualicen desde el nivel submicroscópico; con algo más concreto visualmente que una mera explicación.

A partir de sus observaciones en el simulador se les puede pedir a los alumnos que dibujen de tarea una disolución que tiene una mayor conductividad eléctrica y una que tiene poca, para que traten de asociar la cantidad de iones con la conductividad y la intensidad de luz con la que enciende un foco en un experimento.

7.2.4 Resultados y análisis del postest general

Como se mencionó en el capítulo de la metodología, posteriormente a la aplicación de los trabajos prácticos “Modelos sin pasarela”, “¿Fuerte o débil?” y “¿Fuerte o concentrado?”, se realizó un postest general con siete ítems relacionados con los trabajos prácticos aplicados (Tabla 7.2.8), pidiéndoles a los estudiantes responder diversos cuestionamientos acerca de aspectos vinculados con el tema de ácido y bases y desarrollados en los trabajos prácticos.

Tabla 7.2.8. Preguntas que conformaron el postest general.

Trabajo práctico relacionado	Preguntas
“Modelos sin pasarela”	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es un modelo? Explica detalladamente. 2. ¿Cuáles son las características de un modelo? Explica detalladamente. 3. ¿Para qué se utilizan los modelos en la Química? Justifica tu respuesta. 4. Menciona un ejemplo de modelo utilizado en Química, Física o Biología. Y su uso en dicha disciplina.
“¿Fuerte o débil?” “¿Fuerte o concentrado?”	<ol style="list-style-type: none"> 5. ¿Son lo mismo la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases de Arrhenius? Explica detalladamente. 6. ¿Cuál es la relevancia de conocer la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases con los que tenemos contacto en la vida cotidiana? Explica detalladamente. 7. Representa las partículas que constituirían un “ácido fuerte diluido”, un “ácido débil concentrado”, una “base fuerte concentrada” y una “base débil diluida”. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.

Con relación a las preguntas 1, 2, 3 y 4, relacionadas al trabajo práctico de “Modelos sin pasarela”; a continuación se presenta un resumen de los resultados.

Pregunta 1. ¿Qué es un modelo? Explica detalladamente.

Con respecto a esta pregunta, el 90% de los estudiantes consideraron que un modelo es una representación, ya sea de un fenómeno, un proceso, un sistema, una situación, etc.

Pregunta 2. ¿Cuáles son las características de un modelo? Explica detalladamente.

El 80% de los alumnos destacó como características de un modelo que son una aproximación, son limitados, explicativos, predictivos, modificables, simplifican información, etc.

Pregunta 3. ¿Para qué se utilizan los modelos en la Química? Justifica tu respuesta.

El 90% de los estudiantes hizo referencia a que los modelos son una herramienta de apoyo para estudiar o explicar diversos fenómenos, que se pueden abordar en los niveles submicroscópico y/o macroscópico.

Pregunta 4. Menciona un ejemplo de modelo utilizado en Química, Física o Biología. Y su uso en dicha disciplina.

Con relación a esta pregunta, todos los alumnos fueron capaces de citar al menos un ejemplo de modelo, enfocándose en ejemplos de Química; incluso, algunos de ellos fueron capaces de trasladar el concepto a Biología y Física.

Para consultar la descripción más detallada y extensa del trabajo práctico en cuestión se puede consultar el capítulo 4.

En cuanto a las preguntas 5, 6 y 7, que retoman algunos de los principales aspectos abordados en los trabajos prácticos “¿Fuerte o débil?” y “¿Fuerte o concentrado?” se describen y analizan en los siguientes párrafos. Los resultados que se muestran se hacen a través de tablas, gráficas y ejemplos que consisten

en algunas respuestas literales (sin modificar redacción u ortografía expresada por el alumno) y extraídas de las evidencias recopiladas.

Pregunta 5. ¿Son lo mismo la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases de Arrhenius? Explica detalladamente.

Las respuestas manifestadas por los alumnos se organizaron en tres categorías, las cuales se describen a continuación:

Categoría A. No, son diferentes (correspondiente a la categoría 11)

En esta categoría se engloban las respuestas en las que explícitamente los estudiantes plasmaron que la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases de Arrhenius no eran lo mismo y, por ende, trataron de explicar en qué consistía cada concepto para así poder justificar su respuesta. Después de revisar las diferentes respuestas emergieron tres subcategorías, las cuales se detallan enseguida:

A₁) Conceptos de fuerza y concentración adecuados. Contiene las respuestas en las cuales la descripción de ambos conceptos abordados durante el desarrollo de los trabajos prácticos fue correcta, tal como se muestra en forma literal en los siguientes ejemplos:

Ejemplo 1: “No es lo mismo fuerza que concentración, puesto que fuerza es la capacidad de disociación y concentración es la relación soluto y disolvente. Puede existir una base o un ácido fuerte pero en muy poca concentración”.

Ejemplo 2: “No es lo mismo, la fuerza, se refiere al grado de disociación que existe entre las moléculas y la concentración es que tanto soluto hay en una disolución”.

Ejemplo 3: “La concentración es la relación que hay entre el soluto y el disolvente y la fuerza es la capacidad de disociarse los ácido - bases en disolución acuosa por liberar iones (H^+) y iones (OH^-), hidrogenos, hidróxidos”.

A₂) Concepto de fuerza inadecuado y de concentración adecuado. Esta categoría se relaciona con respuestas en las cuales solo el concepto de concentración se describió adecuadamente. Se presentan tres ejemplos de lo mencionado:

Ejemplo 1: “No es lo mismo porque la concentración de un ácido o una base refiere más a que cantidad de soluto hay en una disolución, en cambio la fuerza tiene que ver a lo que hay en la sustancia, ya sea el ácido o la base”.

Ejemplo 2: “No son lo mismo, ya que la fuerza es la capacidad de disociarse o diluirse completamente en un solvente. Mientras que la concentración es la cantidad o presencia que tienen. En el solvente, claro”.

Ejemplo 3: “Como sabemos la concentración es la relación que hay entre la cantidad de disolvente, donde el disolvente o sustancia que, disuelve al soluto y la fuerza es que tanto reaccionó la mezcla de dos productos”.

A₃) Conceptos de fuerza y concentración inadecuados. Esta subcategoría corresponde a las respuestas en las cuales ambos conceptos de describieron incorrectamente. Se citan dos ejemplos literales:

Ejemplo 1: “No por que la concentración es la cantidad de soluto que tiene una sustancia y la fuerza es la capacidad de una sustancia de reaccionar”.

Ejemplo 2: “Son diferentes por que la fuerza tiene que ver que si la sustancia es muy reactiva o peligrosa no importa si es poca concentración o mucha. La concentración se relaciona con la fuerza por que si es sustancia no tan reactiva pero en la sustancia hay mucho concentración de esta entonces va ser mas peligro en una cantidad mas grande. Se relacionan al fin de cuentas ya que hay sustancias que en pocos cantidades llegan a ser nocivas para la salud y hay sustancias que no llegan a ser muy peligrosas pero si se tiene mucha concentración también pueden ser peligrosas”.

Categoría B. Sí, son iguales (correspondiente a la categoría 12)

En ella escribieron que en efecto la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases de Arrhenius son lo mismo, y justificaron su respuesta relacionando ambos conceptos, tal como lo muestra el siguiente ejemplo:

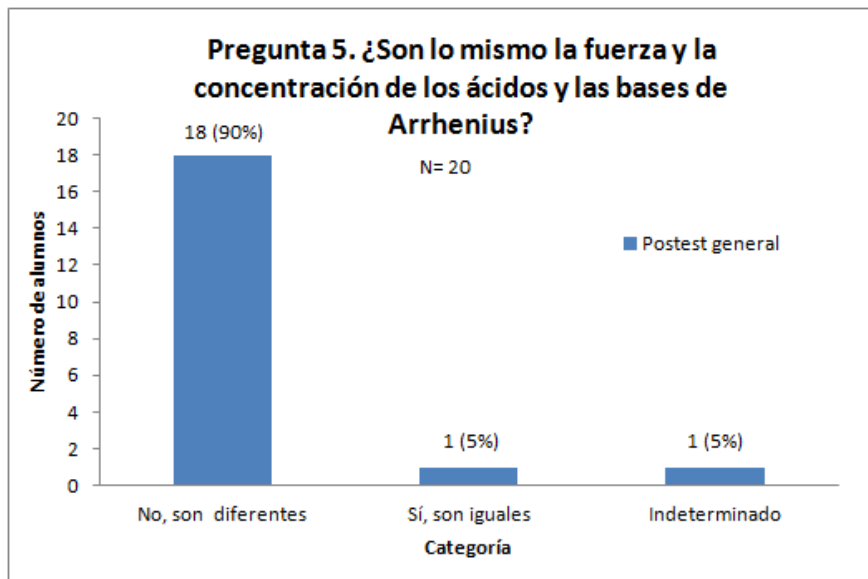
Ejemplo 1: “Si porque los ácidos entre mas concentración de hidrógenos que tenga el ácido se convertirá en un ácido fuerte y si tiene menos concentración en hidrógenos el ácido será débil, mientras que las bases más hidróxidos tenga será una base fuerte pero si tiene menos será una base débil”.

Categoría C. Indeterminado (corresponde a la categoría 13)

En esta categoría está contenida la única respuesta en la que un alumno no hizo explícito que fuerza y concentración fuesen iguales o diferentes; de hecho, sólo describió uno de los dos conceptos, no pudiéndose interpretar cómo es la concepción del estudiante respecto a ambos conceptos en conjunto, tal como se muestra en el ejemplo:

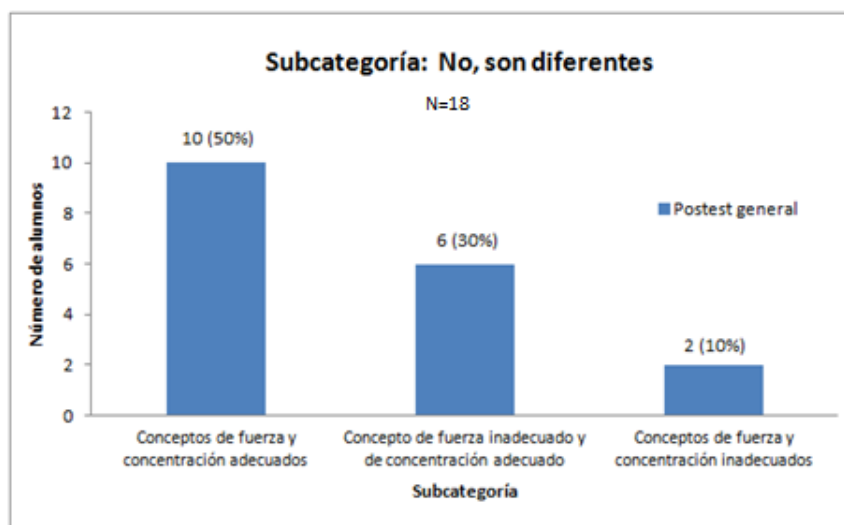
Ejemplo 1: “Arrhenius define que un ácido produce iones H^+ y una base iones OH^- La fuerza de un ácido o una base se determinan por el grado de disociación del compuesto. Los ácidos o bases que se pueden disociar completamente son mas fuertes.”

A continuación, en la Gráfica 7.2.14, se presentan las categorías correspondientes a la pregunta, así como el número y porcentaje de alumnos asociados cada una de ellas.



Gráfica 7.2.14. Categorías asociadas a la pregunta 5.

En esta gráfica se puede observar que el 90% de los estudiantes consideraron que la fuerza y la concentración son dos conceptos diferentes. Con la finalidad de analizar más a detalle las respuestas de los alumnos, se elaboró la Gráfica 7.2.15, en la cual se exponen las subcategorías correspondientes a la categoría “No, son diferentes”.



Gráfica 7.2.15. Subcategorías de la categoría “No, son diferentes”.

La gráfica muestra que de 18 alumnos que conformaron la categoría correspondiente, 10 de ellos fueron capaces de describir de manera correcta tanto el concepto de fuerza como el de concentración de ácidos y bases de Arrhenius; 6 de ellos describieron adecuadamente el concepto de concentración, pero de manera inadecuada el de fuerza; los alumnos restantes describieron de manera incorrecta ambos conceptos.

El análisis de las respuestas a esta pregunta hacen evidente que después de la implementación de los trabajos prácticos, una parte considerable de los estudiantes ya concibió que ambos conceptos no son lo mismo, lo cual debe considerarse como un avance importante; ya que, una de las concepciones alternativas más frecuentes reportadas en la literatura es que “la fuerza es sinónimo de concentración” (Fortman, 1994; Hand, 1989; Alvarado-Zamorano *et al.*, 2013).

Sin embargo, se siguieron manifestando algunas dificultades, tales como utilizar como sinónimos el término de ionización y disociación; se detectó el uso de modelos híbridos, en los cuales los estudiantes hablan sobre ceder o recibir iones H^+ o iones OH^- ; la confusión entre los términos disociación y dilución; la confusión entre una disolución y una sustancia; la asociación de la fuerza con la capacidad para reaccionar; la relación de la fuerza con lo peligroso; y, la ya mencionada confusión entre la fuerza y la concentración, aún entre pocos alumnos.

En cuanto a las categorías de "Sí, son iguales" e "Indeterminado" de la gráfica 7.2.14, cada una se conformó por un alumno, por lo cual no se profundizó en su análisis.

Pregunta 6. ¿Cuál es la relevancia de conocer la fuerza y la concentración de los ácidos y las bases con los que tenemos contacto en la vida cotidiana? Explica detalladamente.

Las respuestas de esta pregunta se organizaron en dos categorías, las cuales se detallan a continuación:

Categoría D. Ámbito de la salud (correspondiente a la categoría 14)

Esta categoría contiene las respuestas en las que los estudiantes reconocieron que en su vida cotidiana están en contacto con diversos ácidos y bases, los cuales tienen características diferentes. Mencionaron que la importancia de conocer su fuerza y/o concentración radicaba en darse una idea sobre el tipo de ácido o base en cuestión (fuerte o débil, concentrado o diluido), lo cual podía ayudarles a ser precavidos en su manipulación para así evitar accidentes o lesiones; resaltaron principalmente que esa información es relevante en cuanto al cuidado de la salud, tal como se muestra en los siguientes ejemplos:

Ejemplo 1: *“Pues podemos saber conque ácido y base tener más cuidado y con cual es casi no. ya que como sabemos existen acidos y bases tanto fuertes como debiles. un ejemplo seria un acido fuerte que con tan solo una pequeña cantidad podria ser nocivo y sin embargo existen acidos debiles como los citricos que con una cantidad adecuada no hace daño aunque en exceso si pero no es nocivo”.*

Ejemplo 2: *“La importancia de estos, puede ser para saber el uso que se le puede dar. evitar accidentes. Al saber la fuerza podemos saber lo que nos ocurriría si nos llega a caer, como el acido acético, en baja concentración es comestible pero en alta es corrosivo”.*

Ejemplo3: *“Para poder conocer su uso, para así, poder saber cuales nos serían dañinos y cuales no, cuales si podriamos ingerir, cuales nos causarían algún tipo de daño ya sea para la salud, etc.”.*

Categoría E. Ámbito escolar (correspondiente a la categoría 15)

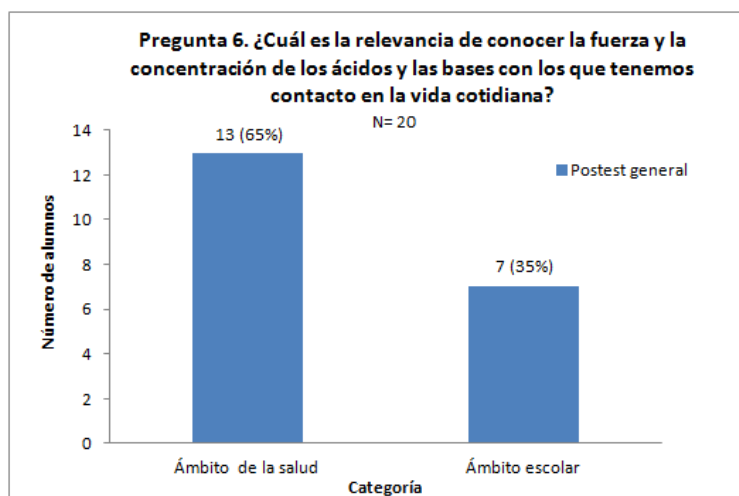
Comprende las respuestas de los alumnos en las cuales expresaron que están en contacto con diversos ácidos y bases en su vida cotidiana, mencionando que poseen características diferentes, y enfocándose a explicar que la importancia de conocer su fuerza y/o su concentración tenía que ver con su grado de conductividad eléctrica, fenómeno que se aborda usualmente en el ámbito escolar. Algunos estudiantes hicieron mención que su importancia se relaciona con la precaución con la cual deben ser manejados pero no ahondaron en el tema, como se muestra a continuación:

Ejemplo 1: *“Si conocemos la fuerza de un ácido o base, podemos determinar si son ácidos fuertes o débiles o bases débiles o fuertes. También, a partir de esas dos propiedades, podemos ver si el ácido o base son buenos electrolitos”.*

Ejemplo 2: *“Para saber manejarlos con precaución y conocer si su concentración hace que el ácido sea fuerte o débil y también conocer como emplearlos y utilizarlos por su nivel de conductividad eléctrica”.*

Ejemplo 3: “Es importante porque estamos en contacto con estas sustancias todos los días. No todos los ácidos son peligrosos y para saber de ello es relevante este tema. Podemos tener un ácido fuerte, sin embargo poco concentrado porque esta con muchas moléculas de agua. Conocer su concentración nos va a ser útil para saber la energía que generan un ejemplo a nivel macroscópico es el foco, concentrado y fuerte - mucha luz; no concentrado y fuerte - media luz; concentrado y débil - media baja luz; no concentrado y débil - no prende.”.

La Gráfica 7.2.16 muestra las categorías correspondientes a esta pregunta, y el número y el porcentaje de estudiantes relacionados con cada una de ellas.



Gráfica 7.2.16. Categorías asociadas a la pregunta 6.

En la gráfica se puede ver que un mayor número de alumnos manifestó que la importancia de los conceptos de fuerza y/o concentración se relacionaba principalmente con la salud, mencionando que hay ácidos y/o bases fuertes y débiles, concentrados y diluidos; incluso, algunos mencionaron ejemplos relacionados con la gastritis, el vinagre, los destapacaños, las frutas cítricas, etc. Hicieron explícito que esta información podría ayudarles a decidir sobre su manipulación adecuada, que algunos ácidos y bases se consumen de forma cotidiana, que están relacionados con el funcionamiento del organismo, que no todos son peligrosos, etc.

A pesar de las dificultades aún manifestadas por los estudiantes, se percibió un avance muy importante pues los alumnos fueron capaces de reconocer que en su vida cotidiana hay presentes diversos ácidos y bases, que no todos tienen las mismas características, que no todos son peligrosos, fuertes o venenosos; incluso,

que son relevantes en el cuidado de la salud, no solo por el daño que nos podrían causar sino por su importancia en diversos procesos biológicos e industriales.

En la Gráfica 7.2.16 se puede percibir que la categoría “Ámbito escolar” está conformada por un menor número de respuestas de estudiantes. En sus respuestas a pesar de que algunos mencionan que los ácidos y/o bases tienen características diferentes y que los conceptos tienen relevancia para tomar las precauciones necesarias para manipularlos adecuadamente, no describen explícitamente que el tema sea relevante para la salud; resaltaron como la fuerza y la concentración se relacionan con el fenómeno de la conductividad eléctrica de las disoluciones, lo cual en la mayoría de las respuestas describieron de manera adecuada, aunque el objetivo principal de la pregunta era que los estudiantes trasladaran estas ideas al ámbito cotidiano.

En cuanto a algunas dificultades y creencias detectadas, se observó que algunos estudiantes hablaron solo de los ácidos y dejaron de lado la importancia de las bases; hicieron referencia a los ácidos y bases como sustancias, cuando en el caso descrito por los alumnos se encontraban como mezclas (disoluciones acuosas); algunos estudiantes expresaron que la fuerza de un ácido o base depende de su concentración; un alumno consideró un ácido débil como un cítrico, queriendo referirse a que los cítricos tienen como uno de sus componentes al ácido cítrico, el cual es un ácido débil de Arrhenius.

Pregunta 7. Representa las partículas que constituirían un “ácido fuerte diluido”, un “ácido débil concentrado”, una “base fuerte concentrada” y una “base débil diluida”. Explica las diferencias y/o similitudes entre los diagramas que dibujaste. No olvides escribir las notas que te ayuden a explicar tus diagramas.

Con relación a las repuestas a esta pregunta, la organización de las categorías el análisis se centró en las representaciones gráficas (dibujos) plasmadas por los estudiantes, debido a que los alumnos no añadieron explicaciones, descripciones

o notas al 23.4% de las representaciones, y además una parte importante de ellos contestaron en forma que dificultó efectuar una comparación de las mismas.

Se realizó un análisis más detallado de la representación, por separado, de fuerza y de concentración de las disoluciones de cada alumno y las respuestas se organizaron en tres categorías, las cuales se describen a continuación:

Categoría F. Representación adecuada (correspondiente a la categoría 16)

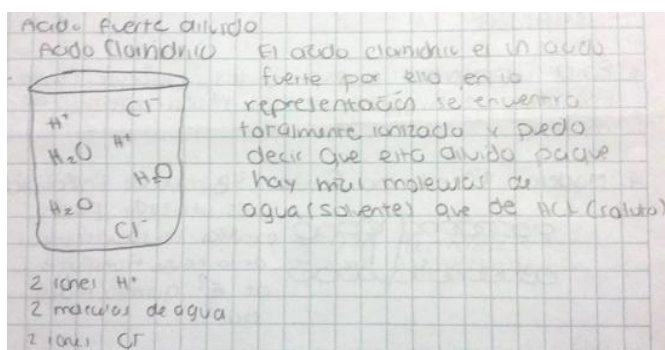
Engloba las representaciones que se interpretaron como correctas, con relación a las partículas presentes en una disolución de un ácido fuerte, uno débil, de una base fuerte y una débil de Arrhenius. Las moléculas del ácido o base fuerte las representaron totalmente ionizadas y las del ácido o base débil, parcialmente ionizadas; en cada caso, los iones que plasmaron fueron correctos.

Con respecto a la concentración, las representaciones mostraron de manera adecuada las partículas presentes en una disolución de un ácido fuerte diluido (AFD), de un ácido débil concentrado (ADC), de una base fuerte concentrada (BFC) y de una base débil diluida (BDD) de Arrhenius. Para poder interpretar una disolución como concentrada o diluida se realizó una comparación entre los dos ácidos o entre las dos bases.

De esta forma, una disolución concentrada contenía una mayor cantidad de moléculas de soluto o una menor cantidad de moléculas de disolvente, en relación con la disolución diluida. Y la disolución diluida contenía una menor cantidad de moléculas de soluto o una mayor cantidad de moléculas de disolvente, en relación con la disolución concentrada. En ambos casos, el análisis se centró en la relación entre el número de partículas de las disoluciones, de manera que no se tomó en cuenta si las moléculas presentaban una ionización parcial o total, o si las partículas o iones representados por los alumnos fueron correctos. A continuación se muestran tres ejemplos:

Ejemplo 1

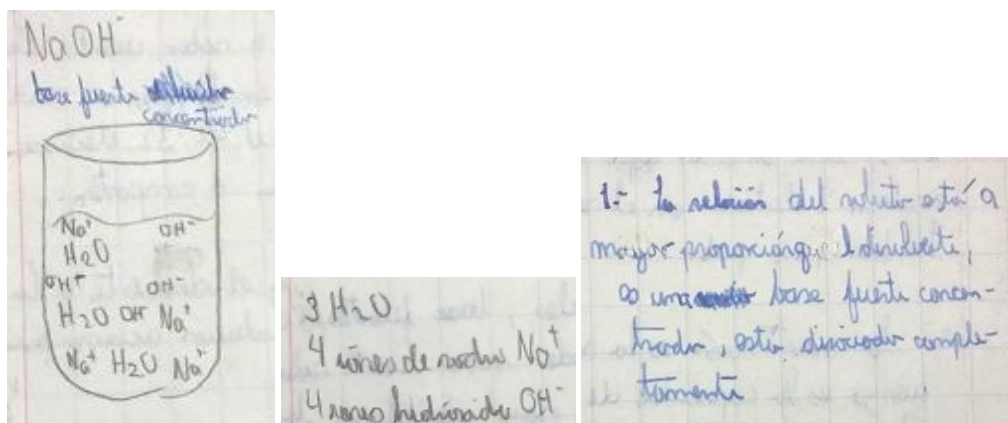
F26 (Ácido fuerte diluido (AFD))



En el ejemplo 1 se muestra como la estudiante plasmó como un ejemplo de un ácido fuerte al HCl; el cual representó totalmente ionizado y anexó una breve descripción en donde hizo explícito lo anterior.

Ejemplo 2

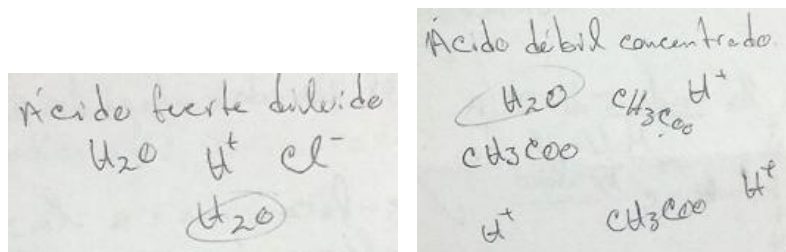
M23 (Base fuerte concentrada (BFC))



En el ejemplo 2 se puede apreciar como el alumno fue capaz de reconocer y representar al NaOH como una base fuerte de Arrhenius, la plasmó totalmente ionizada y los iones eran correctos. En su descripción, el estudiante justifica su representación, aunque con relación a la concentración es incorrecta pues expresa que la proporción de soluto supera a la del disolvente.

Ejemplo 3

M15 (Ácido fuerte diluido (AFD))



En el ejemplo 3, se puede ver que el estudiante reconoció al HCl como un ácido fuerte y con relación a la concentración representó que hay una mayor cantidad de disolvente que de soluto en la disolución, esto con relación al diagrama que corresponde al ácido débil concentrado.

Categoría G. Representación inadecuada (correspondiente a la categoría 17)

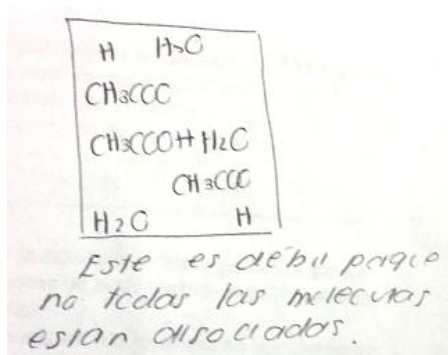
Contiene los casos que se interpretaron como inadecuados al representar la fuerza o la concentración de las disoluciones en cuestión.

Las moléculas del ácido o base fuerte las representaron sin ionizar, las del ácido o base débil las plasmaron totalmente ionizadas o sin ionizar, dibujaron las partículas en forma incorrecta, etc.

En cuanto a la concentración, algunos estudiantes concibieron que una disolución concentrada se caracterizaba por tener una mayor cantidad de partículas de soluto que de disolvente, que una disolución diluida contenía la misma cantidad de partículas de soluto con relación a la disolución concentrada, etc., tal como se muestra en los siguientes ejemplos:

Ejemplo 1

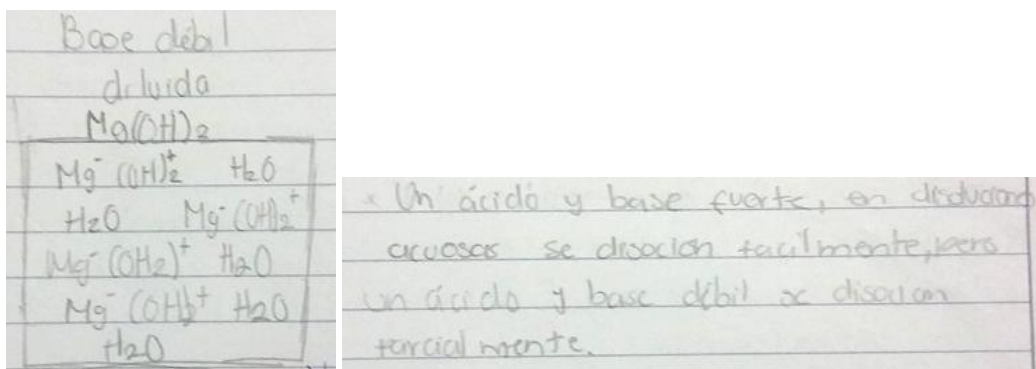
F4 (Ácido débil concentrado (ADC))



En el ejemplo 1, se muestra como la estudiante reconoció al CH_3COOH como un ácido débil; aunque señaló tanto en su explicación como en su representación que la separación de las partículas es parcial, no les colocó las cargas correspondientes. Con relación a la concentración, su representación es inadecuada pues se puede observar que hay una mayor cantidad de soluto que de disolvente.

Ejemplo 2

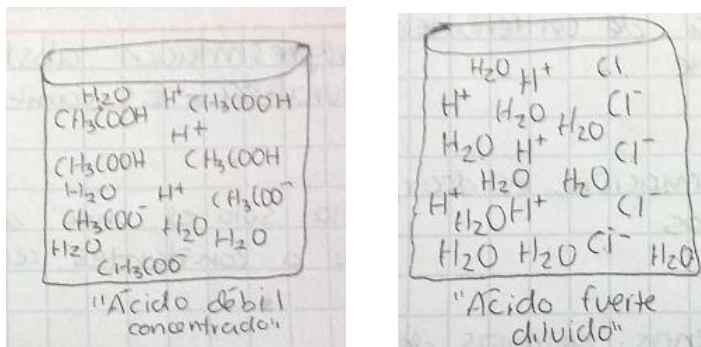
F14 (Base débil diluida (BDD))



En el ejemplo 2, se observa que la alumna reconoció al $\text{Mg}(\text{OH})_2$ como una base débil y expresó de manera escrita que se ioniza parcialmente; pero en su representación, los iones fueron incorrectos y el grado de ionización fue total.

Ejemplo 3

M23 (Ácido débil concentrado (ADC))



En el ejemplo 3, el alumno reconoció que el CH_3COOH es un ácido débil; pero con relación a la concentración representó más moléculas de soluto que de disolvente, lo cual es inadecuado.

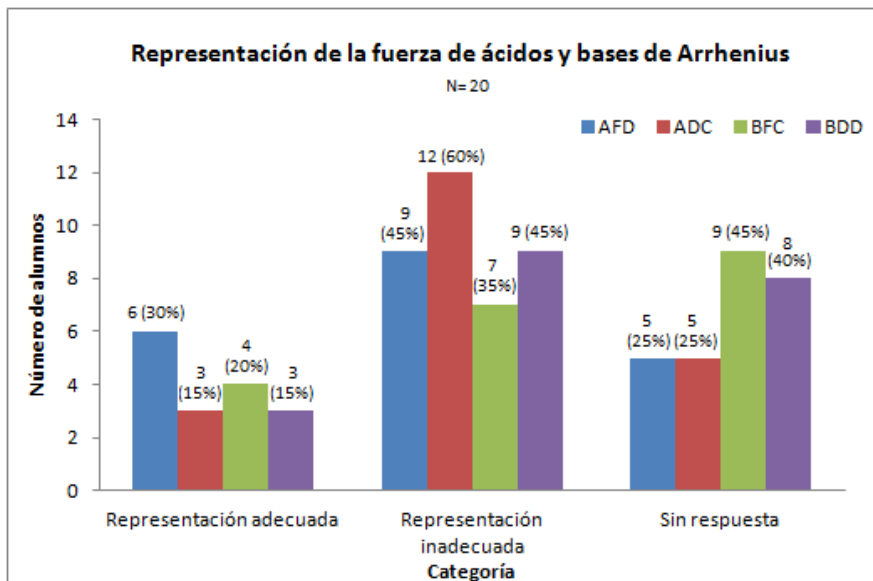
Categoría H. Sin respuesta (corresponde a la categoría 7)

Representa las preguntas que no fueron contestadas por el alumno.

Mediante las tres categorías anteriores se realizó el análisis por separado de la información correspondiente a la fuerza de los ácidos y las bases, con respecto a la relacionada a la concentración. Se efectuó así con el propósito de facilitar el análisis y la presentación de los resultados, los cuales se presentan a continuación:

Resultados relacionados con la fuerza de los ácidos y las bases.

En la Gráfica 7.2.17 se muestran los resultados y el porcentaje de alumnos asociados con las categorías en cuestión.



Gráfica 7.2.17. Categorías asociadas a la pregunta 7.

Como se puede apreciar en esta gráfica, un alto porcentaje de los estudiantes realizó una representación inadecuada con respecto a la fuerza, siendo mayor la frecuencia en el caso del ácido débil concentrado (ADC).

Entre los errores que se detectaron se encuentra que los estudiantes plasmaron las moléculas separadas pero sin las cargas correspondientes; representaron las moléculas de los ácidos y las bases fuertes sin ionizar o ionizados parcialmente; las moléculas de los ácidos y las de las bases débiles, sin ionizar o bien ionizados totalmente; los iones o partículas que escribieron fueron incorrectos (CH_3 , COO^- , COO , Cu , Mg^- , $(\text{OH})_2^+$, Na^- , OH^+ , HCl^- , etc.); dos alumnos citaron como bases débiles al NaOH y al $\text{Ba}(\text{OH})_2$, los cuales son fuertes; en el caso de la base fuerte y la débil, una alumna mencionó como ejemplos a las bases de Brønsted-Lowry NaHCO_3 y CaCO_3 respectivamente; una estudiante utilizó en su explicación un modelo híbrido (Arrhenius – Brønsted-Lowry), pues utilizó las palabras “buen donador” y “buen aceptor” de iones.

Se observó que algunos alumnos explicaron o describieron adecuadamente sus representaciones, pero su diagrama no era congruente con éstas.

En cuanto a la categoría "Representación adecuada", el porcentaje de alumnos asociados a ella es menor comparado con la categoría "Representación

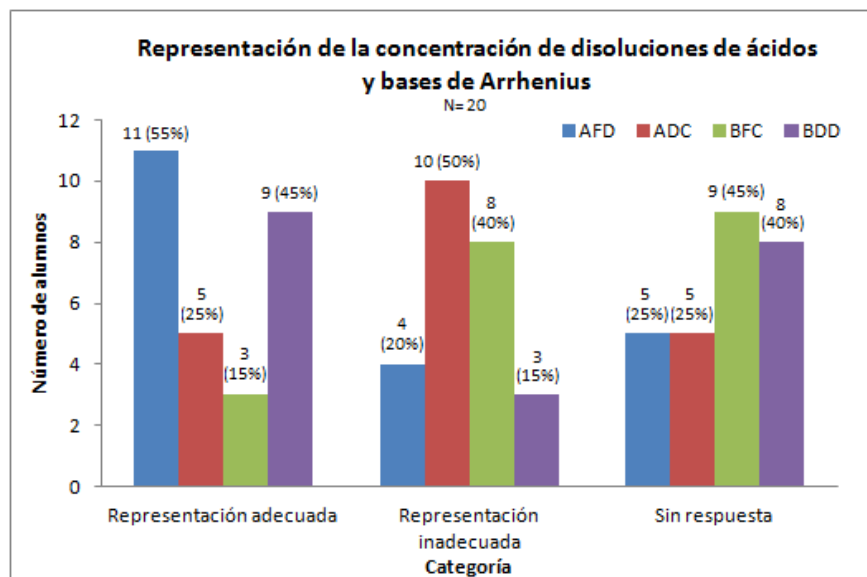
inadecuada", en la cual el ácido fuerte diluido fue el que mayor frecuencia presentó.

Cabe señalar que se observó que algunos estudiantes trasladaron el concepto de fuerza al caso de las bases y representaron de manera adecuada una base fuerte (mencionaron al NaOH) y una débil (citando al $\text{Al}(\text{OH})_3$ y al $\text{Mg}(\text{OH})_2$).

La categoría "Sin respuesta" presentó un porcentaje considerable, principalmente por el número de alumnos que no contestaron los casos de la base fuerte y la base débil.

Resultados relacionados con la concentración de las disoluciones.

En la Gráfica 7.2.18 se presentan los resultados y el porcentaje de respuestas relacionados con las categorías en cuestión.



Gráfica 7.2.18. Categorías asociadas a la pregunta 7.

La gráfica muestra que el número de estudiantes que representó adecuadamente la concentración de las disoluciones tuvo un mayor porcentaje; se puede ver que los casos del ácido fuerte diluido y de la base débil diluida fueron los que presentaron una mayor frecuencia. Por el contrario, en la categoría "Representación inadecuada", los casos que presentaron mayores frecuencias fueron los del ácido débil concentrado y de la base fuerte concentrada. Lo anterior

muestra que para los estudiantes es más fácil representar una disolución diluida que una concentrada.

Entre las dificultades que se manifestaron destacan que los alumnos concibieron que una disolución diluida contiene el mismo o mayor número de partículas de soluto con relación a una disolución concentrada; que una disolución concentrada tiene un mayor número de partículas de soluto que de disolvente o una menor cantidad de partículas de soluto con relación a la disolución diluida.

Con relación a la categoría "Sin respuesta", un porcentaje considerable de estudiantes no realizó una representación al respecto.

Por último, en general, al observar los resultados de las preguntas 5, 6 y 7 del postest general, se puede decir que la comprensión de los conceptos fuerza y concentración se alcanzó para muchos alumnos de manera parcial; al igual como se observó en los resultados de los trabajos prácticos “¿Fuerte o débil?” y “¿Fuerte o concentrado?”, los alumnos aun presentan diversas dificultades, principalmente para realizar una representación sobre estos conceptos.

Sin embargo, la mayoría de los estudiantes concibió que ambos conceptos no son sinónimos (90%) y pudieron describirlos adecuadamente, lo que representó un gran avance considerando que se trabajó con ellos el tema solo en dos ocasiones. También, la mayoría de los estudiantes reconoció la presencia de diversos ácidos y bases en su vida cotidiana, y reconoció que es importante entender los conceptos de fuerza y concentración debido a que nos ayudan a comprender y a tomar decisiones relacionadas con el ámbito de la salud (65 %).

Es importante destacar que se observó la disminución de concepciones alternativas tales como: todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos (Ross y Munby, 1991; Figueroa *et al.*, 2006), un ácido fuerte no se disocia en agua (Demircioglu *et al.*, 2005; Artdej *et al.*, 2010), un ácido fuerte es siempre un ácido concentrado (Demircioglu *et al.*, 2005).

Para finalizar el análisis, se muestran de forma resumida las categorías y subcategorías relacionadas con las preguntas del postest general (Tabla 7.2.9).

Tabla 7.2.9. Categorías y subcategorías correspondientes al postest general.

Categorías	Subcategorías
Categoría A. No, son diferentes.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ A₁ Conceptos de fuerza y concentración adecuados ❖ A₂ Concepto de fuerza inadecuado y de concentración adecuado ❖ A₃ Conceptos de fuerza y concentración inadecuados
Categoría B. Sí, son iguales.	No aplica
Categoría C. Indeterminado.	No aplica
Categoría D. Ámbito de la salud.	No aplica
Categoría E. Ámbito escolar.	No aplica
Categoría F. Representación adecuada.	No aplica
Categoría G. Representación inadecuada.	No aplica
Categoría H. Sin respuesta.	No aplica