



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

***DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA EL
APRENDIZAJE DE ÁCIDOS Y BASES***

T E S I S

**QUE PARA OPTAR POR GRADO DE MAESTRO EN DOCENCIA PARA
LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

P R E S E N T A
CELIA SÁNCHEZ MENDOZA

TUTORA PRINCIPAL
GISELA HERNÁNDEZ MILLÁN. FACULTAD DE QUÍMICA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
MTA. GISELA HERNÁNDEZ MILLÁN. FACULTAD DE QUÍMICA
DR. PLINIO SOSA FERNÁNDEZ. FACULTAD DE QUÍMICA
DRA. FLOR DE MARÍA REYES CÁRDENAS. FACULTAD DE QUÍMICA

Ciudad Universitaria. Cd. Mx. agosto 2018



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.

Sínodo

Presidente

M. C. Gisela Hernández Millán

Secretario

Dr. Plinio Jesús Sosa Fernández

Vocal

Dra. Flor de María Reyes Cárdenas

Vocal

Dr. Luis Miguel Trejo Candelas

Vocal

Dr. Adolfo Eduardo Obaya Valdivia

DEDICATORIA

A mi viejito (q.e.p.d.), mi querido padre, por enseñarme a disfrutar la vida dando siempre un poco más de lo que nos toca hacer sin esperar recibir nada a cambio, sólo por el placer de ser.

A mi madre por enseñarme a nunca rendirme e ir siempre por lo que quiero.

A mis amados hijos Alejandra (mi Nena) y Eduardo (mi enano) por haber transformado mi vida con su llegada y ser en todo momento mi más grande orgullo, mi apoyo y mis más fieles seguidores y porristas.

A mis amadísimos nietos Alekzey Yamil y Frida Alenka por demostrarme su amor sin condición, por llenarme de tantas risas y bellos recuerdos.

A mis hermanos Mavis, Lolis, Pepe, por ser cómplices de travesuras y logros, en especial a mi hermana Lolis, siempre dispuesta a ayudar.

A mi hermano Alejandro (q.e.p.d), que sin haber tenido la oportunidad de andar todo el camino conmigo su recuerdo alegre, cariñoso y desprendido siempre me acompañará y sé que dondequiera que se encuentre sigue alegrándose por mis logros.

A mis compañeros de maestría, Cristina, Isabel, Miryam, José Manuel, Rufino, por haber formado conmigo un grupo unido con quienes compartí además, risas, problemas, consejos, materiales y siempre estuvieron para apoyarme paciente y desinteresadamente, por escuchar y ser fuente de aprendizaje.

A todos aquellos amigos y compañeros que han estado en mi vida y que me han brindado su afecto, su cariño, sus palabras de aliento, apoyo, consejo o que “simplemente” me han escuchado y me han ofrecido un pañuelo desechable cada vez que he llorado (de alegría o de tristeza), con ellos.

A todos mis profesores, en especial a aquellos que de alguna manera influyeron en mi formación y en mi gusto por la docencia.

A la vida, por darme la oportunidad de disfrutarla, cada momento, de forma intensa, y poder continuar alcanzando metas, incluso algunas que se habían postergado.

A Dios por todo lo anterior.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Escuela Nacional Preparatoria, a la Facultad de Química por todo lo que han significado en mi formación profesional y docente.

A la Maestra Gisela Hernández Millán por su gran apoyo, guía, aportaciones, consejos y amistad, durante la realización de este trabajo.

A los profesores Plinio Sosa Fernández y Flor de María Reyes Cárdenas como integrantes de mi comité tutor por sus valiosos comentarios, en especial a la Profesora Flor de María por su gran apoyo para desarrollar el capítulo de Análisis de Resultados.

A la Dra. Kira Padilla Martínez por sus clases extracurriculares de Metodología.

A la Dra. Glinda Irazoque Palazuelos por darme un poco de luz en la línea de mi proyecto.

A mis profesores de la maestría Martiniano Arredondo, Graciela Pérez, José Antonio Chamizo, Roxana Pastor, Armando Marín, Clara Alvarado, Fernando López, Kira Padilla, Flor Reyes, Gisela Hernández, Luis Miguel Trejo, por compartir sus conocimientos sin reservas y abrir nuevas perspectivas para mi práctica docente.

A la M. en D. Natalia Alarcón Vázquez por facilitarme el grupo con el que se realizó la intervención con la secuencia de actividades de aprendizaje.

“Dímelo y lo olvidaré, muéstramelo y lo recordaré, involúcrame y lo entenderé”
Proverbio chino

“El maestro que intenta enseñar sin inspirar en el alumno el deseo de aprender está tratando de forjar un hierro frío.”
Horace Mann

“El aprendizaje es experiencia, todo lo demás es información”
Albert Einstein

“Enseñar es enseñar a dudar”
Eduardo Galeano

“Enseñar no es transferir el conocimiento, sino crear las posibilidades para su propia producción o construcción”
Paulo Freire

“La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo”
Nelson Mandela

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	4
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	
1.1. Marco curricular	7
1.1.1. Introducción	7
1.1.2. Plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP)	8
1.1.2.1. Antecedentes	8
1.1.2.2. El currículo de Química	9
1.2. Marco Pedagógico	10
1.2.1 Antecedentes	10
1.2.2. Corrientes psicológicas del conocimiento	11
1.2.2.1. Genetismo (Jean Piaget)	11
1.2.2.2. Constructivismo social (Lev Semiónovich Vigotsky)	12
1.2.2.3. Aprendizaje significativo (David Paul Ausubel)	13
1.2.2.4. Constructivismo	13
1.2.3. Concepciones alternativas	16
1.3. Marco Didáctico	18
1.3.1. Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	19
1.3.1.1. El ABP como facilitador del aprendizaje	19
1.3.1.2. Ventajas y Limitaciones	20
1.3.2. Actividades experimentales	21

1.3.3. Predicción Observación Experimentación (POE)	23
1.3.4. El Lenguaje	24
1.3.5. Argumentación	25
1.3.5.1. Argumentación a partir de evidencias	26
1.3.5.2. Explicaciones causales y pruebas	28
1.3.5.3. Argumentación inductiva de Toulmin	28
1.3.5.4. Importancia de la argumentación en ciencias	29
1.4. Marco Conceptual	30
1.4.1. Introducción	30
1.4.2. Breve recorrido histórico de ácidos y bases	32
1.4.3. Interpretaciones teóricas ácido-base	33
1.4.4. Concepciones alternativas de ácidos y bases	34
1.4.5. Ubicación en diferentes programas de Química y sus repercusiones	37
1.4.5.1. Antecedentes	37
1.4.5.2. Comparación entre las teorías de Arrhenius y la de Brönsted-Lowry	39
1.4.5.3. El lenguaje de ácidos y bases	42
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	
2.1. Selección del tema	44
2.2. Áreas de aplicación	45
2.3. Diseño de la secuencia de actividades de aprendizaje	46
2.4. Recolección de datos y evidencias	51
2.5. Tipo de análisis de los datos	51
2.5.1. Análisis de datos	51
2.5.2. Categorías	59

2.5.3. Recursos seleccionados para análisis	60
2.6. Evaluación	60
2.7. Evidencias	60
CAPÍTULO 3. SECUENCIA DIDÁCTICA DE ACTIVIDADES	
3.1. Secuencia de Actividades de aprendizaje	62
3.1.1. Justificación didáctica	62
3.1.2. Fundamentación	62
3.1.3. Objetivo de la Secuencia	65
3.1.4. Enfoque didáctico	65
3.2. Selección del tema	67
3.3. Impacto y aplicación	67
3.4. Selección de la secuencia	67
3.5. Aplicación de la secuencia	68
3.5.1. Selección del grupo	68
3.5.2. Pilotaje	68
3.5.3. Intervención	69
3.5.4. Actividades de la secuencia	71
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	
4.1. Resultados	89
4.2. Análisis de resultados	98
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES	168
COMENTARIOS FINALES	172

APÉNDICES

Apéndice 1. Actividades diseñadas para la Secuencia	175
Apéndice 2. Lista de anexos	193
Apéndice 3. Lista de tablas	195

ANEXOS

Para el profesor	198
Para el alumno	214
Algunas evidencias de alumnos	245

REFERENCIAS

249

Resumen

Se trata del diseño de una secuencia de actividades de aprendizaje propuesta para ser aplicada con alumnos del 6o año del bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria para el tema de Ácidos y Bases. Se parte de la revisión del modelo de Arrhenius como antecedente y se continúa con el de Brönsted-Lowry. Se contemplan actividades como lecturas, cuestionarios, POE, ABP, experimentos, ejercicios, plenarias, investigaciones bibliográficas. Se pretende desarrollar en los estudiantes habilidades de pensamiento científico, como son dar explicaciones razonadas, observar, resolver problemas. Al aplicar la secuencia se logró apreciar cómo los alumnos iban incrementando y mejorando sus habilidades para dar explicaciones fundamentadas de lo que observaban, definieron una toma de postura respecto a los modelos de Arrhenius y Brönsted-Lowry a partir de sus diferencias y limitaciones, dieron respuesta a un problema abordándolo experimentalmente y sus resultados los plantearon empleando una rejilla de argumentación de Toulmin. A lo largo de la intervención se pudo apreciar que su expresión oral y escrita mejoraba. Estas actividades están contempladas desde una visión constructivista y se evaluaron desde una perspectiva cualitativa.

Palabras clave:

Secuencia de actividades de aprendizaje, ácido, base, Arrhenius, Brönsted-Lowry, ABP, POE, experimentos, rejilla de Toulmin.

INTRODUCCIÓN

Pese a la gran cantidad de investigaciones realizadas en educación científica, aún no hay un consenso o acuerdo sobre qué conocimientos, o cómo han de enseñarse los contenidos científicos para que sean ampliamente aprendidos por la mayor cantidad de estudiantes. Los alumnos ingresan a las clases de química con ciertas creencias nativas que influyen en su comprensión, se trata de ideas previas acerca de la naturaleza del mundo (Wandersee *et al.*, 1994). Éstas surgen de sus experiencias físicas, sociales, etcétera (Talanquer, 2006), con la que ellos dan explicaciones muy diferentes a las aceptadas por la comunidad científica y cuando tratan de comprender la nueva información dentro del aula presentan problemáticas para su comprensión y el cambio conceptual será muy limitado (Treagust y Duit, 2009). Por tal motivo, el profesor que enseña ciencias debe tomar en cuenta las concepciones previas de los estudiantes antes de empezar a construir la comprensión de los conceptos científicos (Talanquer, 2006), es decir, “averiguar lo que el aprendiz ya sabe y enseñarle de acuerdo con ello” (Ausubel, Novak, y Hanesian (1983), en Trinidad y Garritz, 2003).

El reto en la educación contemporánea es centrarse en que el alumno aprenda bien, que entienda los significados de lo que se le enseña y sea capaz de extrapolarlos en su quehacer diario.

El paradigma de enseñanza-aprendizaje de las ciencias basado en la transmisión verbal del conocimiento científico como algo terminado, se empezó a poner en juicio a partir de los años ochenta y desde entonces se ha estado promoviendo su sustitución por el de orientación constructivista (Gil, 1983; Driver, 1988; Novak y Gowin, 1988); sin embargo, hasta el momento no se ha logrado totalmente este cambio.

Los currículos se han centrado casi exclusivamente en la adquisición de conocimientos científicos, para introducir a los alumnos en sus teorías, conceptos y procesos prácticamente de forma memorística. A partir de los ochenta se empieza a modificar la orientación y se trata de incluir componentes que orienten

la enseñanza de las ciencias hacia aspectos sociales que la relacionen con su cotidianeidad, incluyendo la alfabetización científica y tecnológica (Furió, *et al.*, 2001), de tal forma que cada vez más, se deberá promover que la enseñanza de las ciencias contribuya a la comprensión de conocimientos, procedimientos y valores, para que los alumnos sean capaces de tomar decisiones fundamentadas y aprecien la utilidad de la ciencia y sus aplicaciones en pro de una mejora en su calidad de vida.

Para alcanzar otras formas de abordar los procesos de enseñanza de las ciencias se requiere que los docentes que promueven el aprendizaje, estén conscientes de que es necesario no sólo profundizar en el conocimiento específico de la asignatura correspondiente, sino que, además, desarrollen su capacidad reflexiva sobre la estructura de la ciencia y el papel que ésta juega en nuestra sociedad.

Las escuelas actuales requieren entre otras cosas, nuevas metodologías para abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje y de evaluación de la ciencia que se desarrolla en el ámbito escolar que le permita construir éste desde su valor, su contexto y su momento histórico. Así como reflexionar sobre las potencialidades que brinda la ciencia para comprender los hechos del mundo.

Para lograr esto, es necesario considerar los aspectos epistemológicos y orientar la acción docente hacia el desarrollo de habilidades de pensamiento científico que permita que el alumno actúe eficazmente frente a problemas escolares, cotidianos y para la vida, para ello es conveniente que el profesor esté bien preparado en el conocimiento de estrategias pedagógicas y didácticas actuales que le apoyen en esta importante labor; también es él quien determina cuáles son las necesidades formativas del estudiante y qué factores pueden influir en una continua preparación para el cambio didáctico (Furió, 1994).

Muchos profesores conciben sus ideas, comportamientos y actitudes hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje en función de la forma en que fueron enseñados cuando eran alumnos y en su práctica docente se comportan igual, ya

que reaccionan a experiencias ya vividas y adquiridas, pues las ven como obvias, y éstas se convierten en un verdadero obstáculo (Bachelard, 1979) si se pretende renovar el proceso de enseñanza y aprendizaje, Bourdieu (1979) lo menciona *“lo que se ha venido haciendo en nuestras instituciones es repetir lo que nuestros profesores repetían de sus antecesores y muy probablemente nuestros alumnos lo repetirán si llegan a ser profesores”*

El aula debería considerarse un lugar activo para la producción de conocimiento, más que un lugar de práctica memorística y enciclopédica; que se apoye en la experimentación, la indagación, la argumentación, el modelado es decir en estas y otras actividades constructivistas del conocimiento, pues como enuncia Golombek (2008), *“cada vez que logramos una actitud inquisitiva, curiosa, hasta rebelde, vamos en camino a que el alumno comprenda que sus propias preguntas acerca del mundo que lo rodea son el inicio y no el final de un viaje”*. Todas esas actividades permiten adquirir conocimiento científico y se deberán presentar de tal forma que el estudiante ya no considere la clase de ciencia como algo aburrido, inentendible o algo que le toca sufrir para aprobar la asignatura si bien le va, dejando al profesor, también, con una gran sensación de incompetencia.

Generalmente los profesores que enseñan ciencia lo hacen a través de sus propias percepciones sobre esta, sus valores, sus prácticas, de su experiencia profesional y educativa.

Es importante saber cómo el profesor concibe a la ciencia y qué representaciones tiene de la misma, ya que dependiendo de cómo elabore esta percepción podrá ir introduciendo, o no, a las nuevas generaciones de estudiantes en este camino como una opción de actividad intelectual y laboral.

Una forma de coadyuvar con el trabajo del profesor es diseñar estrategias de enseñanza en las que, entre otras cosas, debe tomarse en cuenta que el aprendizaje no consiste en una simple transferencia de conocimientos del profesor

al estudiante, sino que es preciso dejar claros los significados de lo que se dice (Ametller, Leach y Scott, 2009).

Es preciso desechar las ideas de que: *“enseñar lo que se sabe es fácil...”*, *“cuestión de personalidad, de sentido común y alguna experiencia”* (Gil y Vilches, 2008), para lo cual se hace necesario realizar un cambio metodológico en la enseñanza de conceptos y procedimientos para que los alumnos sean capaces de fundamentar lo aprendido empleando ideas científicas. Una forma de hacerlo es implementando secuencias de enseñanza (Leach y Scott, 2002), con respecto a las cuales existen evidencias que demuestran que, de esta forma, se puede mejorar el aprendizaje de los conceptos científicos en los estudiantes.

La presente propuesta de secuencia de actividades de enseñanza-aprendizaje tiene la intención de apoyar el trabajo del profesor para atender algunas de las demandas de aprendizaje de los alumnos con respecto al tema de ácidos y bases. Son actividades que el profesor pueda aplicar, si lo desea, dentro del contexto del aula de trabajo, con sus estudiantes. Esta propuesta tiene una perspectiva constructivista que incluye experiencias de Predicción-Observación-Explicación (POE), cuestionarios, lecturas, ejercicios, aprendizaje basado en problemas (ABP), actividades experimentales, de reflexión; empleando además autoevaluación, coevaluación o rejilla de Toulmin en algunas de ellas.

Esta secuencia inicia haciendo un recorrido histórico de los ácidos y las bases hasta llegar al modelo de Arrhenius, que se revisa en quinto año del bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y continúa con el Modelo de Brønsted-Lowry y los temas subsecuentes mencionados en el programa de Química IV Áreas 1 y 2. Esta propuesta también podría tener aplicación a contenidos equivalentes de otros programas similares de la Educación Media Superior (EMS).

OBJETIVOS

Objetivos Generales

- Desarrollo y puesta en práctica de una secuencia didáctica de actividades para el aprendizaje de Ácidos y Bases en las clases de Química del Bachillerato.
- Favorecer en los alumnos el desarrollo de algunas habilidades de pensamiento científico como la observación, la generación de datos o evidencias y el planteamiento de explicaciones orales y escritas.
- Emplear estrategias de enseñanza-aprendizaje constructivistas que favorezcan el desarrollo de las habilidades ya mencionadas y el aprendizaje de ácidos y bases.

Objetivos para la secuencia de actividades de enseñanza

1. Reconocer los modelos de Arrhenius y Brønsted-Lowry como diferentes entre sí.
2. Identificar algunas limitaciones del modelo de Arrhenius frente al de Brønsted-Lowry.
3. Aplicar el modelo de Brønsted-Lowry en temas como el de pH y amortiguadores.
4. Desarrollar algunas habilidades de pensamiento científico como el planteamiento de explicaciones.

Hipótesis

Una vez aplicada la secuencia de actividades de aprendizaje los alumnos serán capaces de discriminar entre los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry conociendo sus alcances y limitaciones y lo aplicarán en los contenidos que corresponden al programa de Química IV (Áreas 1 y 2), así como elaborar explicaciones fundamentadas particularmente con el tema de ácidos y bases.



CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 MARCO CURRICULAR

1.1.1 Introducción

En estas últimas décadas el currículum de química ha sufrido importantes cambios para adecuarse a los nuevos objetivos de la educación media y media superior, a los cambios sociales y a los resultados de la investigación didáctica (Caamaño, 2006), sin embargo muchos alumnos continúan fracasando ya sea porque los contenidos les parecen difíciles, abstractos o alejados de su realidad, aunado al hecho de que pese a los cambios continua presentándose a la ciencia de forma descontextualizada sin que los estudiantes entiendan qué valor puede tener en su vida futura (Caamaño, 2006).

De acuerdo con lo anterior, se hace necesario abordar las ciencias de forma contextualizada, de esta forma los alumnos apreciarán la utilidad y aplicabilidad de los contenidos científicos que estudian y lo relacionarán con las implicaciones sociales de la ciencia, dado que necesitan poder hacer juicios críticos de aquella información que reciben de los diferentes medios de comunicación (prensa, radio, TV, internet), de la literatura de divulgación científica y de los museos y exposiciones de ciencias (Caamaño, 2006).

En muchos países es común que las instituciones planteen contenidos y actividades sin atractivo para los estudiantes por lo que su interés por la escuela disminuye drásticamente. El cuestionamiento entonces es si los currículos actuales y el gran énfasis que se hace de los contenidos, son apropiados para la enseñanza obligatoria, el prestar gran interés por revisar todos los contenidos incluidos en los programas para cumplir con ellos, limita en los estudiantes el desarrollo de las habilidades necesarias para aprender ciencias en forma creativa, sin oportunidad para ellos de expresar su propia opinión en forma crítica y fundamentada, en especial aquellos temas científicos de actualidad (Caamaño,

2006); considerando todos estos aspectos, la mayoría de los países, en especial los iberoamericanos, han estado transformando sus sistemas educativos y algunos ya han implementado reformas al respecto (Maiztegui *et al.*, 2000); sin embargo, y pese a que hasta el momento no se han observado cambios sustanciales, la nueva concepción del currículo es ahora más abierta y flexible.

Dentro de esta visión se pretende que los alumnos no solamente construyan conocimientos, sino que también, sean capaces de resolver problemas, por lo que se hace necesario que desarrollen su pensamiento crítico.

1.1.2. Plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP)

Los planes y programas son la estrategia en la que queda plasmada la misión, la visión y los objetivos de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), que, junto con profesores y alumnos como actores principales, permiten alcanzar la finalidad de la institución que es el egreso de individuos preparados para continuar sus estudios universitarios.

1.1.2.1. Antecedentes

En 1964 siendo rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) el Dr. Ignacio Chávez, se aprobó un plan de estudios en el que se incluía entre otros objetivos, la preparación especial para abordar una determinada carrera profesional (UNAM, 2003), aclarando que las finalidades del bachillerato eran formativas de la personalidad y de preparación para una determinada carrera (UNAM, 2003:10). En 1992 el Consejo Técnico de la ENP aprobó un nuevo programa, que entró en vigencia hasta 1996, en el cual se encuentra inscrito el presente trabajo de tesis.

La UNAM en su documento “Lineamientos para la reestructuración del Sistema de Educación Universitaria” (UNAM, 2004), señala que un problema común en los tres niveles (bachillerato, licenciatura y posgrado), es su “visión enciclopédica y rígida” con “énfasis en la adquisición de información y no en la formación de

habilidades” por lo cual, “lo fundamental es que los estudiantes adquieran las capacidades que le permitan el aprendizaje a lo largo de la vida” (Morales, 2007)

A decir de Morales (2007), la ENP en los hechos continúa con un modelo educativo contrario a la corriente mundial diseñada para el siglo XXI ya que cuenta con una sobrecarga curricular que privilegia la exposición verbal y la memorización, se dan ejemplos y ejercicios no significativos. Para subsanar esta problemática la ENP se encuentra en proceso de reestructuración de sus programas de estudios (al momento de concluir este trabajo de tesis ya estaban en vigencia los programas de estudio actualizados para las asignaturas de quinto año y se estaba trabajando con lo de sexto año).

1.1.2.2. El currículo de Química

Desde el punto de vista constructivista, el currículo más que concebirse como “lo que debe ser aprendido”, se debe concebir como el conjunto de experiencias mediante las cuales los que aprenden construyen una concepción del mundo más cercana a la concepción de los científicos (Driver, 1988).

Sin embargo, el currículo actual está aislado, en su visión global, del sentido común, de la vida cotidiana, de la sociedad, de la tecnología y de la investigación en temas actuales y se reconoce que los estudiantes tienen dificultades en comprender aspectos abstractos o no observables de la química en particular por la manera en que los profesores se mueven entre las representaciones microscópicas y simbólicas de sustancias y procesos (Treagust *et al.*, 2000).

Es importante definir cómo se concibe el currículo, si este se considera como un cuerpo de conocimientos que debe ser transmitido al que aprende, su desarrollo puede ser visto como aproblemático y simplemente se decide qué es lo que la gente necesita saber, lo que puede generar incongruencia entre los objetivos educativos y los resultados reales del aprendizaje. Si se considera como un conjunto de problemas y situaciones relevantes, disciplinares o interdisciplinares que desafíen la capacidad de comprensión y acción de los que aprenden,

entonces se requerirá que los currículos y los planes de estudio sean concebidos, como el conjunto de experiencias que permita que los estudiantes construyan y desarrollen las destrezas e ideas deseadas (Driver, 1988) por lo que se deberá modificar la enseñanza tradicional de las ciencias, de tal forma que la actividad científica se vincule con los intereses de los alumnos y de la sociedad en general, para que aprecien la relevancia de la ciencia para su vida.

Obviamente esta concepción del currículo deberá tomar como parte esencial el desarrollo del profesor ya que, el papel del docente no será exclusivamente como transmisor del conocimiento empleando contenidos disciplinares descontextualizados, sino que requerirá cada vez más abordar las ciencias de forma contextualizada, de manera que los estudiantes puedan adquirir conciencia de la utilidad y aplicabilidad de los contenidos científicos que estudien, deberá definir y plantear situaciones en las que se promueva que los alumnos vivan en sí mismos la relación entre experiencia y saber (Caamaño, 2006; Contreras, 2010).

1.2. MARCO PEDAGÓGICO

1.2.1 Antecedentes

Durante nuestra vida recibimos tres tipos de educación, a veces contrarias, la de nuestros padres, la de nuestros maestros y la del mundo (Marenales, 1996), por lo que, cuando ingresamos a una educación formal ya contamos con un capital cultural (Bourdieu y Passeron, 1979) que nos permite acceder a los nuevos conocimientos de manera particular e individual en función de ese capital.

Para construir la pedagogía, se parte de la observación y de la discusión de los procesos de educación de todo tipo mientras que históricamente, la enseñanza ha sido considerada en el sentido estrecho de realizar las actividades que lleven al estudiante a aprender (García y García, 1996).

El aprendizaje se relaciona con la acción que realiza un estudiante cuando construye conocimiento.

Quien enseña ciencias lo hace desde su propia interpretación, probablemente recurriendo a un reduccionismo, considerando que así le será más fácil de aprender y de enseñar, de tal manera que generará sus propias “ideas acerca de la ciencia” (Osborne *et al.*, 2003), haciendo uso de sus experiencias tanto educativas como profesionales, esto puede generar deformaciones de la ciencia y obstaculizar una correcta orientación de la enseñanza (Fernández *et al.*, 2002).

Dado que el aprendizaje es un proceso constructivo que implica para el alumno “construir significados”, necesariamente toma como base lo que ya sabe (Tünnermann, 2011).

1.2.2. Corrientes psicológicas del conocimiento

1.2.2.1. Jean Piaget (1896-1980)

En su teoría Piaget incluye aspectos acerca del desarrollo cognitivo temprano que se construye desde los primeros meses de vida de un bebé y explica cómo el niño interpreta el mundo en diversas etapas. Dividió el desarrollo cognitivo en fases o estadios evolutivos. Para Piaget el conocimiento resultaba de la interacción entre el sujeto y el objeto entre sí, afirmaba la existencia de un proceso de adaptación en el cual actuarían dos subprocesos, la asimilación, durante la cual se integra la información que se encuentra fuera de la estructura cognitiva, ésta debe pasar por un proceso de acomodación para incorporarse al esquema cognitivo con que cuenta el sujeto.

Las asimilaciones-acomodaciones se seguirán sucediendo hasta alcanzar estadios de equilibrio más estables que resulten en cambios cualitativos en la estructura cognitiva (en Cano, 2007).

De acuerdo a esta teoría, los adolescentes de bachillerato se encontrarían en la etapa formal del pensamiento y deberían ser capaces de distinguir entre lo real y lo posible; de hacer deducciones y plantear y comprobar hipótesis, contar con esquemas de control de variables, plantear representaciones proposicionales de los objetos empleando el lenguaje; también podrían interpretar resultados; sin

embargo la experiencia muestra que no es así, ya que, el pensamiento formal no se adquiere fácilmente ni de la misma forma para todos los adolescentes (Pozo y Carretero, 1987; Carretero y León, 1990).

1.2.2.2. Lev Semiónovich Vigotsky (1896-1934)

Vigotsky consideraba al adolescente esencialmente como un ser pensante, le dio gran importancia al desarrollo histórico cultural del individuo y consideró que las funciones psicológicas superiores eran producto del desarrollo histórico del hombre. Desarrolló un enfoque incluyente a la educación en una teoría del desarrollo psicológico, es un referente en el campo de la teoría evolutiva, como: el desarrollo sociocognitivo de la primera infancia, la aparición del lenguaje y la comunicación, la construcción del lenguaje escrito y otros más, incidía en que un comportamiento sólo puede ser entendido si se estudian sus fases, sus cambios, su historia (Vigotsky, 1979), se interesó por las razones que permiten la aparición de funciones psicológicas exclusivamente humanas (funciones superiores) (Carrera y Mazzarella, 2001).

Consideró que la característica del pensamiento adolescente es su capacidad de asimilar el proceso de formación de conceptos, apropiándose de ellos y pasando así a una nueva forma de actividad intelectual (Cano, 2007), en construcción común con el marco social.

De acuerdo con Vigotsky, el momento más significativo del desarrollo cognitivo, como función superior, es cuando se adquiere el lenguaje, éste permite ir creando nuevos procesos de pensamiento (Lucci, 2006). Su idea central fue la mediación, a través de ésta, el individuo se relaciona con el ambiente, el lenguaje verbal es un sistema de mediación simbólica que funciona como un instrumento de comunicación, planificación y autorregulación. Otro sistema de mediación es el lenguaje escrito.

Vigotsky planteó dos niveles evolutivos: el nivel de desarrollo real, que corresponde al de las capacidades mentales y que le permiten a un niño realizar

algo por sí solo y el nivel de desarrollo potencial en el que, si se le ofrece ayuda o se le muestra cómo resolver un problema, lo puede solucionar, esto conforma la zona de desarrollo próximo (ZDP) que es la distancia entre el nivel real de desarrollo, (capacidad de resolver independientemente un problema), y el nivel de desarrollo potencial, (la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz).

Entonces, el conocimiento se coconstruye entre las personas con que se interactúa, el desarrollo intelectual se propicia por las interacciones sociales con compañeros más conocedores (Rafael, 2009). Los procesos mentales, como resolver problemas, o planear tienen un origen social, el niño nace con habilidades mentales elementales como la percepción, la atención y la memoria. Las funciones mentales superiores se adquieren y desarrollan a través de la interacción social y la cultura.

1.2.2.3. David Paul Ausubel (1919-2008)

Este modelo consiste en explicar o exponer hechos o ideas y es apropiado para enseñar relaciones entre conceptos, para eso los alumnos ya deben tener cierto conocimiento sobre esos conceptos; es aplicable para estudiantes de nivel secundaria y subsecuentes. Ausubel acuñó el término aprendizaje significativo para distinguirlo del aprendizaje memorístico.

El aprendizaje significativo propone que se modifica la estructura cognitiva del alumno mediante reacomodos. Facilita la adquisición de nuevos conocimientos, y los relaciona con los que ya ha aprendido, por lo cual es indispensable tener en cuenta lo que el alumno ya sabe sobre aquello que se le quiere enseñar, de esta forma la nueva información se mantiene en la memoria a largo plazo, es activo y personal. Los aprendizajes, memorístico y significativo no son excluyentes sino coexistentes.

1.2.2.4. Constructivismo

Se puede considerar a Piaget como el primer constructivista en el sentido de que menciona que el conocimiento es construido en la mente del aprendiz (Bodner, 1986), en un proceso de toda la vida, empleando esquemas de pensamiento a través de estructurar y desestructurar las experiencias.

Pero, elegir solamente una teoría del desarrollo o del aprendizaje para explicar y comprender los procesos escolares de enseñanza y aprendizaje es renunciar a teorías alternativas que igualmente ayuden a comprender algunos aspectos de estos procesos (Coll, 1996) razón por la cual, la postura constructivista es la convergencia de algunas aproximaciones psicológicas como las de Piaget, la teoría de la asimilación de Ausubel y la sociocultural de Vigotsky, entre otras (Díaz y Hernández, 1999).

El constructivismo, según Carretero (2005) *“es la idea de que el individuo, tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos, no es un simple producto del ambiente ni resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se produce día a día como resultado de la interacción entre esos factores”*.

La construcción del conocimiento dependerá básicamente de la representación inicial que tenga el individuo, de la nueva información y del esquema que desarrolle al respecto. Una representación es un esquema que desarrolla el sujeto en su interacción con su realidad, y la podrá ir modificando cuando la confronte con la realidad misma.

Se deberá considerar el aprendizaje como una construcción personal y social en relación dialéctica, ya que el conocimiento lo construye la persona y se mediatiza socialmente entonces, el conocimiento solamente existe en la mente del cognoscente (Tobin y Tippins, 1993).

Para el constructivismo no existe una descripción exacta de cómo son las cosas, porque cada individuo construye su realidad, es decir, construye la comprensión de su realidad, no solamente su reflejo, busca su significado tratando de encontrar

orden en lo que ocurre, aun cuando no tenga la información completa, así, desde este marco, el conocimiento es bueno cuando funciona y nos permite alcanzar nuestros objetivos (Bodner, 1986).

Este es un proceso de elaboración y transformación de las ideas o conocimientos previos por lo que el alumno es el responsable de los aprendizajes que va logrando en función de la transformación de sus antiguas concepciones al integrarlas con los nuevos conocimientos (Campanario y Otero, 2000).

El constructivismo se interesa por estudiar aspectos importantes relacionados a las personas, desde el contexto del aprendizaje escolar, el desarrollo intelectual, su proceso de aprendizaje para potencializar el desarrollo integral del estudiante (psicológico, intelectual, etc.).

La educación actual requiere promover la formación de individuos que al interactuar creativamente con la información puedan construir conocimientos; enseñar es esencialmente proporcionar una ayuda para la actividad constructivista de los alumnos y la enseñanza es un proceso de creación y no de simple repetición por lo que, el papel del profesor, sin duda, se hace mucho más complejo (Driver, 1988) en especial si consideramos que la enseñanza y el aprendizaje no son sinónimos dado que, aun cuando se enseñe bien hay estudiantes que no aprenden (Bodner, 1986).

Por lo que, al enseñar ciencias, desde una perspectiva constructivista se deberán seleccionar actividades que permitan que los alumnos construyan hipótesis, explicaciones, analogías o metáforas, experimentos, problemas o proyectos que faciliten la comprensión de conceptos abstractos o la exploración de ideas centrales en la disciplina; además de diseñar también actividades para evaluar lo aprendido en la resolución de problemas y en contextos reales y variados (Talanquer, 2004), permitiendo que los alumnos emitan explicaciones, usen el lenguaje apropiado y reflexionen sobre su conocimiento.

Para aprender a dar significados, los individuos deben elegir relacionar nuevos conocimientos con conceptos y proposiciones relevantes que ya conocen.

El aprendizaje es un proceso activo, y lo que hacen los estudiantes con los hechos y las ideas con las que han sido presentados depende en gran medida de lo que ya piensan y creen. Ser capaz de reconocer y trabajar con las ideas que tienen los estudiantes y sus concepciones es un componente clave de una estrategia educativa eficaz (Horton, 2007).

1.2.3. Concepciones alternativas

A partir de los años 80 las investigaciones mostraron que los alumnos cuentan con ideas y concepciones propias acerca del comportamiento del mundo natural. Estas concepciones generalmente proceden de sus experiencias individuales y sociales con las cuales pueden realizar predicciones y explicaciones con respecto a ese mundo, pero generalmente están alejadas de las explicaciones científicas. En este sentido es muy importante el reconocer e identificar las ideas con que cuentan los estudiantes para apoyarlos a construir sus saberes científicos.

Actualmente contamos con información específica sobre las ideas previas, teorías intuitivas y dificultades conceptuales de los alumnos en una gran variedad de áreas científicas y de cómo influyen sobre el aprendizaje (Wandersee *et al.*, 1994; Pozo y Gómez, 1998).

Para referirse a ellas, a partir de los años 70, se han acuñado muchas palabras como, ideas ingenuas, ideas erróneas ideas previas, preconcepciones, razonamiento o ideas espontáneas, dificultades persistentes, marcos alternativos o concepciones alternativas.

Según Osborne y Wittrock (1983), las concepciones alternativas son ideas que desarrollan los alumnos sobre su mundo, así que, cuando se enfrentan a las palabras que emplea la ciencia, ellos construyen significados para dar explicaciones sobre cómo y por qué las cosas se comportan de tal o cual manera.

Bachelard (1979) sugería que la ciencia progresaba cuando se superaban los obstáculos epistemológicos. En caso contrario, el conocimiento científico no avanza, se estanca e incluso puede retroceder. Con la educación, en las aulas se deben superar obstáculos, aquellos que representan las concepciones alternativas. Los alumnos van recibiendo nueva información, con la información previa que ya tienen deberían de poder incrementar su conocimiento e incrementar su bagaje cognitivo. Sin embargo éste parece que se estanca, que continúa atado a las ideas previas, se explica como un modo de pensamiento y pueden ser obstáculos en la medida de que sean implícitos, según Pozo *et al.* (1998) (en Callone y Torres, 2013).

En este trabajo se manejarán como concepciones alternativas (CA).

Entre sus causas se consideran, las experiencias y observaciones de la vida cotidiana del estudiante, las concepciones transmitidas por el docente, las que transmiten los libros de texto y otros materiales escolares, la influencia del lenguaje cotidiano al relacionarse con las personas así como con los medios de comunicación (radio, TV, cine, prensa, libros, etc.); las concepciones transmitidas por la cultura propia de cada civilización (Nakhleh, 1992; Pozo, 1996), empleo de estrategias de enseñanza y metodologías de trabajo inadecuadas.

Las CA más arraigadas son las relacionadas con las experiencias personales de “sentido común” (Campanario, 1995).

Campanario y Moya (1999) propusieron técnicas y recursos de enseñanzas que intentan el cambio conceptual, incluyen un cambio metodológico para considerar los conocimientos declarativos, procedimentales, evaluativos además de los valores y las emociones, obviamente teniendo en cuenta las ideas con las que llegan los alumnos a las aulas.

Si las CA se dan a partir de que el alumno intenta interpretar la información científica, es importante determinar con anticipación cuáles presenta el alumno, para evitar que añada otras al confrontarlo con el modelo de enseñanza, ya que

estas interferirán con los aprendizajes posteriores si la nueva información no se puede conectar adecuadamente.

Las ideas de los estudiantes varían con la edad, la historia personal y el contexto social, por lo que, diferentes alumnos pueden tener diferentes explicaciones sobre un mismo fenómeno aun cuando compartan el mismo marco conceptual y los mismos patrones de razonamiento (Talanquer, 2006).

1.3. MARCO DIDÁCTICO

Dentro del ámbito de la educación científica, actualmente existen dos aspectos que causan inquietud, el bajo interés de los alumnos por las carreras científicas y el alto desconocimiento de esta área por la sociedad en general, esta es una situación preocupante dada la importancia económica y social que tiene en este siglo la Ciencia, la Tecnología y el Ambiente.

Entonces, un propósito de la educación científica radica en mejorar los aprendizajes de los estudiantes.

Para facilitar la construcción del aprendizaje se deberá poner énfasis en la aplicación de técnicas que garanticen este proceso, promoviendo un papel más activo de los estudiantes en él (Vázquez y Manassero, 2007).

Actividades como la investigación, el razonamiento, el pensamiento crítico, la toma de decisiones, el análisis y la síntesis durante la construcción de los conocimientos, la solución a problemas, son sugerencias para un aprendizaje activo del constructivismo; al mismo tiempo deberían considerarse los valores escolares (la obediencia, el respeto, la responsabilidad) (Chamizo, 2007).

La tendencia global es el rechazo de la enseñanza por transmisión verbal del discurso expositivo del profesor (Gil 1983), enfatizando el papel central de los alumnos en la construcción de su conocimiento en el aula, es decir, que se deberá cambiar el enfoque de la educación científica para preparar a los estudiantes para

tomar decisiones en temas relacionados a ella, a partir del planteamiento de problemas desde un esquema conceptual coherente (Gallagher *et al.*, 1995).

Si se quiere cambiar lo que los profesores y los alumnos hacen en las clases de ciencias, se tendrán que cambiar las ideas simplistas y deformadas que se enseñan sobre la ciencia, para poder llevar a cabo planteamientos, como, los trabajos prácticos, la resolución de problemas (teóricos y prácticos), la evaluación, etc., sin dejar de considerar que la ciencia que se enseña en el aula, no es la ciencia exacta de los científicos, sino una reconstrucción de ésta y que, tampoco es un reflejo de los saberes cotidianos de los alumnos.

1.3.1. Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

El Aprendizaje Basado en Problemas se define como un enfoque pedagógico que utiliza casos y problemas como puntos de partida para alcanzar los objetivos de aprendizaje previstos (Hmelo, 2004). Éste se empezó a aplicar a finales de los años 60 en la Facultad de Medicina en Canadá, actualmente se enmarca dentro del constructivismo (Branda, 2009).

El ABP es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que propone al estudiante como centro y responsable de su propio aprendizaje (Barrell, 1999). Hace uso del aprendizaje cooperativo y activo con una retroalimentación rápida, la resolución de problemas del mundo real, etc.

Se puede emplear en cualquier nivel del sistema educativo y es muy utilizado por los profesores de ciencias, tanto para instruir, como para evaluar los aprendizajes (Solaz *et al.*, 2011) y constituye el puente entre el constructivismo, y la enseñanza (Savery y Duffy, 2001)

1.3.1.1. El ABP como facilitador del aprendizaje

Cuando el problema se plantea adecuadamente, los alumnos activarán sus conocimientos previos para abordarlo y posteriormente integrarán la nueva información, se sabe que se comprende mejor cuando se construye el

conocimiento, esto se realiza a través de la discusión con pares, al contestar y hacer preguntas, al explicar a los compañeros, al argumentar.

Cuando se presentan problemas parecidos a situaciones reales, el aprendizaje ocurrirá dentro de un contexto similar en el que se aplicará, es muy útil desarrollar habilidades para resolver problemas reales en la vida cotidiana del estudiante (Schmidt, 1993; Kaufman, 1998) ya que, el aprendizaje se asocia directamente con la actividad; e indirectamente con el pensamiento y la comunicación verbal (Birgili, 2015).

El plantear un ABP involucra tres pasos: confrontar el problema; realizar un estudio independiente, y regresar al problema (Wilkerson y Feletti, 1989).

Los estudiantes trabajan en grupos entre 5 y 8 alumnos, el profesor actúa como tutor, acompañante, guía y orientador, quien facilitará los procesos.

1.3.1.2. Ventajas y Limitaciones

Algunas ventajas del ABP son que se promueve en los estudiantes la búsqueda de la solución de problemas, la obtención de información, el aprendizaje autodirigido y colaborativo (Stepien y Gallager, 1993), la capacidades de trabajo en equipo, el liderazgo, la motivación intrínseca por aprender (Hmelo, 2004). Algunas desventajas son que se requiere mucho tiempo y dedicación por parte de los alumnos y profesores, que al principio genera desconcierto e inseguridad entre ellos, que puede haber problemas al trabajar en equipo, además, debe verse como un sistema continuo durante los estudios, (Egido *et al.*, 2007).

Sin embargo, se ha encontrado que el ABP se puede aplicar con éxito en ciencias (Overton y Randles, 2015; Gallagher *et al.*, 1995) y que es una buena estrategia para favorecer el aprendizaje, en especial porque parte de un problema que puede ser de interés para los alumnos. Al plantearse en pequeños grupos, permite tanto la adquisición de conocimientos, como el desarrollo de ciertas habilidades útiles para el trabajo científico, como la argumentación, entendiendo ésta como “el

proceso de evaluación del conocimiento (teorías, hipótesis, explicaciones) con base a las pruebas disponibles”, (Jiménez y Puig, 2010).

1.3.2. Actividades experimentales

Estas actividades surgen a partir de la Gran Feria de Inglaterra en 1851, dando entonces un auge para establecer y equipar laboratorios de ciencias en las escuelas; los cuales se empleaban básicamente para que el profesor realizara demostraciones con las que ilustra algún concepto particular, generalmente consistían de una serie de pasos para llevarlos a cabo, por lo que, generalmente la respuesta correcta era evidente y no había gran margen para que el alumno indagara o descubriera por sí solos las respuestas.

Sin embargo, era tan usual el empleo de estos laboratorios que se siguieron empleando de la misma forma.

A partir de los años 60 se enfatizó el empleo de la práctica basada en el laboratorio como una forma de aprendizaje de las ciencias en forma efectiva, aun cuando la realidad en el laboratorio escolar es que, en algunos salones no se lleva a cabo trabajo científico, sino simplemente se siguen las instrucciones del profesor sin compromiso para aprender sobre el por qué o el para qué de lo que hacen; los profesores aun cuando reconocen el valor del trabajo práctico consideran que la recompensa que se obtiene no es equivalente a la inversión que se requiere de tiempo para la preparación y la evaluación de la actividad (Hodson, 1992); esto, contradice algunos de los motivos que ellos expresan para promover las actividades experimentales escolares, tales como: estimular el interés del estudiante, mejorar el aprendizaje del conocimiento científico, enseñar habilidades de laboratorio, desarrollar “actitudes científicas” (Lynch, 1987).

Ahora bien, si entendemos los experimentos como la capacidad de intervenir de manera controlada para obtener y evaluar información que permita plantear soluciones posibles a una pregunta o problema, para poder realizar nuevas preguntas, no lo estamos llevando a cabo ya que, mucha de la práctica docente

en el laboratorio no toma en cuenta este trabajo para fomentar el ingenio, la creatividad y la imaginación del estudiante, y la oportunidad para propiciar la construcción del conocimiento científico y el aprendizaje; lo cual repercute en que ese trabajo sea improductivo, confuso y se use irreflexivamente sin propósitos claros (Hodson, 1992 y 1994; Lucas y García, 1998). Es decir que, usar el laboratorio para reconstruir el conocimiento es una idea ingenua, ya que esas metodologías deficientes inhiben las habilidades para mostrar al laboratorio de ciencia como un espacio para desarrollar las capacidades cognitivas en el estudiante (Gunstone, 1991); los laboratorios están subutilizados ya que usualmente los alumnos están involucrados en actividades técnicas primarias, y tienen pocas oportunidades de actividades metacognitivas (Hofstein *et al.*, 2005).

Entonces, las actividades experimentales en la enseñanza de la ciencia deberían: propiciar el pensamiento científico, la adquisición de conocimientos teórico-metodológicos que mejoren la enseñanza; en las que el profesor sea un guía y no un simple transmisor; en las que los alumnos verifiquen sus explicaciones y extraigan conclusiones, promuevan su capacidad de discernimiento y fundamentación, generen su sentido crítico, formen el hábito de dar explicaciones a los hechos, motiven su curiosidad y mejoren su capacidad de observación y el cuestionamiento de su entorno natural y social (Caamaño, 2004).

En fin, se requiere una reconceptualización de las actividades experimentales para que tras la experimentación surjan nuevas preguntas, introduciendo procesos cognitivos como inferir, deducir, explicar, presentar evidencias, plantear hipótesis por lo que se han de realizar experimentos o experiencias en las que los alumnos conviertan observaciones en evidencias, es decir vinculen los datos con las conclusiones a través de sus fundamentos, plantearse preguntas significativas, comunicar las ideas de forma coherente, trabajar en equipo en la resolución de problemas, incorporar el lenguaje simbólico, regular los procesos. La experimentación debe tener sentido para el alumno (Osborne y Collins, 2001), es decir que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el

reduccionismo conceptual (Fernández *et al.* 2002), y plantear la enseñanza de la ciencia escolar como una actividad próxima a la investigación científica.

La experimentación tiene una gran potencialidad para la enseñanza y el aprendizaje dado que desarrolla la curiosidad, la reflexión, el análisis de resultados y la explicación de ellos (Carrascosa *et al.*, 2006).

1.3.3. Predicción Observación Experimentación (POE)

Este procedimiento se desarrolló en la Universidad de Pittsburgh (Champagne *et al.*, 1980) conocido inicialmente como una estrategia DOE (demostrar-observar-explicar), posteriormente White y Gunstone (1992) lo propusieron como el procedimiento Predicción-Observación-Explicación (POE), siendo una estrategia adecuada para obtener ideas de los estudiantes y para discutir sobre ellas.

Las actividades POE favorecen el razonamiento de los estudiantes sobre los fenómenos observados, el aprendizaje de las ciencias en el aula (Corominas, 2013), le permiten al estudiante realizar predicciones sobre los resultados de una demostración experimental, explicar su predicción; llevar a cabo observaciones cuando se realiza la demostración y finalmente explicar cualquier discrepancia entre sus predicciones y sus observaciones.

La POE puede emplearse al principio de un tema como un primer acercamiento para conocer las ideas de los alumnos además de cómo piensan, siendo esto fundamental en el enfoque constructivista.

Al realizar un POE todos los estudiantes deben escribir su predicción sobre el fenómeno antes de realizar la observación, anotando también la justificación de su decisión.

Enseguida de que realizaron la actividad deberán escribir lo que hayan observado.

Posteriormente escribirán sus explicaciones en las cuales efectuarán las reconciliaciones entre su predicción y sus observaciones, esta es la parte más

compleja del POE pero también la más importante porque es la que nos indica lo que entendieron del fenómeno.

Recomendaciones

Es importante crear un ambiente de respeto y de compromiso por parte de los estudiantes.

En la etapa de la predicción se debe tener cuidado en que el estudiante la fundamente y procure evitar las conjeturas.

Cuando se realicen las observaciones, éstas se deben escribir enseguida, posteriormente se podrá llegar a acuerdos o consensos sobre lo que realmente ven, procurando que no se influencien por sus predicciones.

Procurar emplear POEs en los que las predicciones se vayan cumpliendo para que el alumno siga motivado al razonamiento y al desarrollo del pensamiento crítico.

1.3.4. El Lenguaje

El empleo del lenguaje es muy importante para efectuar una comunicación adecuada. El desarrollo de las habilidades lingüísticas permite al estudiante expresar y socializar lo que aprende; esto le da la oportunidad de contrastar sus saberes, sus opiniones, sus dudas, etcétera, con otras personas (pares, profesor). Al expresarse a través de la palabra es más probable que comprenda e interprete mejor lo que está aprendiendo (Casas *et al.*, 2005), ya que, de acuerdo a Coll (1999), aprender es construir y compartir significados y conocimientos a partir de las relaciones interactivas entre alumnos y profesor, y entre los propios alumnos.

La relación entre lo que se quiere decir y cómo se debe decir permite regular y elaborar el propio conocimiento, entonces, cuando se escribe, también se aprende.

La evidencia más clara de lo que aprenden los alumnos son las comunicaciones orales y escritas que ellos mismos producen, ya sea en forma individual o en pequeño grupo.

El texto explicativo debe plantear, las causas, las motivaciones o propósitos, las consecuencias (Veslin, 1988).

Las razones explicativas deben ser: pertinentes, completas, precisas y jerarquizadas. La justificación es uno de los elementos esenciales. Lo que se intenta es validar una tesis y generar las razones que la hagan comprensible y se pueda defender.

Cuando el profesor habla puede simplemente ser un transmisor del conocimiento o bien el impulsor de un diálogo, ya sea como una conversación, una discusión o un debate (Nussbaum, 1999), con y entre los estudiantes, para que utilicen el razonamiento y el lenguaje empleado en el ámbito científico externando su propia comprensión de esos nuevos conocimientos e ideas (Sutton, 2003).

Los estudiantes deberán ser capaces de expresar los conocimientos aprendidos con coherencia y con rigor.

Para desarrollar estas habilidades se hace necesario diseñar actividades y emplear estrategias que favorezcan en el estudiante procesos cognitivos como describir, explicar, justificar interpretar y argumentar

El diálogo es un instrumento real de aprendizaje si es abierto y motivador para facilitar la participación de todos los estudiantes, dado que el lenguaje está relacionado con la generación y formulación de nuevas ideas.

1.3.5. Argumentación

Los profesores de ciencias generalmente detectan que los estudiantes tienen gran dificultad para expresarse verbalmente o por escrito, en especial cuando tienen que organizar sus ideas desde el punto de vista científico ya que se requiere cierto grado de rigor, precisión, estructuración y coherencia.

Presentan dificultades para diferenciar hechos observables e inferencias, no distinguen entre los términos de uso científico y los de uso cotidiano utilizando palabras propias del lenguaje coloquial, al escribir emplean oraciones muy largas con dificultades de coordinación y subordinación, o bien muy cortas sin justificar ninguna afirmación. Es difícil decidir si las dificultades se deben a una mala comprensión de los conceptos necesarios para responder lo que solicita el profesor o a una deficiencia lingüística al respecto (Sardá *et al.*, 2000).

Para aprender ciencia es necesario aprender a hablarla, escribirla y leerla, es decir, reconocer las diferencias entre el lenguaje cotidiano y el científico, aprender a utilizar habilidades cognitivo-lingüísticas como, describir, definir, explicar, justificar, argumentar, demostrar y, cognitivas básicas como analizar, comparar, deducir, inferir, valorar, etc. (Prat, 1998).

No cabe duda de que, plantear argumentos con carácter científico dentro de las aulas es una buena estrategia para la obtención del conocimiento, debido a que los estudiantes deberán justificar hechos y fundamentar ideas y acciones empleando problemas de la ciencia escolar o de su entorno, para lo cual necesitan leer de forma crítica y escribir en consecuencia. Los alumnos logran una transferencia y un proceso de aprendizaje de alto nivel, cuando son capaces de justificar algo cotidiano con conocimientos aprendidos en la escuela y pueden elaborar y comunicar un discurso propio a partir de los nuevos conocimientos.

La argumentación es intervenir sobre las opiniones, las actitudes y los comportamientos de un interlocutor o de un auditorio con la finalidad de convencer (Toulmin, 1993). Ribas (2002) menciona que argumentamos para explicar y justificar nuestra manera de entender el mundo, de una forma pertinente y precisa (Jorba *et al.*, 2000).

La importancia de la argumentación en la enseñanza de las ciencias ha motivado su inclusión en el currículo de ciencias de muchos países.

1.3.5.1. Argumentación a partir de evidencias

La argumentación científica, es decir, la justificación de afirmaciones a partir de evidencias, es un aspecto crucial para los científicos (Caamaño 2010). De esta forma ellos pueden retomar teorías, modelos y explicaciones cuando surgen nuevas evidencias. Sin embargo, en las aulas, la ciencia frecuentemente se presenta, incluso sin evidencias que fundamenten las afirmaciones que se realizan. Esto motiva que los estudiantes no tengan las ideas adecuadas de cómo se genera el conocimiento y les es difícil relacionar éste con las evidencias existentes.

El discurso de la ciencia en las aulas es básicamente del tipo IRE (Iniciación (el profesor pregunta), Respuesta (el alumno contesta), Evaluación (el profesor evalúa la respuesta del alumno), y luego propone otra pregunta), dando poca oportunidad al estudiante para discusiones más profundas de sus ideas a fin de ser contrastadas y negociadas, lo que dificulta aprender los conceptos y a la vez entender la naturaleza de la ciencia.

Si se considera que el diálogo es un instrumento real de aprendizaje (si es abierto y motiva la participación de todos los estudiantes), entonces la argumentación es un proceso fundamental para comprender los conceptos y teorías, para entender la naturaleza de la ciencia. Siendo así, las evidencias a través de la argumentación adquieren significado para comprender o justificar determinadas teorías o explicaciones y requiere que los estudiantes sean capaces de opinar y sacar conclusiones a partir de las evidencias y de comparar y evaluar sus argumentos en relación con otras posibles argumentaciones. En lugar de contentarse con que únicamente conteste adecuadamente se le exigen las razones de su respuesta y la justificación de por qué la da (Jiménez y Puig, 2010).

La capacidad de argumentación permite relacionar explicaciones y pruebas, usando éstas para evaluar enunciados, teorías o modelos, relacionándola con la construcción y el uso de explicaciones científicas o prácticas científicas, para lo cual debe haber conocimiento científico a evaluarse y pruebas (o razones) para confirmarlo o refutarlo.

El modelo explicativo, de explicaciones causales, a lo que Toulmin llama sustantivos, requiere un conocimiento de la situación sometida a examen, interacciona el uso de pruebas para evaluar el conocimiento (uso de pruebas) y el aprendizaje de las ciencias (alfabetización científica).

1.3.5.2. Explicaciones causales y pruebas

Una de las cosas que caracterizan a la ciencia es que parte de preguntas, de problemas sin resolver. Bachelard (1979) afirmaba que todo conocimiento es la respuesta a alguna pregunta, para lo que se requiere de conceptos teóricos para su solución.

Un conflicto en la enseñanza es que generalmente se presentan los conceptos y las teorías como conclusiones, optando por un punto de vista reduccionista (Fernández *et al.*, 2002), muchas veces inconsistente y que generalmente no le hace sentido al alumno pues más bien aprende las cosas como dogma de fe (porque lo dice el profesor) y no como conocimiento aprendido en el aula, cosa que le dificulta aún más plantear argumentos para resolver el problema o bien se enseñan los modelos sin hacer referencia a las pruebas que los sustentan.

1.3.5.3. Argumentación inductiva de Toulmin

Toulmin (1958) menciona que las argumentaciones cotidianas no siguen el clásico modelo riguroso del silogismo y crea uno adecuado para analizar cualquier tipo de argumentación en el marco de los discursos sociales: conversación, periódico, televisión, radio, prensa, entrevista, interacción docente-alumno, médico-paciente, abogado-cliente.

Mediante este modelo, los docentes pueden motivar a los estudiantes a encontrar la evidencia que fundamenta una afirmación. Se aprende que la excelencia de una argumentación depende de un conjunto de relaciones que pueden ser precisadas y examinadas y que el lenguaje de la razón está presente en todo tipo de discurso, por lo que no sigue el modelo riguroso del silogismo (dos premisas, una conclusión).

Considera que un “argumento” es una estructura compleja de datos a partir de una *evidencia (datos)* se *formula una asección (proposición)*. Una garantía conecta los datos con la asección y se ofrece su cimiento teórico, práctico o experimental: el respaldo. Los *cualificadores modales (ciertamente, sin duda)* indican el modo en que se interpreta la asección como verdadera, contingente o probable. Finalmente, se consideran sus *posibles reservas u objeciones*.

1.3.5.4. Importancia de la argumentación en ciencias

La construcción del conocimiento científico es un proceso en el que el razonamiento interviene de manera fundamental como instrumento para relacionar las observaciones experimentales con los modelos teóricos existentes (Jiménez, 1998).

Es importante la discusión y la contrastación de las ideas en el aula y el uso de un lenguaje personal, dando mucha más importancia a la construcción del conocimiento propio de la ciencia dentro del aula, esto implica, aprender a estructurar las formas de razonamiento para la construcción de afirmaciones y argumentos estableciendo relaciones coherentes entre ellas para interpretar los fenómenos.

Este proceso de construcción de argumentos, ya sea en forma de explicaciones, toma de decisiones o crítica de un enunciado, favorece la construcción de las explicaciones científicas, por parte de los alumnos (Bravo y Jiménez, 2010; Puig *et al.*, 2009; Jiménez *et al.*, 2009; Bravo *et al.*, 2009). Se deben crear ambientes de aprendizaje dentro del aula para poner en práctica el uso de pruebas ya que se necesita contextualizar lo que se esté aprendiendo con problemas auténticos es decir, aquellos cuya respuesta no sea obvia sino que implique una situación contextualizada en la vida cotidiana que al alumno le parezca interesante, que su proceso de resolución tenga tanta importancia como la solución final y que requiera utilizar datos y elaborar conclusiones. Al plantear el problema se deberán establecer objetivos claros y tener en cuenta que la calidad de las ideas de los

estudiantes es igual de importante que el modo en que las expresan, ya sea de forma verbal o escrita (Trinidad, 2010), resaltando el hecho de que la escritura y la lectura de textos científicos es una parte constitutiva de la ciencia y una manera de aprehenderla (Norris y Phillips, 2003).

Un paso crítico es atraer a los estudiantes a examinar las relaciones entre la evidencia y la explicación (Duschl y Ellenbogen, 2009).

En el campo científico se requieren distintas habilidades cognitivo-lingüísticas, tales como: describir, definir, interpretar, justificar y argumentar, pero consideramos que la actividad más importante es explicar, ya que incluso un texto descriptivo puede ser, desde el punto de vista científico, explicativo.

El problema didáctico, en la clase de ciencias, es conseguir que incluso cuando el alumno nombre o describa algo, explique, es decir, que demuestre que comprende aquello de lo que habla. En el campo de la Química, la construcción de explicaciones implica tener en cuenta las permanentes tensiones y relaciones entre los ámbitos: macroscópico y nanoscópico; lo concreto y lo abstracto; así como, entre las entidades (o los procesos) y sus representaciones.

De esta manera, no sólo los estudiantes llegarán a una comprensión más profunda de los conceptos de la ciencia, sino también adquirirán un sentido de por qué saben lo que saben (Osborne, 2009). Lo que ayudará en la formación de alumnos críticos y capaces de optar entre diferentes argumentos al tomar decisiones en su vida.

1.4. MARCO CONCEPTUAL

1.4.1. Introducción

Los conceptos de ácidos y bases son fundamentales en el currículo de Química, ya que se pueden reconocer en el contexto cotidiano en procesos como la digestión de los alimentos, la lluvia ácida, la corrosión, y en los conservadores de alimentos, las bebidas, las drogas, los materiales de limpieza, etc. (Kauffman,

1988). Lo que nos orienta a incidir que los contenidos a enseñar deben estar estrechamente relacionados con el contexto cotidiano (Jiménez *et al.*, 2001)

Los temas de ácidos y bases se incluyen en la mayoría de los cursos de química, desde la educación secundaria hasta la universitaria y han sido motivo de investigación educativa en diversas ocasiones, esto ha generado algunas sugerencias de cambio tanto en la práctica docente como en los libros de texto, pues se ha observado que se tiende a ir acumulando los conceptos en forma lineal, en lugar de reestructurarlos para evitar la incoherencia entre ellos, al respecto, De Vos y Pilot (2001) reconocen 7 niveles o estratos, cada uno en su propio contexto.

Ahora bien, sin importar la forma como se aborden las teorías ácido-base estas llevan implícita una visión sobre la ciencia, si las teorías se van presentando de la más simple a la más general, suponiendo que cada una va resolviendo las limitaciones de la anterior, se genera una acumulación lineal de la ciencia, propio del inductivismo, si se consideran solamente los hechos observables como base para generar la teoría se cae en un empirismo metodológico, las corrientes filosóficas constructivistas pretenden mostrar la ciencia como una actividad humana sujeta a modificaciones (Jiménez, 2000).

Además, considerando que la Química, como cualquier otra ciencia, emplea modelos, los alumnos deberán aprender cómo se desarrollan, en este caso particular, los modelos ácido-base.

De acuerdo con Drechsler y Schmidt (2005) los conceptos de ácidos y bases involucran definiciones que van de lo fenomenológico a lo abstracto.

Con cierta frecuencia, en la enseñanza de la Química, se hace una introducción de los conceptos y teorías químicas sin presentar las situaciones por las que se hizo necesario introducir nuevas teorías o modelos, esto puede inducir inconscientemente algunos errores epistemológicos en los alumnos. Por ejemplo, los procesos de neutralización e hidrólisis se diferencian claramente cuando se

explican con la teoría de Arrhenius pero, si no se enfatiza la presentación del perfil macroscópico ni se enseña la teoría de Arrhenius, los estudiantes pueden considerar que estos son procesos idénticos ya que para el modelo de Brønsted-Lowry ambos son reacciones ácido-base (Furió, Calatayud y Bárcenas), por lo tanto, es necesario aclarar que los conceptos, son hipótesis en una teoría, que responden a las necesidades epistemológicas para resolver algún problema pero, cuando se requiera, se sustituirá por otra más útil y que esta ayudará a resolver algunos problemas a los que no da respuesta la anterior, con esto se reduce un poco la visión aporramática de la ciencia, producto del manejo acumulativo lineal de la misma (Fernández *et al.*, 2002).

Algunos libros o explicaciones del profesorado no diferencian suficientemente los modelos ácido-base de Arrhenius y de Brønsted-Lowry, lo que contribuye a la formación de modelos mentales híbridos (Caamaño, 2003 y 2013).

1.4.2. Breve recorrido histórico de ácidos y bases

Los ácidos y las bases se conocían desde épocas muy antiguas, sin embargo, las primeras referencias de ellos se encuentran en dos papiros, el de Estocolmo y el de Leiden con algunas recetas para mordientes y tintes entre otras. Entre los árabes también había recetas como en la de Abu Bakr Mohamad ibn Zakariya al-Razi (860-923) en la que se encuentra el origen del término álcali ("al Quili"), carbonato de sodio, obtenido de las cenizas, (actualmente se emplea el término base y alcalinidad) (De Manuel *et al.*, 1998).

Los alquimistas tomaban en cuenta el sabor para diferenciar a los ácidos y a las bases (Drechsler y Schmidt, 2005), en el siglo XIII se consideraba a los ácidos como el agente único y universal. Robert Boyle (1627-1691) empleando características observables definió a los ácidos por su efervescencia con las bases y viceversa, además demostró que los ácidos no podían ser el agente universal dado que una gran cantidad de cuerpos no contienen ningún ácido, descubrió que el jarabe de violetas toma un color diferente según se ponga en presencia de

ácidos o de álcalis. Boyle es el primero en dar una interpretación de los ácidos y las bases.

Nicolás Lémery (1645-1715) consideró la forma de los “átomos” para explicar las propiedades físicas y químicas de los ácidos y las bases, propuso que los ácidos tenían “átomos” con púas y por eso daban esa sensación picante sobre la piel.

En 1702 Wilhelm Homberg (1652-1715) descubrió la composición del ácido bórico, en 1736 Henri-Louis Duhamel (1700-1782) preparó por primera vez la sosa a quien Margraff (1709-1782) nombró álcali fijo mineral. Carl Scheele (1742-1786) aisló al ácido cianhídrico entre otros, sin embargo, aún no se conocía qué elementos los componían ni por qué tenían las propiedades con las que algunos los habían caracterizado y clasificado. En 1772 Joseph Priestley (1733-1804) recogió aire ácido dentro de los aires inflamables, que empezaron a identificarse por Henry Cavendish (1731-1810) en 1765.

1.4.3. Interpretaciones teóricas ácido-base

Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) en 1789 encontró que se obtenían disoluciones ácidas cuando disolvía algunos óxidos de metales en agua y propuso que las propiedades de los ácidos se debían a la presencia de oxígeno en ellos.

Humphry Davy (1778-1829) en 1810 encuentra que hay ácidos que no tienen oxígeno y así establece que eran ácidos si tenían hidrógeno, y si neutralizaban al ácido eran bases.

Justus von Liebig (1803-1873) había propuesto en 1838 que los ácidos eran sustancias que contenían hidrógeno que podía ser reemplazado por un metal. Su definición aun cuando era totalmente empírica, se sostuvo durante casi 50 años.

A finales del siglo XIX (1884) Svante Arrhenius (1859-1927) introduce la teoría de la disociación electrolítica y relaciona las propiedades de los ácidos con el ion hidrógeno, definió a un ácido como una sustancia que en disolución acuosa se disocia dando iones de hidrógeno positivos y a una base, como una sustancia que

en disolución acuosa se disocia dando iones hidróxido negativos. Así es como Arrhenius asocia las propiedades de los ácidos a la presencia de iones H^+ en la solución, y las propiedades de los álcalis (bases solubles en agua), a la presencia de iones OH^- en las soluciones.

En 1923 Johannes Brønsted (1879-1947) a la par con Martin Lowry (1874-1936) propusieron una definición más general para ácidos y bases en la que, los ácidos y las bases, eran partículas (iones o moléculas), es decir que un ácido es una especie química capaz de ceder protones a otra; y una base es una especie química capaz de aceptar protones de otra y se requiere que ambas partículas coexistan ya que cuando un ácido dona un protón se convierte en una base, y una base al aceptar un protón, se convierte en un ácido, formándose así lo que definen como par conjugado (Jiménez, 2000).

El mismo año (1923) Gilbert Lewis (1875-1946) definió como ácido a cualquier molécula, radical o ion capaz de aceptar uno o más pares de electrones por tener su capa electrónica incompleta y a la base como aquella especie capaz de ceder uno o varios pares de electrones. Una base de Brønsted-Lowry, también es una base de Lewis, pero un ácido de Lewis no tiene por qué ser un ácido de Brønsted porque éste solamente necesita tener un protón disponible para cederlo (Drechsler y Schmidt, 2005), la propuesta de Brønsted-Lowry así como el conocimiento de la estructura electrónica del átomo y el concepto del enlace químico covalente como una compartición de electrones de valencia, según Lewis, permitieron sugerir la existencia del ion hidronio, H_3O^+ , formado entre un ion hidrógeno y el oxígeno de una molécula de agua: $H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$.

Otras teorías de interpretación teórica como las de Lux y Flood de 1939 basada en el proceso de transferencia de iones y la de Usanovich basada en todos los procesos ácido-base posibles (Jiménez, 2011), se mencionan exclusivamente por su contexto histórico.

1.4.4. Concepciones alternativas de ácidos y bases

Una concepción alternativa, se define como una representación mental de un concepto que está en desacuerdo con la teoría científica. Los conceptos erróneos en la química, por lo general, son de instrucción, ocurriendo dentro o fuera del aula.

Si bien el propósito de este trabajo no es la investigación de las concepciones alternativas de los estudiantes, se inserta este apartado dado que es un rubro que se debe tener en cuenta al planear una secuencia de enseñanza-aprendizaje, ya que, saber de la persistencia de las ideas a través de la historia de la ciencia nos puede ayudar a anticipar los errores conceptuales de los estudiantes (Wandersee *et al.*, 1994) para tener en cuenta las posibles dificultades en el proceso.

Nakhleh en 1992 escribía “muchos estudiantes de todos los niveles luchan para aprender química pero sin éxito”, pese a que hay muchas investigaciones para conocer el motivo la situación no ha cambiado grandemente hasta el momento, una posibilidad es que cuando los estudiantes empiezan sus cursos no construyan entendimientos adecuados de los conceptos químicos fundamentales y debido a eso no puedan introducir nuevos conocimientos sobre esas bases. De acuerdo al modelo cognitivo del aprendizaje, los estudiantes generan su propio significado de los conceptos de acuerdo a sus antecedentes y experiencias (Nakhleh, 1992).

Es común que los profesores durante sus clases empleen analogías con situaciones cotidianas, ejemplos antropomórficos, el sentido común y que su lenguaje sea más bien coloquial, que científico, esto induce a que los alumnos se resistan al empleo de términos propios del lenguaje de la ciencia lo que genera malos entendidos y algunas veces concepciones alternativas, aunado al hecho de que, las fuentes con las que los alumnos construyen sus conceptos proceden de conocimientos públicos (textos, lecturas) e información previa de sus experiencias diarias (padres, pares, productos comerciales y términos científicos de uso común).

Si a los estudiantes se les da un problema para resolver, deben entender los conceptos involucrados. Las dificultades a menudo surgen cuando las ideas de los estudiantes difieren de las definiciones aceptadas por la comunidad científica (Schmidt, 1997), no obstante, para los estudiantes esas explicaciones son ciertas pues a ellos les hace sentido, según lo que entienden, mientras no tengan nueva información que contradiga sus ideas (Horton, 2007), así que, los alumnos mantienen fuerte y persistentemente las concepciones alternativas,

Las causas de las dificultades de comprensión sobre la química ácido-base para los estudiantes se han atribuido a la existencia de muchas concepciones alternativas o ideas falsas (Sheppard, 2006).

Por ejemplo, el término fuerza lo relacionan con la dieta ya que algunos alumnos de secundaria identifican el término antiácido con sustancias que no reaccionan con los ácidos e identifican el concepto de ácido con el de fuerte, por lo tanto, afirman que todos los alimentos son "básicos" y que los ácidos nunca se deben ingerir (Ross y Munby, 1991). También pueden confundir la fuerza de los ácidos con "daño", "dolor" y reactividad (Nakhleh y Krajcik, 1994).

Con respecto al color, algunos alumnos dicen que los ácidos son rosa, o que a distinto pH tienen distinto color (De Manuel *et al*, 1998b), además mencionan que un ácido destruye a las bases por causa del cambio de color de la fenolftaleína (Ross y Munby, 1991).

Gran cantidad de alumnos considera que una disolución amortiguadora deja de ser efectiva cuando se añaden ácidos o bases fuertes. (De Manuel *et al.*, 1998)

Zoller (1990) destaca que los alumnos tienen la idea de que cualquier sal al disolverse produce una disolución neutra ($\text{pH} = 7$), es decir, las sales se forman de la neutralización de los ácidos con las bases y siempre debe resultar neutra.

Demmerouti *et al* (2004) y Kind (2004) mencionan que Hand y Treagust identificaron los siguientes conceptos erróneos acerca de los ácidos y bases entre estudiantes de 16 años de edad: a) un ácido es algo que corroe el material o que

quema, b) la neutralización es la ruptura de un ácido o algo que cambia de un ácido, c) la diferencia entre un ácido fuerte y uno débil es que los ácidos fuertes corroen o se comen el material más rápido que un ácido débil, y d) una base es algo que forma un ácido.

Existe la creencia de que un ácido fuerte desplaza más gas de hidrógeno y que tienen un pH mayor al de los ácidos débiles, también tienen la idea de que el pH mide la acidez, pero no la basicidad de una disolución.

Jiménez y De Manuel, (2002) resaltan que los alumnos tienen como concepciones alternativas, creer que todos los ácidos son peligrosos, confundir lo neutro con inocuo o inerte, considerar que todos los ácidos son fuertes.

Algunas de las dificultades que tienen los estudiantes con el término, neutro es que lo consideran “ni ácido ni básico” o, sin carga (Jasien, 2010).

Sheppard, (2006) considera que, la creencia de los estudiantes de que los productos de las reacciones de neutralización deben tener siempre un pH de 7 provoca las dificultades en la comprensión de los valores que se obtienen durante una titulación.

1.4.5. Ubicación en diferentes programas de Química y sus repercusiones

1.4.5.1. Antecedentes

Existen diversas investigaciones relacionadas a la forma como se ubican los modelos de Arrhenius y Brønsted-Lowry en los currículos de Química en las diferentes etapas escolares y las dificultades que se encuentran debido a este hecho.

De acuerdo con Demerouti *et al.* (2004), los estudiantes de bachillerato utilizan principalmente el modelo de Arrhenius para explicar las propiedades de los ácidos y las bases y el de Brønsted-Lowry no lo utilizan.

Enfocan su atención en la presencia de especies del tipo HA (para ácidos, por la presencia de H) y MOH (para bases por la presencia de OH) (De Manuel *et al*, 1998), y tienden a usar definiciones descriptivas relacionadas al pH como mayor o menor a 7 ya sea que se trate de una base o un ácido respectivamente.

Hawkes (1992) sugiere que la enseñanza debería concentrarse en el modelo de Brønsted-Lowry y mencionar el modelo de Arrhenius como una nota histórica.

En los cursos avanzados de ácidos y bases estos se redefinen bajo la teoría de Brønsted-Lowry como donadores y aceptores de protones, dejando atrás las definiciones de Arrhenius, este hecho puede causar dificultades para los estudiantes. Schmidt (1995) describió dos conceptos erróneos entre los estudiantes de secundaria alemanes sobre los pares ácido-base de Brønsted-Lowry; confundían ácidos conjugados, no conjugados y pares, y además consideraban que los pares de iones cargados positiva y negativamente eran pares conjugados ácido-base, como como si de alguna manera se neutralizaran uno al otro.

Los estudiantes más jóvenes de la escuela secundaria operan con el modelo de Arrhenius, mientras que los de bachillerato o universitarios emplean tanto el modelo de Brønsted-Lowry como el de Arrhenius. Hawkes (1992) observó que el modelo de Arrhenius confunde a los estudiantes.

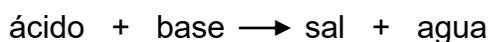
Es importante resaltar al respecto que, ni los libros ni los profesores hacen una revisión sobre los alcances y las limitaciones de los modelos ácido-base, ni discuten sobre el surgimiento de los nuevos modelos, el resultado es que tanto los alumnos como los docentes se encuentran frente a modelos ácido-base incoherentes que además, son difíciles de aprender y de enseñar, ya que, se van acumulando conceptos formando capas mal conectadas y con contextos diferentes (De Vos y Pilot 2001), el resultado es que los alumnos intentan combinar las características de cada modelo para lograr un modelo unificado (Drechsler y Schmidt, 2005) y los profesores abordan los contenidos empleando

modelos híbridos como resultado de la transferencia de características de un modelo a otro (Caamaño, 2013).

1.4.5.2. Comparación entre las teorías de Arrhenius y la de Brønsted-Lowry

Modelo de Arrhenius

En este modelo las bases se limitan a aquellas con el grupo hidroxilo (OH^-) y al agua como el disolvente. Cuando se lleva a cabo una reacción entre un ácido y una base se obtiene agua y como subproducto una sal.



Sus definiciones se ubican en el nivel macroscópico refiriéndose a las sustancias (nivel fenomenológico) y a las partículas (nivel partícula).

Incluye la autoionización del agua también formando iones H^+ y OH^- en reacción reversible, de esta forma se puede usar la escala de pH tanto para disoluciones ácidas como básicas.

Desde este enfoque, una disolución puede ser ácida, básica o neutra, esta última con un pH de 7 a temperatura ambiente, aunque una neutralización no rinda en automático una disolución neutra, es decir, el ácido acético con el hidróxido de sodio se neutralizan, pero su disolución es básica no neutra.

Se interpreta la neutralización como la combinación de los iones hidrógeno e hidróxido presentes para formar agua.

En este modelo se acepta que en una reacción ácido-base participen dos o más iones H^+ por molécula de ácido (y dos o más iones OH^- por molécula de base) (De Vos y Pilot, 2001), por ejemplo: $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$

Con respecto a la fuerza de ácidos y bases, se acepta que los ácidos fuertes están totalmente ionizados en agua y los ácidos débiles se encuentran parcialmente ionizados en agua.

En esta teoría hay que tener cuidado en distinguir entre los electrolitos moleculares (HCl) y los iónicos (NaCl) y, por consiguiente, entre los procesos de ionización y los de disociación iónica (Caamaño, 2013); dado que cuando se “rompe” la molécula (HCl), el proceso es también una disociación iónica, generalmente no siempre se explicita la diferencia de significado entre ambos términos. (Schultz, 1997). La denominación de protón para el ion H^+ tiende a confundir a los alumnos.

Modelo de Brønsted-Lowry

Este es un modelo más general que el de Arrhenius. Concede un papel excesivo al ion hidrógeno, sin tener en cuenta que, a pesar de que la mayor parte de los ácidos son protónicos, hay muchos que no lo son.

No explica los procesos de transferencia de iones óxido que presentan un comportamiento ácido-base, hay muchos procesos, concretamente los que transcurren en ausencia de disolvente, que poseen las características de las reacciones ácido-base y no intervienen los protones. (Jiménez, 2000)

Esta teoría supone una nueva definición de ácidos y bases, en la cual no se habla de sustancias, sino de especies químicas, (entendiendo por especies químicas a las moléculas o a los iones). Los ácidos pueden ser iones positivos (cationes), partículas neutras (átomos o moléculas), o aniones, y las bases pueden ser iones negativos (aniones) o moléculas neutras.

Desde este punto de vista, el NaOH es una sustancia básica porque contiene iones OH^- , que es realmente la especie química que representa a la base en este modelo (Jiménez, 2000).

En la teoría de Brønsted-Lowry la reacción se define como reversible, llegando a un equilibrio: ácido + base \rightleftharpoons base conjugada + ácido conjugado.

Los ácidos y las bases se definen en un nivel de partículas como donadores y aceptores de protones. Un ácido solamente reaccionará como tal si una base está

presente para aceptar el protón del ácido; así, una base reaccionará si está presente un ácido para donar su protón y que ella lo acepte; entonces, una reacción ácido-base es una competencia entre dos bases por un protón (Kaufman, 1988).

La teoría de Brønsted-Lowry considera una reacción ácido-base como una transferencia de un protón de un ácido a una base cuando un ácido HA dona un protón se obtiene la base A^- , de forma similar si la base B^- acepta un protón resulta el ácido HB. Lo que demuestra que en estas reacciones el ácido y la base coexisten.

En este modelo, los procesos de ionización y de disociación iónica se consideran reacciones ácido-base (Caamaño, 2013). El ion hidronio se representa como H_3O^+ , ya que, la evidencia experimental muestra que no puede existir en forma aislada en disolución acuosa.

En esta teoría las sales no se mencionan como tales debido a que cuando un ácido reacciona con una base, se produce una base conjugada y un ácido conjugado desde este modelo (De Vos y Pilot, 2001).

El agua no solamente es un disolvente sino también es parte de la reacción ácido-base siendo un anfótero que puede actuar como ácido o como base. Todos los ácidos de Arrhenius también son ácidos de Brønsted-Lowry, no así las bases de Arrhenius, el amoníaco no contiene hidróxido, entonces no es una base de Arrhenius, pero como acepta protones si es una base de Brønsted-Lowry.

La fuerza de un ácido o base se relaciona con su tendencia a donar o aceptar protones respectivamente (Jiménez, De Manuel, 2002). Si el más fuerte de los dos ácidos y la más fuerte de las dos bases son reactivos la reacción se lleva a cabo en gran medida.

El agua es una sustancia anfiprótica, puede actuar como ácido y como base. La hidrólisis (reacción de un ion de una sal con agua para producir iones H_3O^+ u OH^- ,

es simplemente una reacción ácido-base y por lo tanto es fácilmente explicable de acuerdo con el enfoque de Brønsted-Lowry.

1.4.5.3. El lenguaje de ácidos y bases

Emplear un lenguaje apropiado dentro del aula es muy importante ya que es la forma en que se intercambiarán ideas entre los integrantes, dada la polisemia de las palabras el no emplearlas correcta y precisamente puede provocar efectos adversos en la comprensión del estudiante e incluso llevar a una concepción alternativa (Jasien, 2010). Un obstáculo para la comprensión del estudiante es la gran cantidad de términos científicos que se emplean en clase ya que muchos de ellos podrían tener otros significados en su vida cotidiana.

Hay términos que pueden tener varios significados (polisemia) y que además pueden relacionarse con la acepción científica en la vida cotidiana, es probable que el aprendizaje del término se realice en una situación de enseñanza y se aplique en el contexto científico, sin embargo cuando el alumno lo detecte dentro del aula, es probable que él ya lo haya utilizado en un contexto no científico y conscientemente o no, busque una similitud entre ambos (Jiménez y de Manuel, 2002), lo que podría generarle una concepción alternativa.

Los estudiantes tienen dificultades para el aprendizaje de la química, en particular en el aprendizaje de los ácidos y las bases (Sheppard, 2006), algunos factores son, la confusión entre la terminología ácido-base y las palabras de uso cotidiano (Schmidt, 1995) o cuando los términos científicos son empleados en contextos diferentes (De Vos y Pilot, 2001), ya que han cambiado su significado en el curso del desarrollo histórico y pueden estar relacionado a modelos diferentes. Otro factor es el manejo inadecuado de los diferentes modelos de representación macroscópico y microscópico ya que tienden a emplearse indistintamente creando confusión en el alumno (Furió *et al.*, 2007; Furió y Domínguez, 2007).



CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2.1. Selección del tema

Se seleccionó el tema de Ácidos y Bases considerando que este es muy importante en el estudio de la Química, que algunos de sus términos son de uso común para los estudiantes y que algunos de sus conceptos se utilizan de forma errónea (Jiménez y De Manuel, 2002). A los alumnos les cuesta trabajo su aprendizaje (Nakhleh, 1992; Furió *et al.*, 2007) y pese a que se ha realizado una gran cantidad de estudios que se han realizado al respecto (Kauffman 1988; Jiménez *et al.*, 2000; Camaño *et al.*, 1982; Kind 2004; Drechsler y Schmidt, 2005; Jasien 2010, Demerouti *et al.*, 2004 y un largo etcétera), éste se continúa estudiando dado que existen preguntas sin respuesta, por ejemplo, cuál es el momento ideal para introducir un modelo u otro en el currículo, algunos investigadores como Drechsler y Schmidt (2005) consideran conveniente que *“se introdujera primero el modelo de Brønsted y que el modelo de Arrhenius sólo debería utilizarse como una nota de pie de página histórica”*, sin embargo Demerouti *et al.*, (2004) informaron *“que los estudiantes de la escuela secundaria superior estaban más familiarizados con el Modelo de Arrhenius; no utilizaron el modelo de Brønsted para explicar las propiedades de los ácidos y las bases”*.

En la ENP, se revisa el tema en segundo año de bachillerato con el modelo de Arrhenius y en tercer año con el modelo de Brønsted-Lowry. En el tercer año, se ha detectados problemas de comprensión de contenidos en los estudiantes, con el nuevo modelo en especial, cuando no se puntualiza en qué y cómo éste difiere del anterior por lo que a los alumnos se les dificulta la interpretación de los contenidos, ahora, con el modelo de Brønsted-Lowry. Además, en la mayoría de los libros que se emplean tampoco aparece una clara diferencia entre ambos modelos y difícilmente se aclaran los aciertos y las limitaciones de cada uno.

El estudio de este tema nos brinda también una buena oportunidad de emplear estrategias para desarrollar habilidades de pensamiento científico que al alumno le permitan un aprendizaje para la vida, como la predicción, la observación y las explicaciones coherentes y fundamentadas.

2.2. Áreas de aplicación

Este trabajo se realizó con la intención de desarrollar una Secuencia de actividades para el aprendizaje del tema de ácidos y bases de la Unidad 2 del programa de Química IV Área 1 y a la Unidad 1 del programa de Química IV Área 2 de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que pudiera también ser empleada en otros sistemas de bachillerato en los que se aborde el tema de ácidos y bases.

Los contenidos incluidos en las unidades mencionadas se extraen directamente del Plan de Estudios de la Escuela Nacional Preparatoria de 1996 para el programa de Química IV Áreas 1 y 2, como se muestra en las tablas 2.1 y 2.2 respectivamente

Tabla 2.1. *Extracto de la Unidad 2 del Programa de Química IV Área 1 de la ENP*

Química IV área 1		
Contenido	Descripción del Contenido	Estrategias Didácticas
2.2.5. Ácidos y bases. Teoría de Brönsted-Lowry.	Se definen los ácidos y bases de acuerdo con la teoría de Brönsted-Lowry y se clasifican en fuertes y débiles.	Experimentación y análisis de soluciones de ácidos y bases de diferentes concentraciones y sus relaciones con las medidas de pH. Exposición y ejemplificación de la teoría de Brönsted-Lowry.
2.2.6. Concentración de iones H ⁺ y pH.	Finalmente se estudia la relación entre la concentración de H ⁺ y pH.	Cálculo de pH a partir de las concentraciones de iones H ⁺ en soluciones.

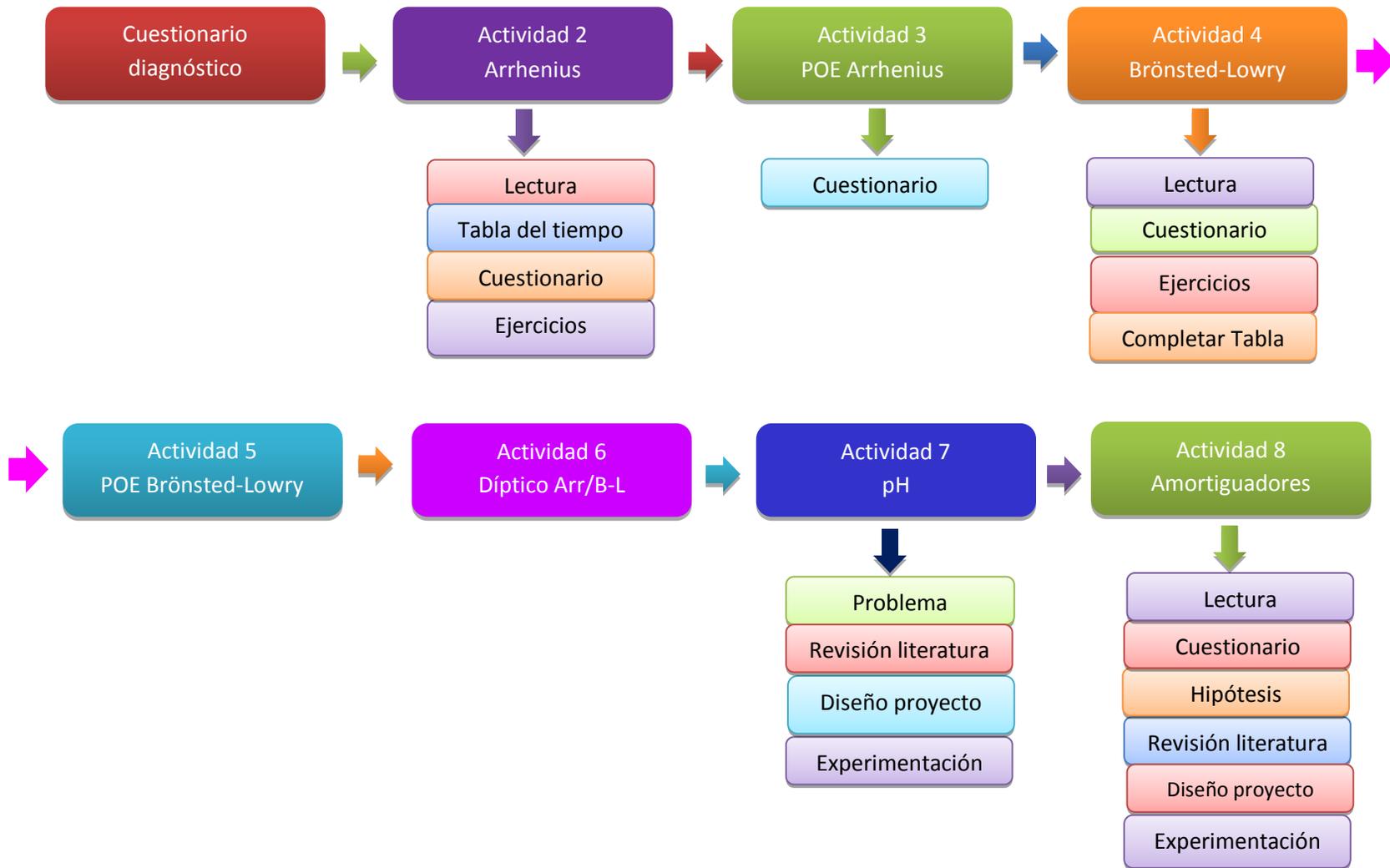
Tabla 2.2. Extracto de la Unidad 1 del Programa de Química IV Área 2 de la ENP

QUÍMICA IV ÁREA 2		
Contenido	Descripción del Contenido	Estrategias Didácticas
1.2. Equilibrio ácido y base para la vida.	Clasificación de soluciones en ácidas, básicas y neutras.	Experimentación y análisis de soluciones de ácidos y bases de diferentes concentraciones y sus relaciones con las medidas de pH.
1.2.1. Ácidos y bases. Teoría de Brönsted-Lowry.	Se definen los ácidos y bases de acuerdo con la teoría de Brönsted-Lowry y se clasifican en fuertes y débiles.	Exposición y ejemplificación de la teoría de Brönsted-Lowry.
1.2.3. Concentración de iones H ⁺ y pH.	Se estudia la relación entre la concentración de H ⁺ y pH.	Cálculo de pH a partir de las concentraciones de iones H ⁺ .
1.3 La sangre un tesoro vital 1.3.2. Sistemas amortiguadores.	Interacciones de ácidos y bases en indicadores y soluciones amortiguadoras, haciendo énfasis en que la sangre es un sistema amortiguador.	Lecturas relativas al tema y discusión grupal. Preparación de soluciones amortiguadoras y demostración de sus características. Investigación del sistema amortiguador de la sangre.

2.3. Diseño de la secuencia de actividades

Se consideró incluir dentro de la secuencia las actividades que se muestran en el diagrama 2.1 que se muestra enseguida.

Imagen 2.1 **SECUENCIA DE ACTIVIDADES**



Se planeó de acuerdo con el cronograma que se muestra en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Cronograma de la secuencia de actividades de enseñanza

CRONOGRAMA DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES				
Bloque de Actividades	Descripción	Tipo de recurso	Lugar	Tiempo (min)
Bloque 1	Actividad 1 diagnóstica			
	Cuestionario diagnóstico	Cuestionario	Aula	30
Bloque 2	Actividad del profesor de inicio			
	Modelos, niveles de representación, propiedades que los alumnos dicen sobre ácidos y bases	Pizarrón	Aula	20
	Actividad 2 de inicio			
	Igual pero diferente Arrhenius	Lectura (Modelo de Arrhenius)	Aula	10
		Tabla del tiempo	Aula	20
		Cuestionario	Aula	20
Bloque 3	Actividad 3 de desarrollo			
	¡Ah claro, otro modelo!	POE	Aula y Laboratorio	50
	Actividad 4 de desarrollo			
	Igual pero diferente Brönsted-Lowry	Lectura	Aula	10
		Tabla del tiempo	Aula	10
		Cuestionario	Aula	20
		Análisis de cuestionario	Aula	10
		Ejercicios-Clasificación de A-B	Aula	20
Actividad 5 de desarrollo				

	Reconociendo un nuevo modelo	POE (Experimental)	Laboratorio de Ciencias	100	
	Actividad 6 de evaluación				
	Dos modelos	Díptico	Extraclase En línea	15 min y 1 día	
Bloque 4	Actividad del profesor de desarrollo				
	Pares conjugados	Pizarrón, power point	Aula	30	
	Actividad de evaluación				
	Ejercicios impresos	Ejercicios impresos	Aula	20	
	Ejercicios en línea	Power point interactivo en línea	Sala de cómputo	30	
Bloque 5	Actividad del profesor de desarrollo				
	Equilibrio ácido-base para la vida	Pizarrón, power point	Aula	20	
	Fuerza ácido-base, Ka-Kb	Pizarrón, power point	Aula	30	
	Concentración de iones H ⁺ y pH	Ejercicios de pH	Aula	20	
	Actividad 7 de desarrollo				
	El problema de Mica	ABP (adaptado) Planteamiento del escenario		Aula	30
		Revisión de literatura		Extraclase	3 días
		Diseño experimental		Extraclase	2 días
		Ejecución del Experimento		Laboratorio de Ciencias	100
	Actividad de evaluación				
	El problema de Mica	Diseño de rejilla de argumentación y reporte escrito		En línea	2 días
Cuestionario-examen			Aula	20	
Rúbrica de coevaluación			Aula	20	

Actividad 8 de desarrollo				
Bloque 6	Sistemas amortiguadores. Sangre	Lectura	Aula	15
		Cuestionario	Aula	35
		ABP Planteamiento de hipótesis	Aula	20
		Revisión de literatura	Extraclase	3 días
		Diseño experimental	Extraclase	2 días
		Ejecución del Experimento	Laboratorio de Ciencias	100
Actividad de evaluación				
Bloque 6	Sistemas amortiguadores. Sangre	Diseño de rejilla de argumentación de Toulmin	En línea	2 día
Bloque 7	Cuestionario de seguimiento	Cuestionario	Aula	30
Bloque 8	Cuestionario de seguimiento	Cuestionario	Aula	30
Nota: Los tiempos expresados en días se refiere al periodo que se asigna al alumno para realizar la indicación extra clase.				

Se inició con el diseño de un cuestionario de preguntas abiertas y algunas de opción múltiple que se aplicaron como diagnóstico para conocer las ideas y conocimientos previos de los alumnos sobre el tema de ácidos y bases así como para detectar si evidenciaban alguna concepción alternativa. Posteriormente, se continuó con las actividades correspondientes a los subtemas abordados (pares conjugados ácido-base, pH, sistemas amortiguadores) que incluyeron POEs, ABP, cuestionarios, series de ejercicios, lecturas, actividades experimentales y se presentaron en bloques, cada uno con varias actividades que toman en cuenta las etapas de inicio, desarrollo y cierre o evaluación, a lo largo del proceso. Finalmente, el cuestionario que se aplicó como diagnóstico también se usó para seguimiento, al concluir la intervención en el aula y próximo al fin del ciclo escolar para conocer la permanencia del conocimiento.

La secuencia de actividades se diseñó de acuerdo con la propuesta de Leach y Scott (2002), en su aspecto básico, al final se incluye una sección con las actividades para el profesor y las actividades para el alumno.

También se tomó en cuenta la propuesta de Sánchez y Valcárcel (1993) en cuanto a que se debe planificar la enseñanza considerando un análisis científico, un análisis didáctico, elegir las estrategias didácticas apropiadas, plantear los objetivos y considerar la evaluación, todo esto ya considerado en el marco teórico.

2.4. Recolección de datos y evidencias

Se tomaron videos, se aplicaron cuestionarios, se empleó material impreso como tablas, dípticos, informes de actividades, rúbricas.

2.5. Tipo de análisis de los datos

Los datos se analizaron desde una perspectiva cualitativa, se formaron categorías para la clasificación de respuestas, para cada recurso de las actividades.

2.5.1. *Análisis de datos*

Se diseñó una tabla para organizar por bloques las diferentes actividades implementadas durante la secuencia didáctica, en esta se describieron las diferentes etapas del proceso de desarrollo de la secuencia, se identificaron los recursos didácticos aplicados con el grupo de trabajo en cada bloque.

Se identificaron en total veintiún recursos, entre cuestionarios, ejercicios, tablas, POEs, lecturas, ABP, trípticos, diseños experimentales, rúbricas de autoevaluación, y otros, según se muestra en la tabla 2.4.

Se determinó el tipo de recursos empleados y se clasificó la forma en que fueron aplicadas, individual, en equipo pequeño o empleando ambas modalidades.

Tabla 2.4. Actividades propuestas, para ser desarrolladas y llevadas a cabo con el grupo de trabajo

Bloque de actividades	Actividad	Etapas	Objetivos	Consecutivo de recursos diseñados	Recurso didáctico	Forma de Aplicación
Bloque 1 Diagnóstico	Diagnóstico Actividad 1 de la Secuencia	1	1. Indagar los conocimientos previos que manifiesten los alumnos con respecto a los ácidos y las bases. 2. Detectar sus conocimientos relacionados con los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry.	1	Cuestionario (Anexo 1-P, página 200)	Individual
Bloque 2 Inicio	Modelo de Arrhenius Actividad 2 de la Secuencia	1	1. El alumno será capaz de explicar qué son los ácidos y las bases según el modelo de Arrhenius. 2. Podrá identificar la importancia de la historia en el desarrollo de las teorías y los modelos. 3. Podrá clasificar a los ácidos y a las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius	2	Lectura (Anexo 1-A, página 216)	Individual
		2		3	Tabla del tiempo (Anexo 3-A, página 219)	Equipo
		3		4	Cuestionario Arrhenius (Anexo 2-A, página 218)	Equipo
		4		5	Tabla para clasificar Ác-Ba según Arrhenius (Anexo 4-A, página 220)	Individual

Bloque de actividades	Actividad	Etapas	Objetivos	Consecutivo de recursos diseñados	Recurso didáctico	Forma de Aplicación
Bloque 3 Desarrollo	¡Ah claro! Otro modelo Brönsted-Lowry Actividad 3 de la Secuencia	1	Que el alumno reflexiones sobre la necesidad de contar con otro modelo.	6	Experiencia POE (Anexo 2-P, página 204)	Individual
	Modelo de Brönsted-Lowry Reconociendo un nuevo modelo Actividad 4 de la Secuencia	2	1. El alumno será capaz de explicar qué son los ácidos y las bases según los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry. 2. Podrá realizar una confrontación entre ambos modelos, explicando las limitaciones del modelo de Arrhenius con respecto al de Brönsted-Lowry. 3. Podrá clasificar a los ácidos y las bases de acuerdo al modelo de Brönsted-Lowry.	7	Lectura (Anexo 5-A, página 221)	Individual
		3			Tabla del tiempo (Completar)	Equipo
		4		8	Cuestionario Brönsted-Lowry (Anexo 6-A, página 223)	Equipo
		5		9	Tabla para clasificar Ác-Ba según Brönsted-Lowry. (Anexo 7-A, página 224)	Individual

	<p>Modelo de Brønsted-Lowry Reconociendo el nuevo modelo Actividad 5 de la Secuencia</p>	6	<p>1. El alumno podrá plantear y explicar la ecuación química de la reacción que se efectúa entre un ácido y una base, desde el modelo de Bronsted-Lowry. 2. Podrá identificar y plantear un par conjugado 3. Reconocerá qué es un indicador y para qué se emplea. 4. Desarrollará habilidades para el manejo de reactivos, material de laboratorio y montaje de dispositivos sencillos.</p>	10	<p>Experiencia POE (experimental) (Anexo 8-A, página 225) y (Anexo 3-P, página 206)</p>	Individual-Equipo
Evaluación	<p>Dos modelos Actividad 6 de la Secuencia</p>	7	<p>1. El alumno analizará las propuestas de los modelos de Arrhenius y Brønsted Lowry e identificará las características y limitaciones de cada uno. 2. Tomará postura considerando ambos modelos.</p>	11	<p>Díptico "Dos modelos" (Anexo 9-A, página 228)</p>	Individual

Bloque de actividades	Actividad	Etapas	Objetivos	Consecutivo de recursos diseñados	Recurso didáctico	Forma de Aplicación
Bloque 4 Desarrollo	Pares conjugados Ácido-Base	1		12	Power point (Anexo 4-P, página 209)	Profesor
		2	1. Los alumnos identificarán los pares conjugados. 2. Identificarán y explicarán el carácter anfótero del agua. 3. Relacionarán los pares conjugados con los amortiguadores.	13	Ejercicios de pares conjugados (Anexo 10-A, página 229)	Individual
Evaluación		3	1. Realizarán una autoevaluación de su aprendizaje. 2. Reflexionarán sobre las limitaciones que enfrentan para contestar correctamente cada pregunta.	14	Ejercicios Autoevaluación de pares conjugados. (Anexos 11-A, página 230 y 12-A, página 232)	Individual

Bloque de actividades	Actividad	Etapas	Objetivos	Consecutivo de recursos diseñados	Recurso didáctico	Forma de Aplicación
Bloque 5 Desarrollo	Concentración de iones H ⁺ y pH Actividad 7 de la Secuencia	1	1. Aplicará la definición de pH para resolver ejercicios. 2. Dará respuesta a un problema empleando sus conocimientos sobre pH. 3. Desarrollará habilidades de indagación como, diseñar un experimento, plantear su hipótesis de trabajo, recabar datos, interpretar sus resultados y comunicar sus conclusiones. 4. Dará explicaciones fundamentadas. 5. Reflexionará sobre su aprendizaje.		Power point (Anexo 4-P, página 209)	Profesor
		2		15	Ejercicios numéricos de pH (Anexo 13-A, página 234)	Individual
		3		16	ABP (adaptado) Planteamiento del escenario (Anexo 14-A, página 236)	Grupal
		4			Revisión de literatura	Individual-Equipo
		5			Diseño experimental	Equipo
		6			Desarrollo del Experimento	Equipo
		7			Reporte escrito del experimento	Equipo
Evaluación		8		17	Rejilla de Toulmin (Anexo 15-A, página 237)	Individual
		9		18	Cuestionario-Examen (Anexo 5-P,	Individual-Equipo

					página 210)	
		10		19	Rúbrica para Coevaluación (Anexos 16-A, página 238 y 17-A, página 239)	Individual-Equipo

Bloque de actividades	Actividad	Etapas	Objetivos	Consecutivo de recursos diseñados	Recurso didáctico	Forma de Aplicación
Bloque 6 Cierre	Sistemas Amortiguadores. Sangre Actividad 8 de la Secuencia	1	Desarrollará habilidades de indagación, diseñará un experimento, planteará hipótesis de investigación, recabará datos, interpretará sus resultados y comunicará sus conclusiones. Dará explicaciones fundamentadas.		Power point (Anexo 4-P, página 209)	Profesor
		2		20	Lectura (Anexo 18-A, página 242)	Individual
		3		21	Cuestionario (Anexo 19-A, página 244)	Individual
		4			Planteamiento de hipótesis	Equipo
		5			Revisión literatura	Individual-Equipo
		6			Diseño experimental	Equipo
Evaluación		7			Rejilla de Toulmin (Anexo 15-A, página 237)	Individual

Bloque 7 Evaluación		1	Dar seguimiento al aprendizaje logrado por el alumno y la evolución en su forma de explicar y fundamentar las respuestas de las preguntas abiertas.	22	Cuestionario (Anexo 1-P, página 200)	Individual
		2		23	Cuestionario (Anexo 1-P, página 200)	Individual

Se detectaron 11 recursos que se aplicaron individualmente, 6 que fueron realizados en equipos pequeños y 4 ejecutados de forma mixta, es decir en alguna fase, de forma individual y en otra fase en equipo pequeño.

Para el análisis se decidió considerar los recursos que se aplicaron en forma individual y también aquellos mixtos, que habían requerido algunas sesiones en equipo y algunas otras de forma individual. Se tomó esta decisión para tener una muestra más representativa del grupo y una evaluación más centrada en cada estudiante.

2.5.2. Categorías

De acuerdo con lo anterior, se eligieron 14 recursos que se categorizaron tomando en cuenta su objetivo de evaluación, planteando las categorías que se muestran en la tabla 4.3 (página 93).

Las que se encuentran relacionadas con los conceptos; con habilidades de pensamiento científico; con la metacognición y con los valores.

Dentro de la categoría de conceptos, se ubicaron tres subcategorías diferentes (ver tabla 4.4, página 94), las que son útiles para identificarlos, para clasificarlos, y los que piden la respuesta correcta.

En la categoría de habilidades de pensamiento científico, se definió la subcategoría de explicaciones.

2.5.3. Recursos seleccionados para análisis

A. Para evaluar conocimiento:

- El recurso 1 (Cuestionario diagnóstico en el Anexo 1-P, página 200), se eligió porque permite apreciar algunas de las concepciones alternativas de los alumnos y en particular conocer los conocimientos previos con que cuentan ellos sobre los ácidos y las bases en general y del modelo de Arrhenius en particular.

- Los recursos 22 y 23 son iguales al 1 (Cuestionario diagnóstico en el Anexo 1-P, página 200), en este caso se aplicaron como seguimiento y permitieron realizar una comparación sobre la persistencia del aprendizaje de los alumnos después de cierto tiempo.

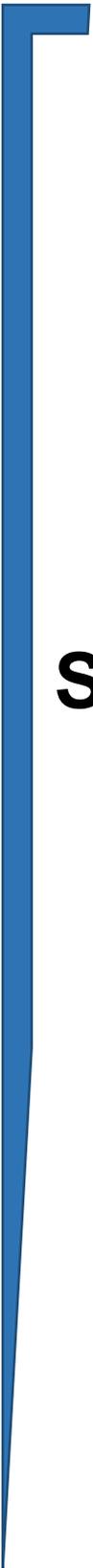
B: Los recursos 6 (Experiencia POE, en el Anexo 2-P, página 204), 10 (Experiencia POE, en el Anexo 3-P, página 206), 11 (Díptico "Dos modelos" en el Anexo 9-A, página 228) y 17 (Rejilla de Toulmin, en el Anexo 15-A, página 237), porque permiten evaluar en el alumno algunas habilidades de pensamiento científico, como la observación, la predicción, el manejo de la información, de planteamiento de conclusiones y explicaciones de lo que hace y observa, desarrollando tanto su expresión oral como la escrita.

2.6. Evaluación

Para evaluar las actividades que realizan los alumnos se emplearon cuestionarios, rúbricas, reportes de actividades, diseño de un díptico, resolución de ejercicios, reportes de actividades experimentales, reportes de indagaciones, respuestas y comentarios a cuestionarios.

2.7. Evidencias

Se obtuvieron como evidencias, material impreso resuelto (ejercicios numéricos, cuestionarios, tabla del tiempo, etc.), POE contestados por los alumnos, reportes de prácticas, rejillas de Toulmin desarrolladas, fotografías, videos.



CAPÍTULO 3

SECUENCIA DIDÁCTICA DE ACTIVIDADES

CAPÍTULO 3

3.1 Secuencia de actividades de aprendizaje

3.1.1. Justificación

El tema de ácidos y bases incluye contenidos básicos que se abordan en programas curriculares de nivel medio y medio superior, en el segundo año de bachillerato, desde el modelo de Arrhenius, pero resulta fundamental para los alumnos de tercer año del Bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), en del área Químico Biológicas y de las Salud, en el que se requiere una revisión cuidadosa del modelo de Brönsted-Lowry por el impacto que tiene con otros contenidos relacionados con este tema y que son de mayor complejidad, como, la respiración, el intercambio gaseoso en la sangre, alteraciones del metabolismo que pudieran producir acidosis o alcalosis, entre otros. Debido a esto, se hace necesario ir paso a paso como menciona Brophy (2001), en la forma como se aborde este tema desde el modelo de Brönsted-Lowry, reduciendo al máximo las dificultades que pudieran encontrar los estudiantes durante su aprendizaje de ácidos y bases con este modelo.

3.1.2. Fundamentación

El tema de ácidos y bases forma parte de los contenidos básicos de los cursos de Química en la enseñanza media (jóvenes entre 12 y 15 años), media superior (jóvenes entre 16 a 18 años) y superior (18 a 23 años) y ha sido motivo de discusión continua la forma como se aborda su enseñanza y las dificultades que presenta su aprendizaje. Se ha considerado que al nivel de secundaria se pueden abordar en su aspecto fenomenológico observable, para el estudio de las reacciones químicas y que a nivel universitario sea abordado por sus aplicaciones en análisis químico y en los procesos industriales.

Con el paso del tiempo se han ido proponiendo cambios y adiciones, pero el resultado acumulativo se va haciendo problemático ya que su estructura conceptual se ha vuelto complicada e incoherente. De hecho, De Vos y Pilot

(2001) proponen la existencia de siete capas o estratos, cada uno con su propio contexto.

Se ha observado que muchos estudiantes de educación media superior emplean definiciones exclusivamente descriptivas de los ácidos y las bases (De Manuel *et al.*, 1998), como son, el sabor ácido o amargo, el pH mayor o menor de 7, que tiñen de rojo o azul el papel tornasol, etc. Existe otro aspecto importante de la educación que en los últimos tiempos ha sido motivo de reflexión de muchos profesores, este es la tendencia de los estudiantes a explicar los fenómenos que suceden a su alrededor utilizando sus propias ideas (ingenuas) (Driver *et al.*, 1985) y no las ideas científicas que adquieren en la enseñanza formal.

Con respecto a los currículos de Química en los planes de estudio de la Escuela Nacional Preparatoria de 1996, en el segundo año de bachillerato se aborda el tema de ácidos y bases desde la propuesta de Arrhenius y en el tercer año de bachillerato nuevamente se considera este tema, pero ahora empleando el modelo de Brønsted y Lowry (B-L).

El conocimiento de la estructura electrónica de los átomos y la conceptualización del enlace químico covalente en las moléculas como una compartición de electrones de valencia, permite visualizar los procesos de disociación de las moléculas de los electrolitos desde el punto de vista electrónico y sugerir la existencia del ion hidronio, H_3O^+ , como consecuencia del enlace de un ion hidrógeno y una molécula de agua: $\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$

En el caso de la enseñanza de las reacciones entre ácidos y bases, con frecuencia se presenta a la transferencia de protones de B-L (1923) como la de disociación de Arrhenius (1887) pero ampliada. Así el ion OH^- es una base de B-L porque puede aceptar un protón: $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

La nueva teoría permite considerar como bases sustancias que no lo eran desde el punto de vista de la teoría de Arrhenius, porque no contenían iones OH^- en su composición, pero que, en cambio presentaban propiedades características de las

bases, como el amoníaco (NH_3), el óxido de bario (BaO) y el carbonato de sodio (Na_2CO_3).

Sabemos que las nuevas teorías surgen para resolver problemas que las anteriores no podían, así como dar a conocer la ciencia como un conjunto de conceptos que están sometidos a continua revisión. (Caamaño, 2003)

Ahora bien, si los modelos siguen cambiando conforme aparecen nuevos hallazgos, entonces los currículos y los procesos de enseñanza también deberían ir cambiando. Sin embargo, muchos conocimientos de ácidos y bases son muy antiguos y han sido parte de los cursos de química desde el siglo XIX, además se han introducido nuevos conceptos como titulación, indicadores diferentes al tornasol, equilibrio, ion hidronio (H_3O^+) pero, las definiciones anteriores no desaparecen ni se sustituyen, sino que se van acumulando y las nuevas se van agregando al currículo generando confusión en los alumnos si no se manejan adecuadamente en el aula. Por ejemplo en el siglo XVII la fuerza de un ácido se definía por su capacidad para desplazar a otro ácido de sus sales, actualmente la definición ha cambiado pero conservan el mismo nombre.

Un problema al ir acumulando conceptos cuando cambian de contexto es que al presentarlos a los alumnos suelen mezclarse unos con otros creando errores conceptuales, ya que, en la enseñanza de la química, algunos profesores no tienen bien claro cuáles son las diferencias entre ambos modelos (Drechsler y Schmidt, 2005) y suele ocurrir que utilicen modelos híbridos (le transfieran atributos de un modelo a otro), en lugar de los modelos históricos específicos en su enseñanza (Caamaño, 2013).

Con el modelo de Brönsted-Lowry, se redefinen los ácidos y las bases como “donadores” y “aceptores” de protones, y se dejan de lado las definiciones de Arrhenius en las cuales un ácido es una “sustancia que libera” iones hidrógeno y una base es la que produce iones hidróxido en solución. Hawkes (1992) sugiere que presentar a los estudiantes esta nueva teoría los confunde debido a que, por

naturaleza solemos aceptar lo que nos dicen primero y cambiarlo después es difícil.

Todo lo anterior nos hace fácil prever las dificultades que pueden tener los estudiantes en el paso del modelo de Arrhenius al modelo de Brönsted-Lowry, esencialmente si consideramos que los términos se nombran igual (ácido y base) pero que los conceptos son diferentes.

3.1.3. Objetivo de la Secuencia

Diseñar una Secuencia Didáctica de actividades para el aprendizaje de ácidos y bases que considere al alumno como el constructor activo de su propio conocimiento y potenciar su aprendizaje desde el enfoque del modelo de Brönsted-Lowry, partiendo del conocimiento del modelo de Arrhenius.

3.1.4. Enfoque didáctico

El enfoque es constructivista para que los alumnos vayan construyendo su propio aprendizaje, como Kaberman y Yehudit (2007) mencionan, “*una de las principales metas de los profesores en ciencias es desarrollar en sus estudiantes habilidades de pensamiento superior*”, así que, las estrategias que se emplean incluirán actividades en las que los alumnos realicen juicios críticos y reflexivos sobre sus planteamientos, busquen información la analicen y emitan conclusiones y hagan propuestas, planteen actividades experimentales. Se promoverá el trabajo en pequeños equipos y las actividades individuales, es decir actividades que les permitan aprender a pensar (Elosúa, 1993), básicamente se emplearán experiencias prácticas como las tipo POE (como demostraciones y como actividades desarrolladas por los alumnos); tipo ABP en las que darán solución a un problema a partir del planteamiento de un escenario, otras como las lecturas, resolución de ejercicios, actividades en las que los alumnos den explicaciones fundamentadas (Jiménez, 2007), empleando la rejilla de Toulmin, (Henao *et al*, 2011), cuestionarios, ordenadores gráficos como tablas, líneas del tiempo, reportes escritos, revisiones bibliográficas.

Para evaluar las actividades que realizarán los alumnos se emplearán cuestionarios, rúbricas, reportes de actividades, diseño de un díptico, resolución de ejercicios, reportes de actividades experimentales, reportes de indagaciones, respuestas y comentarios a cuestionarios.

Es decir, se trata de planear clases en las que los alumnos discutan, en las que se planteen problemas, que les resulten atractivos.

Cuando los estudiantes están discutiendo sobre un problema de ciencias, cuando desarrollan un argumento, están, al menos hasta cierto punto, «hablando de ciencias », decimos que están participando en el *discurso* de las ciencias (Lemke, 1990), significa hacer ciencias por medio del lenguaje e implica observar, describir, comparar, clasificar, discutir, preguntar, elaborar hipótesis, diseñar experimentos, evaluar, comunicar resultados a otras personas, etc.

Actualmente la docencia enfrenta retos que no pueden ser resueltos sólo con dominar un campo disciplinar (Sánchez y Valcárcel, 1993); educar involucra además de los conocimientos otras muchas cuestiones de tipo simbólico, afectivo, comunicativo, de valores, sociales, etc.

Una forma de abordar estas necesidades de cambio, es la planificación de Secuencias Didácticas, en la cual, las estrategias seleccionadas permitan movilizar los medios y las habilidades (Soussan, 2003) que necesiten los alumnos para favorecer entre otros, su desarrollo metacognitivo (Elosúa, 1993) y por ende su aprendizaje.

Jiménez (1998) menciona que en el artículo “experimentos de diseño” de Ann Brown (1992), se discute que el diseño de unidades y sus aplicaciones en el aula, su puesta en práctica, su evaluación, es uno de los desafíos más importantes que se plantean a la investigación educativa, superando el estudio de aprendizaje en situaciones de laboratorio. Esto permite reflexionar sobre lo importante que es considerar que el salón de clases es un sistema muy complejo, donde enseñanza,

aprendizaje, evaluación, papel del docente y de los estudiantes, currículo, ambiente del aula interaccionan entre sí.

3.2. Selección del tema

El tema elegido fue el de ácidos y bases desde el planteamiento del modelo de Brönsted-Lowry.

3.3. Impacto y aplicación

Esta secuencia va dirigida para alumnos de tercer año de bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria en los programas de Química IV áreas 1 y 2 para los temas de ácidos y bases de las unidades 2 y 1 respectivamente.

3.4. Selección de la secuencia

La secuencia didáctica se diseña bajo la propuesta de Leach y Scott (2002), en su aspecto básico, se considera una sección con las actividades para el profesor y las actividades para el alumno.

Se ubican etapas de diagnóstico, inicio, desarrollo y cierre o terminación. Se planean 8 actividades que incluyen diversos recursos y estrategias, considerándose además algunas participaciones expositivas del profesor en las que emplea un power point que se diseñó como recurso. Todo esto se explicitó en el cronograma de la secuencia de actividades presentado en la tabla 2.3 (Cronograma de las actividades planeadas), de la página 48.

Las 8 actividades planteadas en el cronograma incluyen diversos recursos que se aplicaron durante la intervención con el grupo y se encuentran en el anexo de *Actividades Diseñadas para la Secuencia*. En la imagen 2.1 se puede apreciar un concentrado de estas.

El tiempo total planeado fue de 905 minutos que corresponde a 18 sesiones de 50 min y se contemplan 15 días de actividades extraclase, estas serían llevadas a cabo en forma paralela al resto de las acciones en el aula o laboratorio. Dentro del

tiempo total planeado, además se incluyen 170 minutos de exposiciones por parte del profesor y 60 minutos extra para la aplicación de los cuestionarios de seguimiento.

3.5. Aplicación de la secuencia

3.5.1. Selección del grupo

En particular se decidió trabajar con alumnos de tercer año de preparatoria ya que en el programa de la materia de Química se inserta el tema de ácidos y bases con el modelo de Brönsted-Lowry. Se seleccionaron dos grupos uno de ellos para ejecutar un pilotaje y el otro como grupo de trabajo.

Para la elección de los grupos se tomó en cuenta la sugerencia de la profesora asesora de la asignatura de Práctica Docente, quien era la titular de éstos. El de pilotaje de la secuencia inicialmente era de 20 alumnos de ambos sexos, de entre 16 y 17 años, del turno matutino de la ENP No. 2, pero debido a que las sesiones serían fuera del horario correspondiente a la asignatura, solamente once de ellos estuvieron dispuestos a participar.

El grupo de trabajo con quien se aplicaría la secuencia de actividades lo conformaron 23 alumnos de ambos sexos de 16 a 17 años de la ENP No. 2 del turno matutino.

3.5.2. Pilotaje

Se inició el trabajo con la aplicación del cuestionario diagnóstico a los 20 alumnos del grupo, la participación de los alumnos fue activa. Con los resultados obtenidos se modificó la redacción de algunas preguntas que o bien fueron confusas en esta primera versión o no daban la información que se necesitaba para cubrir los objetivos.

Posteriormente se aplicó la actividad 2 que consta de varios recursos, desafortunadamente no se tuvo una continuidad con los 11 alumnos que se

propusieron para realizar el pilotaje, ya que no siempre se presentaban los mismos, la misma situación se presentó cuando se aplicó la actividad 3.

Finalmente se suspendió el pilotaje en vista de que la profesora titular del grupo empezó con el tema de ácidos y bases empleando sus propios recursos y estrategias.

3.5.3. Intervención

La aplicación del cuestionario diagnóstico (Actividad 1) se efectuó mes y medio antes del inicio del tema elegido para la secuencia de actividades y posteriormente, de acuerdo al programa de la materia, se dio inicio a la intervención en el aula.

Durante la implementación con el grupo de intervención se fue dando seguimiento a las actividades planteadas haciendo uso de los recursos diseñados para cada una de ellas (estos se encuentran en la sección de anexos para el profesor y para el alumno). Se fue guiando a los alumnos en la construcción de su conocimiento, retroalimentando y apoyando en la búsqueda de sus respuestas.

Una vez finalizada la intervención, se encontró que se necesitaron 735 minutos de clase, (considerar que cada sesión es de 50 minutos) es decir, se requirieron 14 sesiones completas (incluyendo el tiempo requerido para la aplicación de los cuestionarios de seguimiento), además se emplearon 8 días de trabajos extra clase, se hace hincapié en el hecho de que estas horas extraclase se realizan paralelamente con las sesiones presenciales.

La actividad 8, que incluye un aprendizaje basado en problemas (ABP), no se empleó con el grupo por cuestiones ajenas a la propuesta.

Dentro del plan de trabajo inicial se contemplaba un taller para el conocimiento y manejo de explicaciones razonadas y causales empleando la rejilla de Toulmin, pero posteriormente, considerando el horario de los alumnos y el tiempo que se emplearía para el taller, se decidió elaborar una presentación power point y

manejarlo por medios electrónicos, para comunicarlo a los alumnos, así como, para resolver dudas; de acuerdo con los resultados obtenidos hubo conclusiones interesantes que se exponen en el capítulo 4.

Para las sesiones expositivas de temas por parte del profesor, se diseñó una presentación power point que incluye diferentes subtemas de ácidos y bases.

3.5.4 Actividades de la Secuencia

Actividad 1

Actividad diagnóstica

¿Qué tanto sé? Ácidos y Bases

Objetivos

1. Conocer los conocimientos previos con los que cuenta el alumno sobre ácidos y bases.
2. Conocer si manifiestan algún conocimiento previo sobre el modelo de Arrhenius.
3. Identificar la presencia de alguna concepción alternativa.

Tiempo: 30 min

Lugar: Aula

¿Qué hacer?

1. Se explica al alumno la actividad que desarrollará.
2. Se entrega el cuestionario diagnóstico a los alumnos. (Anexo 1-P, página 200).
3. Se solicita a los estudiantes que lean las instrucciones y anoten los datos requeridos en el cuestionario entregado.
4. Se da tiempo para que resuelvan el cuestionario. **Tiempo 30 min.**
5. Se solicita que lo entreguen una vez que hayan contestado.

Actividad 2

Actividad de inicio

Igual, pero diferente 1ª parte

Ácidos y Bases: Modelo de Arrhenius

Objetivos

1. El alumno será capaz de explicar qué son los ácidos y las bases según el modelo de Arrhenius.
2. Podrá identificar las limitaciones del modelo de Arrhenius.

Tiempo: 70 min

Lugar: Aula

¿Qué hacer?

1. El alumno en forma individual, leerá con atención el documento "*Igual, pero diferente: Arrhenius*" (Anexo 1-A, página 216). **Tiempo 10 min.**
2. Una vez concluida la lectura, formará equipos de 4 alumnos.
3. En equipo, intercambiarán comentarios con sus compañeros, con respecto a lo que trata la lectura y justificarán su comentario.
4. Elaborarán una tabla del tiempo (es similar a una línea del tiempo pero en forma de tabla) (Anexo 3-A, página 219). **Tiempo 20 min.**
5. Darán respuesta a las preguntas generadoras. **Tiempo 20 min.**
6. En forma individual, resolverán la Tabla "Un poco más" (Anexo 4-A, página 220). **Tiempo 20 min**

Preguntas generadoras: (Anexo 2-A, página 218) **Tiempo 20 min.**

1. ¿Por qué se descartó la propuesta de Lavoisier para los ácidos?
2. ¿Por qué la propuesta de Davy sustituyó a la de Lavoisier?
3. ¿Cómo define Arrhenius a los ácidos y a las bases?

4. ¿Por qué se aceptó el modelo de Arrhenius si Lavoisier primero y luego Davy ya habían definido a los ácidos?
5. ¿Qué ejemplos propones de ácidos y de bases, según el modelo de Arrhenius?

Actividad 3

Actividad de desarrollo

Experiencia POE Modelo de Arrhenius

¡Ah claro, otro modelo!

Objetivos

1. El alumno reconocerá las limitaciones del Modelo de Arrhenius.
2. Será capaz de sugerir la posible existencia de otro modelo explicativo.

Tiempo: 50 min

Lugar: Laboratorio de Ciencias

¿Qué hacer?

El profesor desarrollará una experiencia POE (Anexo 2-P, página 204)

1. Mostrará en el pizarrón las fórmulas del Bicarbonato de sodio y del Amoníaco.
2. Les pedirá a los alumnos que predigan si las sustancias en cuestión son ácidos o bases y que lo anoten en su cuaderno.
3. Enseguida solicitará a los alumnos que estén atentos, observen detenidamente lo que les mostrará y que hagan sus anotaciones en el cuaderno.
4. Preparará una disolución de Carbonato ácido de sodio, introducirá una tira de pH en ella y mostrará el valor obtenido. Repetirá el ensayo con el hidróxido de amonio.
5. A continuación le pedirá a los alumnos que de acuerdo con sus observaciones, den la explicación a lo que ocurrió y entonces puedan corroborar o modificar su predicción.

Se sugiere alguna de las siguientes preguntas:

- a) ¿Estas sustancias resultaron ser ácidos o bases?

- b) ¿En función de qué dices eso?
 - c) ¿Cómo explicas lo que sucede?
6. Una vez que los alumnos terminen, el profesor realizará una retroalimentación.

Actividad 4

Actividad de desarrollo

Igual, pero diferente. 2ª parte

Ácidos y Bases: Modelo de Brönsted-Lowry

Objetivos

- 1 El alumno será capaz de explicar qué son los ácidos y las bases según el modelo de Brönsted-Lowry.
- 2 Podrá realizar una confrontación entre los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry.
- 3 Podrá explicar las diferencias y limitaciones entre ambos modelos.
- 4 Identificará un par conjugado.

Tiempo: 70 min

Lugar: Aula

¿Qué hacer?

1. En forma individual, el estudiante leerá con atención el documento “*Igual, pero diferente: Brönsted-Lowry*” (Anexo 5-A, página 221). **Tiempo 10 min.**
2. Una vez concluida la lectura, formará equipos de 4.
3. En equipo, intercambiarán ideas acerca de lo que trata la lectura justificando sus comentarios.
4. Completarán su tabla del tiempo (Anexo 3-A, página 219): **Tiempo 10 min.**
5. En equipo discutirán y darán respuesta a las siguientes preguntas: (Anexo 6-A, página 223) **Tiempo 30 min.**
 - a) ¿Cómo definen Arrhenius y Brönsted-Lowry a los ácidos y a las bases?
 - b) ¿Por qué hubo necesidad de cambiar el modelo de Arrhenius?

- c) Si comparamos ambos modelos, ¿existen limitaciones en alguno de ellos con respecto al otro?, ¿cuáles son?
- d) ¿Qué ejemplos propones de ácidos y de bases según el modelo de Brønsted-Lowry?
- e) ¿Cómo explicas lo que es un par conjugado?
- f) ¿Cambiarías tu predicción del POE: *Ah claro, otro modelo?*
(Actividad 3)

En forma individual, resolverán la Tabla “*Otro poco más*” (Anexo 7-A, página 224).

Tiempo 20 min

Actividad 5

Actividad de desarrollo

Experiencia POE Modelo Brønsted-Lowry

Reconociendo un nuevo modelo

Objetivos

1. El alumno podrá plantear y explicar la ecuación química de la reacción que se efectúa entre un ácido y una base, desde el modelo de Brønsted-Lowry.
2. Será capaz de reconocer y plantear los pares conjugados de la reacción.
3. Reconocerá qué es un indicador y para qué se emplea.
4. Desarrollará habilidades para el manejo de reactivos, material de laboratorio y montaje de dispositivos sencillos.

Tiempo: 100 min (Dos sesiones de 50 min juntas)

Lugar: Laboratorio.

¿Qué hacer?

Predicción: Tiempo 20 min

1. Se forman equipos de 4 alumnos.
2. Se muestra un dispositivo (Anexo 3-P, página 206) que consiste en un tubo de vidrio dentro del cual hay una tira de papel filtro impregnado de un extracto de col morada o de indicador universal y dos tapones horadados que cuentan con varios hisopos de algodón insertados en cada uno de ellos.

También se les muestran las disoluciones concentradas de Ácido clorhídrico (HCl) y de Amoníaco (NH₃)

3. Se hace la pregunta: ¿qué ocurrirá cuando se impregnen los hisopos de un tapón con HCl y los del otro tapón con NH₃ y se pongan ambos dentro del tubo?

Cada equipo hace su predicción y plantean una hipótesis.

4. Escriben su hipótesis en su cuaderno.

Observación y desarrollo de la experiencia: Tiempo 40 min

Cada equipo desarrolla el experimento POE *“Reconociendo un nuevo modelo”* (Anexo 8-A, página 225) **observando** todo lo que ocurra y realizan sus anotaciones o datos obtenidos.

Explicación: Tiempo 30 min

Se hacen preguntas como:

¿Qué se observó? ¿A qué se debe? ¿Qué ocurrió con el papel filtro? ¿Hay evidencias de que se llevó a cabo una reacción? ¿Para qué sirvió el papel filtro? ¿Cuál es la reacción que ocurrió? ¿Qué propiedades de ácidos y bases se observaron?

¿Qué modelo de ácidos y bases emplearías para explicar la reacción? ¿Por qué?

Plantea la reacción química empleando el modelo Ácido Base que hayas elegido.

¿Se comprobó tu hipótesis (predicción)?

Limpieza del área de trabajo: Tiempo 10 min

Actividad 6

Actividad de Cierre

Elaboración y diseño de un díptico

Dos Modelos

Objetivos

1. El alumno analizará las propuestas de los modelos de Arrhenius y Brönsted Lowry e identificará las características y limitaciones de cada uno.
2. Que tome una postura sobre ambos modelos, explicando el porqué de esta.

Tiempo: 15 min

Lugar: Aula, posteriormente la actividad se desarrollará extraclase.

¿Qué hacer?

Se explica a los alumnos lo que se requiere de ellos:

Diseñarán y elaborarán un díptico, en la parte interna en el lado izquierdo detallarán las características y limitaciones del modelo de Arrhenius y en la derecha el modelo de Brönsted-Lowry.

En la parte externa se describe la portada y en la última se anotarán los datos de alumno (Anexo 9-A, página 228).

Además, deberá elegir una de las tres posturas que se mencionan más abajo, la cual también se anotará en la cuarta página del díptico explicando en qué fundamenta su elección.

Se asigna una fecha de entrega.

Datos del alumno Postura	Carátula
4	1

Modelo Arrhenius	Modelo Brönsted-Lowry
2	3

Posturas por elegir:

1. El modelo de Arrhenius se incluye en el Modelo de Brönsted-Lowry.
2. El modelo de Brönsted-Lowry es un complemento del modelo de Arrhenius.
3. El modelo de Arrhenius y el de Brönsted-Lowry, son modelos diferentes.

Además de las actividades desarrolladas sobre los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry, se sugiere consulten la siguientes ligas para que amplíen su información.

<http://e->

[ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4856/html/index.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4856/html/index.html)

http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/acidosbases/historia.html?0&0

<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/lentiscal/1-cdquimica-tic/HistoriaCiencia/Historia%20de%20Acidos%20y%20BasesB.pdf>

<http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/10863/1/CC%2050%20art%2026.pdf>

Actividad 7

Actividad de desarrollo

ABP

pH: ¿Qué marca de jabón es la más recomendada?

Objetivos

El alumno:

1. Dará respuesta a un problema empleando sus conocimientos sobre pH.
2. Desarrollará habilidades de indagación como, diseñar un experimento, plantear su hipótesis de trabajo, recabar datos, interpretar sus resultados y comunicar sus conclusiones.
3. Reflexiones sobre su aprendizaje.

Tipo de actividades:

Planteamiento del problema.

¿Qué hacer para resolver el problema?

Presentación, exposición de la propuesta.

Tiempo: 170 min en el aula y 7 días extraclase.

Lugar:

Planteamiento del problema en el aula (Anexo 14-A, página 236) (30 min).

¿Qué hacer para resolver el problema? (Actividad extraclase 5 días).

Ejecución de la propuesta y comunicación de sus conclusiones: Laboratorio (100 min).

Dar explicaciones basadas en pruebas (Actividad extraclase 2 días).

Evaluación, Autoevaluación y coevaluación del ABP: (40 min)

¿Qué hacer?

1. Se presenta a los alumnos el escenario de la situación problemática (Anexo 14-A, página 236).

Lo leerán en clase y realizarán preguntas para aclarar lo que se espera que hagan. **Tiempo: 30 min.**

Los alumnos deberán plantear el problema para resolverlo, elaborarán un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje, para que vayan desarrollando su propia metodología para la adquisición del conocimiento, desarrollarán un diseño (experimental) para resolver el problema, presentarán la respuesta al problema (conclusiones) en forma justificada y argumentada (empleando una rejilla de argumentación de Toulmin, (Anexo 6-P y 15-A, páginas 213 y 237 respectivamente).

Se integran equipos de cuatro alumnos.

2. Actividad extraclase:

- El profesor proporcionará una dirección electrónica para estar en contacto con sus alumnos.
- Cada equipo decidirá qué conocimientos requiere para resolver el problema y justificarlo apropiadamente, deberá plantear un diseño experimental.
- El profesor estará monitoreando el trabajo de los alumnos a través del correo e irá apoyando y guiando los avances de los alumnos.
- Se sugiere que el tiempo para la conclusión del diseño sea máximo de 5 días.

3. Actividad en el Laboratorio.

- Ejecución del experimento en el Laboratorio así como su análisis de resultados y emisión de conclusiones. **Tiempo 100 min.**

4. Actividad en línea.

Envío por correo electrónico de un power point (Anexo 6-P, página 213) en el que se introduzca al alumno en el manejo de la rejilla de argumentación de Toulmin, resolviendo dudas por el mismo medio.

Se empleará la rejilla de argumentación (Anexos 6-P y 15-A, páginas 213 y 237 respectivamente) para el reporte de esta actividad, además, entregarán el impreso final de su trabajo. **Tiempo extra clase 2 días.**

5. Actividades en el aula.

- Se aplicará un cuestionario (tipo examen) (Anexo 5-P, página 210) en el grupo pequeño de 4 alumnos. **Tiempo 20 min.**
- Contestarán una rúbrica de autoevaluación-coevaluación de su trabajo. (Anexos 16-A y 17-A, páginas 238 y 239 respectivamente). **Tiempo 20 min.**

Actividad 8

Actividad de cierre

Amortiguadores

Objetivos

El alumno:

1. Reconocerá la importancia de los amortiguadores de la sangre para el buen funcionamiento del organismo
2. Podrá explicar simbólicamente cómo funciona un amortiguador.
3. Reconocerá algunos problemas de salud cuando se altera el equilibrio ácido-base en el organismo.
4. Comprobará el funcionamiento de un amortiguador.

Tipo de actividades:

Lectura

Diseño de un proyecto de investigación

Presentación del proyecto

Tiempo: 170 min

Lugar:

En el aula (70 min)

Diseño del proyecto: Extraclase (7 días)

En el Laboratorio: Ejecución del trabajo experimental: (100 min, dos sesiones de 50 min juntas)

¿Qué hacer?

Actividades en el Aula

1. El alumno leerá individualmente y con atención la lectura: “*Amortiguadores de la Sangre*” (Anexo 18-A, página 242). **Tiempo 15 min.**
2. Una vez concluida la lectura cada alumno resolverá el cuestionario relativo a “*Amortiguadores de la Sangre*” (Anexo 19-A, página 244). **Tiempo 25 min.**
3. En plenaria se revisarán las respuestas y se retroalimentará a los alumnos. **Tiempo 10 min.**
4. En plenaria se retomará la importancia de los amortiguadores en el organismo así como su buen funcionamiento.

Se va guiando la dinámica hasta plantear el propósito del trabajo de investigación que consistirá básicamente en la preparación de una disolución amortiguadora y la comprobación de que funciona como tal.

Se determinan los equipos de cuatro integrantes. **Tiempo 20 min.**

Preguntas sugeridas:

- I. ¿Cómo se puede preparar un amortiguador?
 - II. ¿Cómo podríamos saber si un amortiguador está funcionando?
 - III. ¿Existen factores que ocasionen que un amortiguador deje de funcionar adecuadamente?
 - IV. Los amortiguadores ¿solamente tienen aplicaciones en el ser humano?
5. Actividad extraclase:
 - El profesor proporcionará una dirección electrónica para estar en contacto con sus alumnos.
 - Cada equipo planeará su trabajo incluyendo: hipótesis, información teórica previa, diseño de un experimento, material y sustancias que necesitarán y la ejecución del experimento en el laboratorio.
 - El profesor estará monitoreando el trabajo de los alumnos a través del correo e irá apoyando y guiando el logro de los propósitos planteados.

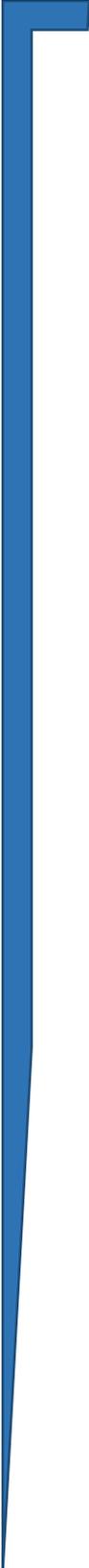
- Se sugiere que el tiempo para la conclusión del diseño sea máximo de una semana.

6. Actividad en el Laboratorio.

- Ejecución del experimento en el Laboratorio. **Tiempo 100 min.**

7. Se empleará una rejilla de argumentación (Anexo 15-A, página 237) para el reporte de esta actividad, los alumnos además entregarán su impreso final.

Tiempo 2 días.



CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados

Para llevar a cabo el análisis de resultados, primero se hizo una relación de los recursos que se diseñaron en cada bloque de actividades y que se trabajaron con los alumnos. También se consideró la forma de implementación de estas, ya que podían ser, individual, en grupo pequeño de 4 alumnos (en equipo) o ambas, es decir que en algún momento se realizara de forma individual y en otro en equipo.

Esta relación se presenta en la tabla 2.4 (página 52)

Una vez que se relacionaron todas las actividades con sus correspondientes recursos, se seleccionaron aquellas que se habían aplicado individualmente o de forma mixta (individual-grupo pequeño), formando categorías entre ellas. En esta tabla se contemplan los objetivos que se desean alcanzar con cada recurso diseñado para la intervención en el aula.

Se diseñaron recursos para indagación de conocimientos previos y algunas concepciones alternativas, otros recursos que permitieran realizar una distinción entre los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry y otros que llevaran al desarrollo de habilidades de pensamiento superior como la predicción, la observación, la explicación fundamentada, la investigación documental, el análisis de datos o resultados.

Esta categorización se presenta en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. *Categorización para análisis de datos*

Selección	Recurso	Aplicación	Objetivo	Categoría
1	Cuestionario (Anexo 1-P, página 200)	Individual	Indagar sobre contenidos previos y concepciones alternativas.	Aprendizaje de conceptos.
5	Tabla para clasificar Ác-Ba según Arrhenius. (Anexo 4-A, página 220)	Individual	Aplicar la definición al modelo de Arrhenius.	Aprendizaje de conceptos.
6	Experiencia POE (Anexo 2-P, página 204).	Individual	Desarrollar habilidades de pensamiento superior como la predicción, la observación y la explicación.	Pensamiento científico.
9	Tabla para clasificar Ác-Ba según Brönsted-Lowry. (Anexo 7-A, página 224)	Individual	Distinguir entre la definición de Arrhenius y de Brönsted-Lowry.	Aprendizaje de conceptos.
10	Experiencia POE (experimental). (Anexo 3-P y 8-A, páginas 206 y 225)	Individual-Equipo	Desarrollar habilidades de pensamiento superior como la predicción, la observación y la explicación.	Pensamiento científico.
11	Díptico "Dos modelos". (Anexo 9-A, página 228)	Individual	Aplicar el análisis de modelos y toma de postura considerando los hechos y sus aprendizajes.	Pensamiento científico.
13	Ejercicios de pares conjugados. (Anexo 10-A, página 229)	Individual	Distinguir par conjugado y aplicar el aprendizaje.	Aprendizaje de conceptos.
14	Ejercicios Autoevaluación de pares conjugados, en red. (Anexos 11-A y 12-A, páginas 230 y 232)	Individual	Identificar los pares conjugados y reflexionar sobre su aprendizaje.	Metacognición del aprendizaje.

15	Ejercicios numéricos de pH. (Anexo 13-A, página 234)	Individual	Aplicar definición de pH.	Aprendizaje de conceptos.
17	Rejilla de Toulmin. (Anexo 15-A, página 237)	Individual	Desarrollar habilidades de pensamiento superior como el análisis de datos, el planteamiento de conclusiones justificadas.	Pensamiento científico.
18	Cuestionario-Examen. (Anexo 14-A, página 236)	Individual-Equipo	Reforzar los contenidos discutidos y manejados en el desarrollo del ABP.	Aprendizaje de conceptos.
19	Rúbrica para Coevaluación. (Anexos 16-A y 17-A, páginas 239 y 239)	Individual-Equipo	Desarrollar juicio crítico al formar parte de un equipo.	Valores.
22	Cuestionario (Anexo 1-P, página 200)	Individual	Indagar avances o cambios con respecto a los conocimientos y creencias antes de la intervención.	Aprendizaje de conceptos. Razonamiento crítico.
23	Cuestionario (Anexo 1-P, página 200)	Individual	Indagar avances o cambios con respecto a la permanencia del conocimiento después de la instrucción.	Aprendizaje de conceptos. Razonamiento crítico.

Ya definidas las categorías se realizó una nueva clasificación ahora por subcategorías, tomando en cuenta lo que se evaluaría en los resultados obtenidos por los alumnos, las subcategorías consideradas se presentan en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Clasificación por subcategorías

Selección	Recurso didáctico	Objetivo de Evaluación	Categoría	Subcategoría
1	Cuestionario.	Identificar los conocimientos con que cuenta el alumno sobre ácidos y bases.	Aprendizaje de conceptos.	Identificación de conceptos.
5	Tabla para clasificar Ác-Ba según Arrhenius.	Qué aspectos del modelo de Arrhenius toma en cuenta el alumno para clasificar a los ácidos y a las bases.	Aprendizaje de conceptos.	Clasificación de conceptos.
6	Experiencia POE (demostrativa).	La congruencia que manifiesta el alumno entre lo que observa y lo que explica.	Pensamiento científico.	Explicación.
9	Tabla para clasificar Ác-Ba según Brönsted-Lowry.	La distinción que hace el alumno al clasificar los ácidos y las bases con referencia a los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry.	Aprendizaje de conceptos.	Clasificación de conceptos.
10	Experiencia POE (experimental).	La congruencia que manifiesta el alumno entre lo que observa y lo que explica.	Pensamiento científico.	Explicación.
11	Díptico "Dos modelos".	La elección que hace de limitaciones para cada modelo. La congruencia entre esas limitaciones y sus argumentos para la toma de postura con respecto a los modelos.	Pensamiento científico.	Explicación.
13	Ejercicios de pares conjugados.	El planteamiento de la respuesta correcta.	Aprendizaje de conceptos.	Respuesta correcta.
14	Ejercicios Autoevaluación de pares conjugados, en red.	La reflexión que el alumno realiza respecto a sus respuestas.	Metacognición	
15	Ejercicios numéricos de pH.	El planteamiento de la respuesta correcta.	Aprendizaje de conceptos.	Respuesta correcta.

17	Rejilla de Toulmin.	La congruencia que manifiestan los alumnos al emitir las conclusiones derivadas de sus datos.	Pensamiento científico.	Explicación.
18	Cuestionario-Examen.	La relación que realiza entre su trabajo práctico y sus respuestas.	Aprendizaje de conceptos.	Respuesta correcta.
19	Rúbrica para Coevaluación.	La forma en que evalúa el trabajo de sus compañeros y el propio.	Valores	
22	Cuestionario.	Identificar la permanencia de conocimientos adquiridos por el alumno sobre ácidos y bases.	Aprendizaje de conceptos.	Identificación de conceptos.
23	Cuestionario.	Identificar la permanencia de conocimientos adquiridos por el alumno sobre ácidos y bases.	Aprendizaje de conceptos.	Identificación de conceptos.

Una sinopsis de las tablas 4.1 y 4.2 se muestra en la tabla 4.3

Tabla 4.3. *Recursos por categorías y subcategorías*

Categoría	Subcategoría	Recurso didáctico
Aprendizaje de conceptos	Identificación de conceptos	1, 22, 23
	Clasificación de conceptos	13, 15
	Respuesta correcta	5, 9
Pensamiento científico	Explicación	6, 10, 11, 17
Metacognición		14
Valores		19

De esta clasificación final se seleccionaron para su análisis los recursos que se describen en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Recursos elegidos para análisis

Recurso	Contenido	Selección para análisis	¿Qué se toma en cuenta?	¿Qué se va a analizar?
			Pregunta del cuestionario	
1. Cuestionario diagnóstico con 16 preguntas (Anexo 1-P, página 200)	Incluye 11 preguntas abiertas (1-6, 8-15) 1 de selección con explicación (7) y 2 de opción múltiple (15 y 16)	Pregunta 1 y 3 (preguntas abiertas).	1. Anota 6 palabras relacionadas con ácidos y 6 palabras relacionadas con bases, desde el punto de vista químico. 3. Escribe cuatro ejemplos de materiales ácidos y cuatro ejemplos de materiales básicos que utilices en tu vida diaria, pueden ser alimentos, materiales de limpieza, de aseo personal, de belleza, medicamentos, etc.	Permiten conocer los conocimientos previos con que cuentan los estudiantes, detectar si manifiestan alguna idea previa.
		Preguntas 4, 6, 7, 8, 9, 14 (preguntas abiertas).	4. Explica detalladamente cómo podrías comprobar que los ejemplos que propones en la pregunta 3 realmente son ácidos o son bases. 6. A continuación se presentan fórmulas de ácidos y de bases, escribe una fórmula en cada renglón, según decidas que se trata de un ácido o de una base explicando en cada renglón el motivo de tu elección. HNO ₃ , KOH, HCl, CH ₃ COOH, NH ₄ OH, NaHCO ₃ , Al(OH) ₃ , H ₃ PO ₄ , NaOH, H ₂ O, NH ₃ , CH ₃ OH	Permite conocer la evolución de los estudiantes al plantear explicaciones en función de la construcción de sus conocimientos.

			<p>7. De acuerdo con Arrhenius ¿qué es un ácido?</p> <p>8. Según Brönsted-Lowry ¿qué es una base?</p> <p>9. Explica ¿qué entiendes por par conjugado ácido-base?</p> <p>14. ¿De qué depende que un ácido o una base se considere como fuerte o como débil?</p>	
		Preguntas 15 y 16	<p>15. Si se agrega jugo de limón a la leche, el pH de la leche: a) aumenta, b) no se altera, c) disminuye, c) se neutraliza</p> <p>16. En la siguiente reacción $\text{HBrO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BrO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ a) H_2O y H_3O^+ b) H_2O y HBrO c) H_2O y BrO^- d) HBrO y H_3O^+ elige el inciso que contenga a los ácidos presentes en la reacción directa y en la reacción inversa</p>	Exclusivamente para saber si hubo cambios en la selección de la respuesta correcta, con respecto al tiempo que transcurría entre las aplicaciones de los instrumentos y la permanencia del conocimiento, dado que se trata de preguntas de opción múltiple.
Recurso	Contenido		¿Qué se toma en cuenta?	¿Qué se va a analizar?
6. Experiencia Predicción-Observación-Explicación (POE). (Anexo 2-P, página 204)	Experiencia POE de Arrhenius. ¡Ah claro! Otro modelo. El experimento lo presenta el profesor.		Se toma en cuenta: el planteamiento de la predicción, las observaciones y las explicaciones propuestas. Así como la congruencia que se aprecie entre los tres	Se considera que con estos recursos se podrán desarrollar algunas habilidades de pensamiento científico como son el análisis, el juicio crítico, las explicaciones justificadas y fundamentadas, todo esto

			evaluado desde una perspectiva cualitativa. Se analiza la congruencia de sus explicaciones con respecto a su predicción y sus observaciones y el planteamiento y fundamentación de sus explicaciones.
10. Experiencia POE experimental. (Anexo 3-P y 8-A, páginas 206 y 225)	Experiencia POE. "Conociendo a Brönsted-Lowry" El experimento lo realiza el estudiante.	Se toma en cuenta: el planteamiento de la predicción, las observaciones y las explicaciones propuestas. Así como la congruencia que se aprecie entre los tres.	Se considera que con estos recursos se podrán desarrollar algunas habilidades de pensamiento científico como son el análisis, el juicio crítico, las explicaciones justificadas y fundamentadas, todo esto evaluado desde una perspectiva cualitativa. Se analiza la congruencia de sus explicaciones con respecto a su predicción y sus observaciones y el planteamiento y fundamentación de sus explicaciones. Se aprecia si hay avances en el planteamiento de sus explicaciones.
11. Diseño de un díptico. (Anexo 9-A, página 228)	Diseña un díptico, limitaciones y acierto de los modelos de Arrhenius y Brönsted-Lowry. Se analiza el díptico.	Planteamiento de limitaciones y aciertos de ambos modelos ácido-base: Arrhenius y Brönsted-Lowry. Explicaciones con que sustentan sus posturas.	La relación que hacen entre los aciertos y las limitaciones de ambos modelos con respecto a su toma de decisión para la postura elegida.

17. Rejilla de Toulmin de un Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). (Anexos 5-P y 14-A, páginas 210 y 236)	El ABP se relaciona con un problema de pH al que se le dará respuesta. El informe final se realiza empleando una rejilla de argumentación de Toulmin y esta es la que se analiza.		Se toman en cuenta los resultados o evidencias obtenidas del experimento planteado, de estos se eligen los datos adecuados, para construir la rejilla de Toulmin como reporte.	Conocer la evolución en el planeamiento de explicaciones, en esta ocasión sustentadas en pruebas. La congruencia entre los datos y la conclusión así como, la justificación y fundamentación que la validan o soportan.
22 y 23. Cuestionario diagnóstico con 16 preguntas (Anexo 1, página 200)	Incluye 11 preguntas abiertas (1-6, 8-15) 1 de selección con explicación (7) y 2 de opción múltiple (15 y 16).	Igual que el recurso 1.	Se modificaron dos ejemplos de la pregunta 7, se eliminaron el NaOH y el CH ₃ OH	Para comparar los resultados iniciales (diagnósticos), con el impacto de la intervención y la permanencia del conocimiento.

4.2 Análisis de resultados

4.2.1. Análisis del Cuestionario diagnóstico (Recurso 1) y de los Cuestionarios de seguimiento (Recursos 22 y 23)

Los tres recursos incluyen las mismas preguntas, pero el cuestionario del recurso 1 se consideró como Diagnóstico y el de los recursos 22 y 23 se emplearon como de seguimiento (Anexo 1-P, página 200).

De este recurso se analizaron las preguntas 1, 3, 6-8, 9 y 14-16.

Pregunta 1: *Anota 6 palabras relacionadas con ácidos y 6 con bases desde el punto de vista químico.*

Con respecto a esta pregunta, aun cuando las respuestas son de 23 alumnos, se debe considerar que la mayoría de ellos pudieron haber mencionado más de una o menos de 6 palabras tanto para ácidos como para bases.

El análisis de la pregunta 1 para los tres recursos se presenta en las tablas 4.5 a la 4.8.

Tabla 4.5. *Palabras relacionadas con ácidos y bases*

Palabras más frecuentes	Recurso 1		Recurso 22		Recurso 23	
	Ácido %	Base %	Ácido %	Base %	Ácido %	Base %
pH	82.6	78.3	95.7	91.3	91.3	87
Características como: sabor, textura, corrosión	52.2	52.22	43.5	17.4	82.6	78.3
Pares conjugados	-	-	13	17.4	17.4	34.9
Amortiguadores	-	-	8.7	8.7	8.7	8.7
Indicadores	34.9	30.4	30.4	34.9	47.8	47.8
Disociación	-	-	13	8.7	13	4.3
Fuerte-Débil	-	-	21.7	21.7	39.1	26.1
Ejemplos	47.8	47.8	21.7	34.9	26.1	26.1

La palabra relacionada con ácidos y bases que más respondieron fue pH, un 95.7% de los alumnos en el recurso 22. Otras como pares conjugados o amortiguadores, no se mencionaron en el recurso 1 ya que corresponden al modelo de Brønsted-Lowry que aún no se revisaba, sin embargo, disociación o fuerte-débil que se incluyen en el modelo de Arrhenius del curso escolar antecedente tampoco se consideraron.

Ejemplos de ácidos y bases también fueron muy utilizadas, hasta un 47.8% en el recurso 1 (diagnóstico), disminuyendo en el 22 y 23 (de seguimiento).

Los términos más empleados básicamente son descriptivos de ácidos y bases.

Con respecto a la palabra indicadores, en el recurso 1 solamente escribieron color rojo para ácidos y color azul para las bases sin aclarar si se trataba de un indicador, esta respuesta corresponde a una concepción alternativa común en los alumnos, de acuerdo a De Manuel *et al.* (1998).

En el cuestionario de seguimiento (recurso 22) en cambio, ya hay una connotación de indicador y especifican algunos nombres como el de col morada, universal, mientras que, en el recurso 23 un 47.8% de los estudiantes contestó esos mismos indicadores y algunos incluyeron el uso del potenciómetro para medir el pH.

Los comentarios que hicieron con relación al pH se muestran en la tabla 4.6.

Tabla 4.6. *Comentarios sobre el pH*

Lo que mencionan los alumnos sobre el pH	Recurso 1		Recurso 22		Recurso 23	
	Ácido	Base	Ácido	Base	Ácido	Base
	Alumnos					
pH menor a 7	9	3	18	0	18	0
pH mayor de 7	3	10	0	18	0	18
Sólo pH, sin valor	3	2	2	1	2	1

Con respecto a esta palabra, en el cuestionario diagnóstico (recurso 1) algunos alumnos confunden el valor de pH. Tres de ellos indican el pH menor de 7 para bases y otros 3 mencionan el pH mayor de 7 para los ácidos, esta situación ya no se presenta una vez que ha sido aplicada la secuencia de actividades en la que se emplea adecuadamente.

En la tabla 4.7 se especifican las propiedades físicas y químicas más mencionadas.

Tabla 4.7. *Propiedades más mencionadas de ácidos y bases*

Características más mencionadas	Recurso 1		Recurso 22		Recurso 23	
	Ácido	Base	Ácido	Base	Ácido	Base
	Alumnos					
Sabor agrio, sabor ácido	2	2	2	-	9	1
Sabor amargo	3	2	-	2	2	10
Corrosivo	7	-	8	1	8	2
Peligrosos	6	-	-	-	-	-
Resbalosas	-	1	-	1	-	5

Es interesante resaltar que en el recurso 1 (diagnóstico) hubo algunos alumnos que asignaron tanto el sabor ácido como el sabor amargo, para ácidos y para bases; incluyen también el carácter de peligroso para los ácidos, este se puede considerar una concepción alternativa (Ross y Mumby, 1991; Kousathana *et al.*, 2005), esta palabra ya no fue empleada en los recursos 22 ni 23.

En los tres recursos se repite casi con la misma frecuencia el cualificar a los ácidos como corrosivos, podría ser los mismos alumnos pero también, de acuerdo a la literatura (Jiménez *et al.*, 2000) se trata de una concepción alternativa muy común y persistente por lo que puede apreciarse en estos resultados.

En la tabla 4.8 se presentan algunas frases que los estudiantes asocian con ácidos y bases.

Tabla 4.8. *Lo que asocian con ácidos y con bases*

Lo que asocian con ácidos y con bases	Recurso 1		Recurso 22		Recurso 23	
	Alumnos					
Relacionan con definición de B-L	Ácidos	Bases	Ácidos	Bases	Ácidos	Bases
Donan Protones	0	0	15	0	12	0
Aceptan protones	0	0	0	14	0	12
Otras respuestas	Ácidos	Bases	Ácidos	Bases	Ácidos	Bases
Presencia de iones H^+ , iones hidronio, hidrógeno H^+ , mayor cantidad de H^+	4	0	11	0	11	0
Presencia de iones OH^- , hidroxilo, mayor cantidad de OH^-	0	1	0	12	0	13
Relacionan con nomenclatura	1	2	1	1	2	1

En los recursos 22 y 23 los alumnos ya asocian términos acordes con el modelo de Brönsted-Lowry así como otros relacionados de forma más conceptual al modelo de Arrhenius, sin embargo en los tres recursos se puede apreciar que uno o dos estudiantes continúan asociándolos con la nomenclatura, H para ácidos, OH para bases.

Pregunta 3: *Escribe cuatro ejemplos de materiales ácidos y cuatro ejemplos de materiales básicos que utilices en tu vida diaria.*

Para el análisis de las respuestas de los recursos 1, 22 y 23 se realizaron agrupaciones de éstas como se muestra en las tablas 4.9 y 4.10.

Tabla 4.9. Agrupación de respuestas en el recurso 1

Para los ácidos se agrupan como		Para las bases se agrupan como	
Cítricos	Cítricos, limón, jugo de naranja, jugo de limón, naranja	Alimentos	Aceite, crema, mantequilla, yogurth
Fluidos del organismo	Orina, ácidos gástricos	Productos de limpieza	Sosa, limpiador de pisos, clorox, cloro.
Medicamentos	Aspirina y ácido acetil salicílico	Medicamentos	Pepto bismol y para la gastritis

Tabla 4.10. Agrupación de respuestas para los recursos 22 y 23

Para los ácidos se agrupan como		Para las bases se agrupan como	
Cítricos	Cítricos, limón, jugo de naranja, jugo de limón, naranja	Alimentos	Aceite, crema, tomate, yogur
Fluidos del organismo	Orina, ácidos gástricos, sangre	Productos de limpieza	Sosa, limpiador de pisos, limpiavidrios, detergente, cloro, champú
Medicamentos	Aspirina, ácido acetil salicílico	Medicamentos	Pepto bismol, melox, bicarbonato, leche de magnesia y para la gastritis

Los ejemplos coincidentes en los tres recursos se muestran en la tabla 4.11 para ácidos y en la tabla 4.12 para bases.

Tabla 4.11. Ejemplos de ácidos para la pregunta 3

Ejemplos	Recurso 1		Recurso 22		Recurso 23	
	Para ácidos					
	Alumnos	%	Alumnos	%	Alumnos	%
Cítricos	19	82.6	21	91.3	23	100
Fluidos del organismo	6	26.1	10	43.5	6	26.1
Ácido clorhídrico	4	17.4	8	34.8	4	17.4
Vinagre	3	13.0	11	47.8	17	73.9

Tabla 4.12. *Ejemplos de bases para la pregunta 3*

Ejemplos	Recurso 1		Recurso 22		Recurso 23	
	Para bases					
	Alumnos	%	Alumnos	%	Alumnos	%
Leche	17	74.0	11	47.8	16	69.6
Jabón	15	65.2	21	91.3	21	91.3
Medicamentos	9	39.1	13	56.5	11	47.8

Los porcentajes de las respuestas obtenidas están referidas a un total de 23 alumnos.

Los ejemplos más frecuentemente mencionados por los alumnos para los ácidos, en los tres recursos, fueron los de cítricos, en especial jugo de naranja y de limón; que son frutas muy comunes en su cotidiano, el vinagre se mencionó en un 73.9% en el recurso 23 (éste se aplicó 3 meses después de concluida la secuencia de actividades).

En el caso de las bases existe la idea de que la leche es un material básico, es probable que se deba a la creencia popular de que se emplea para mejorar la gastritis, sin embargo su pH es ácido de acuerdo a la escala de Sörensen.

El jabón fue el principal ejemplo de las bases con un 91.3 % en los recursos 22 y 23. Los ejemplos de medicamentos también se incluyeron frecuentemente en especial aquellos que se mencionan en alguna publicidad en los medios electrónicos como el pepto bismol y el melox.

Pregunta 4: *Explica detalladamente cómo podrías comprobar que los ejemplos que propones en la pregunta 3 realmente son ácidos o son bases.*

De las respuestas dadas por los alumnos se extrajeron algunas palabras que resumían su comentario respecto a lo que harían para comprobar si los ejemplos proporcionados en la pregunta 3 serían ácidos o bases.

En la tabla 4.13 se concentran las coincidencias en los tres recursos (1, 22 y 23).

Tabla 4.13. *Para comprobar que algunos materiales son ácidos o bases*

Lo que mencionan de cómo comprobar si un material es ácido o básico	Recurso 1	Recurso 22	Recurso 23
	Alumnos		
Exclusivamente pH	7	1	0
Exclusivamente indicadores	2	12	9
Características como sabor, olor, toxicidad, etc.	9	4	4
Relacionan pH con indicador	3	7	6
Estado físico de los componentes	0	6	4
Confrontan color obtenido del indicador con una escala de pH	1	3	2

En la tabla 4.14 se exponen algunas interpretaciones a las explicaciones otorgadas por los alumnos, de acuerdo con una clasificación en cinco niveles que se elaboró para conocer la evolución de éstas en los recursos (22 y 23) que se emplearon después de aplicada la secuencia de actividades.

Tabla 4.14. *Explicaciones proporcionadas por los alumnos*

Nivel de explicación esperado		Nivel de explicación obtenido	Recurso 1		Recurso 22		Recurso 23	
No.	Explica su respuesta	En su respuesta menciona	Alumnos	%	Alumnos	%	Alumnos	%
4	Ampliamente a su nivel, a su experiencia en clases antecedentes y está apegada al Conocimiento Científico (CC)	En su respuesta mencionan el pH, la escala de pH, el uso de indicadores, ejemplos de indicadores, preparación de la muestra, cambios de coloración en el indicador.	0	0	5	21.7	7	30.4
3	De forma concreta, apegado a lo revisado en	Mencionan al menos dos de los factores anteriores	2	8.7	6	26.1	4	17.4

	clases precedentes y al CC							
2	Incompleta pero apegado al CC	Menciona el pH, o el indicador o la escala de pH	10	43.5	10	43.5	8	34.8
1	Puede o no estar apegada al CC pero es incorrecta	Mencionan composición, componentes de molécula, presencia de H ⁺ u OH ⁻ , sabor, etc., sin más explicación.	8	34.8	2	8.7	4	17.4
0	No dan respuesta	Sin respuesta	3	13.0	0	0	0	0

En el recurso 1 las respuestas son cortas e involucran básicamente medir pH sin explicar cómo y con algunas características como el sabor, el olor, etc., lo que implica un recuerdo vago y no el dominio del conocimiento. Una vez aplicada la secuencia de actividades (recurso 22, de seguimiento) las explicaciones mejoran considerablemente, ya rinden explicaciones coherentes en las que pueden conectar varios factores que ellos mismos mencionan, algunas respuestas literales de alumnos son:

“Con indicadores de pH, tiras, indicador universal, extracto de col morada, con el color que se marca y verificarlo con la escala, indica si es ácido o base y su pH”.

“Hacer una disolución por separado y colocar el indicador universal o col morada para obtener una coloración de pH y así saber si son ácidos o bases”.

“En un tubo de ensaye ponerles un indicador universal para observar el cambio de coloración y así determinar mediante una escala ya establecida, si es un ácido, base o neutra”.

“Tomo una muestra de la sustancia, si es sólida se diluye con un poco de agua y mido con un potenciómetro su pH”.

En el recurso 23 (cuestionario de seguimiento) la situación se mantiene prácticamente sin cambios, integran factores como pH, indicadores, cambios de color y escala de pH en sus explicaciones. En este recurso es interesante notar un

aumento considerable de alumnos (de 1 a 11) que mencionan el uso de potenciómetro para medir el pH.

Pregunta 6 para el recurso 1: *A continuación se presentan fórmulas de ácidos y bases. Escribe una fórmula en cada renglón, según decidas si se trata de un ácido o de una base explicando en cada renglón el motivo de tu elección HNO_3 , KOH , HCl , CH_3COOH , NH_4OH , NaHCO_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, H_3PO_4 , NaOH , H_2O , NH_3 , CH_3OH*

Pregunta 6 para los recursos 22 y 23, se eliminaron de los ejemplos el NaOH y el CH_3OH quedando solamente las otras 10 fórmulas, HNO_3 , KOH , HCl , CH_3COOH , NH_4OH , NaHCO_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, H_3PO_4 , H_2O , NH_3 , esto debido a que el NaOH y el KOH son fórmulas con un metal del mismo grupo y el CH_3OH tenía la intención de conocer si el OH presente influiría en la decisión de los alumnos al clasificar una base, dado que el recurso 1 era para diagnóstico.

En la tabla 4.15 se presenta un extracto de las explicaciones que dan los alumnos para ubicar como ácido o como base cada ejemplo de la pregunta.

Tabla 4.15. Interpretación de las *explicaciones más frecuentes para ubicar las fórmulas*

Recurso	Ácidos	Bases
Recurso 1	Porque tienen H en su fórmula o porque su nomenclatura lo dice	Porque tienen OH en su fórmula
Recurso 22	Emplean modelo de Arrhenius: porque pueden producir H^+ en disolución acuosa, o el modelo de Brönsted-Lowry: porque pueden donar H^+	Con modelo de Arrhenius: porque puede formar OH^- o el modelo de Brönsted-Lowry: porque puede aceptar H^+
Recurso 23	Empleando modelo de Arrhenius: porque tienen H^+ o el modelo Brönsted-Lowry: porque donan H^+ , también emplean la nomenclatura y/o componentes de la fórmula.	Con modelo de Arrhenius: porque tienen OH^- o el modelo de Brönsted-Lowry: porque aceptan H^+ , también emplean la nomenclatura y/o componentes de la fórmula.

Las explicaciones brindadas en el recurso 1 (diagnóstico) se centran básicamente en términos de la nomenclatura del compuesto mencionando que los ácidos tienen H y que las bases tienen OH.

En el recurso 22, mejora su discurso, emplean en sus explicaciones los modelos de Arrhenius y el modelo de Brønsted-Lowry, considerándolos diferentes, algunos alumnos incluso emplean ambos modelos para explicar el mismo ejemplo.

Para el recurso 23, aun cuando algunos alumnos persisten en explicar empleando en términos de nomenclatura, otros también utilizan el modelo de Brønsted-Lowry y en su mayoría lo relacionan con el modelo de Arrhenius.

Con respecto a los ejemplos que los estudiantes ubicaron de forma errónea, en la tabla 4.16 se detallan los más frecuentes.

Tabla 4.16. *Ejemplos más frecuentemente mal ubicados*

<i>Ejemplos frecuentemente mal ubicados</i>	<i>Recurso 1 Alumnos</i>	<i>Recurso 22 Alumnos</i>	<i>Recurso 23 Alumnos</i>
<i>Como Ácido</i>			
Bicarbonato de sodio	10	8	15
Amoníaco	15	6	15
Hidróxido de amonio	0	0	4
Agua	3	1	-
Metanol	2	-	-
<i>Como Base</i>			
Ácido acético	12	6	5
ácido fosfórico	0	0	2
agua	6	-	2
metanol	13	-	-

Existe coincidencia en los tres recursos, al clasificar ácidos al bicarbonato de sodio y al amoníaco y como bases al ácido acético, sin embargo, cambia considerablemente el discurso para explicar su selección, la interpretación a estas explicaciones se muestra en la tabla 4.17.

Tabla 4.17. *Explicaciones más frecuentes para las fórmulas mal ubicadas*

Recurso	Ácidos	Bases
Recurso 1	Amoníaco y carbonato ácido de sodio, porque tienen H en su fórmula o porque su nomenclatura lo dice.	Ácido acético y metanol porque tienen OH en su fórmula.
Recurso 22	El amoníaco y el carbonato ácido de sodio porque ambos pueden donar un protón o porque tienen H según Arrhenius.	El ácido acético porque tiene OH en la fórmula
Recurso 23	El carbonato ácido de sodio y el amoníaco principalmente porque donan el protón; no dan explicación, otros mencionan que porque tienen H en la fórmula.	El ácido acético y el ácido fosfórico, porque tienen o liberan OH, otros no dan explicaciones.

Para esta pregunta, en el cuestionario diagnóstico (recurso 1) los alumnos explican en términos de nomenclatura, porque al observar la fórmula ven el H para los ácidos y el OH para las bases, pero una gran parte de ellos no dio explicaciones. En relación con el recurso 22, según los estudiantes, son ácidos, ya que, de acuerdo a Brønsted-Lowry, pueden ceder un protón pero no dan mayor explicación. Con respecto al recurso 23 la respuesta es similar al 22 pero también emplean términos de nomenclatura. En los tres recursos se puede apreciar que existe dificultad para explicar por qué seleccionaron como bases esas fórmulas.

El caso del agua se analizó por separado debido a las explicaciones obtenidas; en la tabla 4.18 se concentran algunas interpretaciones a las respuestas que dieron los estudiantes y en la tabla 4.19 se analizaron algunas explicaciones, para los tres recursos.

Tabla 4.18. Clasificación de acuerdo a lo que los alumnos contestaron de la fórmula del agua

Clasifican al agua como	Recurso 1	Recurso 22	Recurso 23
	Alumnos		
Ácido	3	1	0
Base	6	0	2
Ambas	0	16	16
Neutra	9	4	4
No clasifican	5	2	1

Tabla 4.19. Interpretaciones a las explicaciones que dan los estudiantes para la clasificación de la fórmula del agua

Explicación			
Clasifican al agua como	Recurso 1	Recurso 22	Recurso 23
Ácido	Por su nomenclatura, tiene hidrógeno o no explica.	Porque puede donar su protón.	-
Base	Porque tiene OH o no explica.	-	Porque puede aceptar protones, porque tiene OH.
Ambas	-	Porque pueden ceder o recibir protones o es anfótera o forma par conjugado o según con quien reaccione.	Porque pueden ceder o recibir protones o es anfótera o forma par conjugado o Porque puede ser ácido o base.
Neutra	Porque su pH es neutro o no lo explica.	Porque actúa como ácido y como base.	Porque es neutra.
No clasifican	No hay explicación.	No hay explicación.	No hay explicación.

En el recurso diagnóstico (1), el 39.1% de los alumnos clasifican al agua como neutra, las explicaciones están relacionadas al pH, el 26.1% la clasifica como base porque tiene OH aunque muchos alumnos omitieron dar explicación al respecto.

En los instrumentos 22 y 23 el 69.6% de los alumnos la clasifican como ambas (ácido-base) y lo explican mencionando el carácter anfótero del agua, sin embargo hay un 17.4% de alumnos que la clasifican como neutra dando explicaciones diferentes en ambos instrumentos.

Pregunta 7: *De acuerdo con Arrhenius ¿qué son los ácidos?* **R:** *Sustancias que en disolución acuosa producen H^+*

Las respuestas obtenidas se clasificaron como correctas y erróneas esta clasificación se presenta en la tabla 4.20.

Tabla 4.20. *Interpretación a las respuestas obtenidas, Arrhenius*

P 7: De acuerdo con Arrhenius ¿qué son los ácidos? R: Sustancias que en disolución acuosa desprenden iones H^+						
Respuesta	Recurso 1	%	Recurso 22	%	Recurso 23	%
	Alumnos					
Respuesta correcta, de acuerdo con el modelo de Arrhenius: en disolución acuosa libera iones hidrógeno	2	8.7	15	65.2	13	56.5
Respuesta incorrecta que relaciona con alguna propiedad de los ácidos como el pH	2	8.7	2	8.7	6	26.1
Otras respuestas incorrectas diferentes al pH	3	13.0	3	13.0	4	17.4
Sin respuesta	16	69.6	1	4.3	0	0

En el recurso 1 el 69.6% de los alumnos no dieron respuesta, mientras que en los recursos 22 y 23 prácticamente todos contestaron la pregunta.

La respuesta correcta en el diagnóstico solamente fue del 8.7 %, para el recurso 22 el porcentaje obtenido se incrementó al 65.2%, mientras que para el 23 se aprecia una disminución debido a que el 17.4% empleó el modelo de Brönsted-

Lowry y no el de Arrhenius para dar su respuesta por lo que se consideró incorrecta.

Pregunta 8: *Según Brönsted-Lowry ¿qué es una base?* **R:** Sustancia capaz de recibir iones H^+ o protones.

Las respuestas obtenidas se clasificaron como correctas e incorrectas, esta clasificación se presenta en la tabla 4.21.

Tabla 4.21. *Interpretación a las respuestas obtenidas Brönsted-Lowry*

P: 8 Según Brönsted-Lowry ¿qué es una base? R: Sustancia capaz de recibir iones H^+ o protones						
Respuestas más frecuentes	Recurso 1 Alumnos	%	Recurso 22 Alumnos	%	Recurso 23 Alumnos	%
Respuesta apropiada, acorde con el modelo de Brönsted-Lowry	1	4.3	13	56.5	15	65.7
Respuesta incorrecta, relaciona con el modelo de Arrhenius	2	8.7	3	13.0	2	8.7
Otra respuesta incorrecta	2	8.7	6	26.1	4	17.4
No hay respuesta	18	78.3	1	4.3	2	8.7

En el recurso 1 fueron 18 alumnos los que no contestaron (78.3%), situación que se esperaba ya que los alumnos no están familiarizados con el modelo de Brönsted-Lowry en vista de que en el segundo año del bachillerato de la ENP no se aborda sin embargo, una vez concluida la aplicación de la secuencia de actividades se obtiene un 56.5% de respuestas correctas en el recurso 22, incrementándose a 65.7% en el recurso 23.

Los porcentajes de respuestas incorrectas de los recursos 22 y 23 se debieron a que la respuesta la dieron empleando el modelo de Arrhenius.

Pregunta 9: *Explica ¿qué entiendes por par conjugado ácido-base?*

Para la evaluación de esta pregunta se diseñó la rúbrica que se encuentra en la tabla 4.22. Los resultados de los alumnos se muestran en la tabla 4.23.

Tabla 4.22. *Rúbrica de evaluación para la pregunta No. 9. ¿Qué entiendes por par conjugado ácido-base?*

Evaluación	Descripción
Correcta	Si menciona la presencia de dos especies, una es la que cede un protón y la otra es la que queda después de ceder el protón. Puede mencionar a un ácido y una base en reacción generando la base y ácido correspondiente, la presencia de dos pares conjugados.
Aceptable	Considera la presencia de una especie que cede protones y otra que los acepta.
Insuficiente	Menciona algo relacionado al par conjugado pero no concreta la idea.
Incorrecta	Si menciona algunas palabras alusivas pero no tienen conexión entre ellas.

Tabla 4.23. *Evaluaciones de la pregunta No.9*

Evaluación		<i>Correcta</i>	<i>Aceptable</i>	<i>Insuficiente</i>	<i>Incorrecta</i>	<i>Sin respuesta</i>
Recurso 1	Alumnos	0	0	2	10	11
	%	0	0	8.7	43.5	47.8
Recurso 22	Alumnos	5	6	3	7	2
	%	21.7	26.1	13.0	30.4	8.7
Recurso 23	Alumnos	2	5	5	10	1
	%	8.7	21.7	21.7	43.5	4.3

En el recurso 1, el 47.8% de los alumnos se abstuvieron de contestar, este tema no se toca en el curso antecedente de química. Al mes de aplicada la secuencia de actividades (recurso 22), las respuestas correctas mejoran considerablemente

(21.7%) y aunadas a las que tienen respuesta aceptable de acuerdo a la rúbrica (26.1%), dan un total del 47.8%. Solamente el 8.7% de los estudiantes no contestaron, sin embargo, persisten las respuestas incorrectas en 30.4%. En el recurso 23 se nota una regresión, ya que solamente el 8.7% de los alumnos contestó en este nivel de la rúbrica y hubo un 43.5% de respuestas incorrectas que es igual al del Recurso 1 (diagnóstico), cuando aún no tenían acercamiento a este contenido. Sin embargo, se resalta el hecho de que el nivel de respuestas aceptables se encuentra parecido al del recurso 22.

Las respuestas obtenidas como correctas, tanto en el recurso 22 como en el 23 no fueron definiciones de libro sino las emitidas por los alumnos con sus propias palabras al dar las explicaciones, esto puede apreciarse en las siguientes respuestas.

Recurso 22

“Es donde el ácido es susceptible a donar un H^+ y se convierte en base. La base que acepta el H^+ se convierte en un ácido”

“Son aquellas sustancias en las que de un lado de la ecuación funcionan como un ácido y del otro como bases, según B-L, dependiendo de si pierden o ganan su protón”.

Recurso 23

“En una reacción ácido-base, los productos serán una base 2 (que proviene del ácido) y un ácido (que proviene de la base), son entonces dos ácidos (uno como reactivo y otro como producto) y dos bases”.

Pregunta 14: *¿De qué depende que un ácido o una base se consideren como fuerte o como débil?*

En la tabla 4.24 se muestra una comparación de las respuestas que dieron los alumnos a esta pregunta en cada recurso.

Tabla 4.24. *Tabla comparativa de respuestas de alumnos a la pregunta 14*

P: 14 ¿De qué depende que un ácido o una base se consideren como fuerte o como débil?						
Respuesta	Recurso 1		Recurso 22		Recurso 23	
	Alumnos	%	Alumnos	%	Alumnos	%
Del pH	18	78.3	3	13.0	2	8.7
De su capacidad de donar o recibir protones	0	0	4	17.4	3	13.0
De su grado de disociación	0	0	7	30.4	11	47.8
Otras respuestas	2	8.7	7	30.4	4	17.4
Sin respuesta	3	13.0	2	8.7	3	13.0

Con respecto a esta pregunta, la idea principal expresada por los alumnos en el recurso 1 (diagnóstico) es que la fuerza de los ácidos y las bases va a depender del pH, así lo expresan 18 alumnos de 23, es decir el 78.3% de ellos compartió esta idea. Lo que mencionan con respecto al pH deja claro que no existe un conocimiento real del concepto.

En los recursos 22 y 23 (recursos de seguimiento) mejoran esa concepción y la relacionan con el grado de disociación (el 30.4% de los alumnos en el recurso 22 y el 47.8% en el recurso 23), y/o con la capacidad de la sustancia para donar o recibir protones. Este conocimiento incluso se incrementa un 17.8% en el recurso 23 con respecto al recurso 22.

Pregunta 15: *Si se agrega jugo de limón a la leche, el pH de la leche:*

a) aumenta b) no se altera c) disminuye d) se neutraliza R: (c)

Las respuestas obtenidas para los tres recursos se concentran en la tabla 4.25.

Tabla 4.25. Concentrado de respuestas a la pregunta 15

P. 15: Si se agrega jugo de limón a la leche, el pH de la leche: a) aumenta b) no se altera c) disminuye d) se neutraliza R. inciso c							
Opciones	Sin respuesta	Inciso a	Inciso b	Inciso c	Inciso d	Respuesta correcta	%
Recurso 1	0	9	3	5	6	5	21.7
Recurso 22	0	5	0	11	7	11	47.8
Recurso 23	0	6	1	11	5	11	47.8

Si bien este cuestionario permite evaluar conceptos, es conveniente resaltar que en el recurso 1 empleado como diagnóstico, se obtuvo un 21.7% de respuestas acertadas, mientras que en los recursos 22 y 23, utilizados para seguimiento se obtuvo un 47.8 % de respuestas correctas para la misma pregunta lo que permite apreciar la permanencia del conocimiento.

Pregunta 16: En la siguiente reacción: $\text{HBrO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{BrO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

Elige el inciso que contenga el par de ácidos en la ecuación tanto directa como inversa. **R: (d)**

a) H_2O y H_3O^+ b) H_2O y HBrO c) H_2O y BrO^- **d) HBrO y H_3O^+**

Las respuestas obtenidas para los tres recursos se concentran en la tabla 4.26.

Tabla 4.26. Concentrado de respuestas a la pregunta 16

P: 16 En la reacción: $\text{HBrO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{BrO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ Elige el inciso que contenga el par de ácidos en la ecuación tanto directa como inversa. a) H_2O y H_3O^+ b) H_2O y HBrO c) H_2O y BrO^- d) HBrO y H_3O^+ R: inciso d							
Opciones	Sin respuesta	Inciso a	Inciso b	Inciso c	Inciso d	Respuesta correcta	%

Recurso 1	3	4	3	0	13	13	56.5
Recurso 22	0	3	0	1	19	19	82.6
Recurso 23	0	1	1	1	20	20	87.0

De acuerdo con la tabla anterior se encuentra que, en el cuestionario diagnóstico (recurso 1) hubo un 56.5% de alumnos que respondieron correctamente aun cuando aparentemente no habían revisado este contenido con anterioridad, el porcentaje mejora en el recurso 22 con un 82.6% y en el 23 con 87%. Con respecto a los resultados del recurso 1, al tratarse de una pregunta de opción múltiple, existía un 25% de probabilidad de que la respuesta fuera correcta, de hecho algunos alumnos (3) no la contestaron.

El porcentaje de respuestas correctas en los recursos 22 y 23 fue en incremento y todos los estudiantes la contestaron.

4.2.2. Recurso 6. POE sobre Modelo de Arrhenius. “¡A claro! Otro modelo”
(Anexo 2-P, página 204)

Planteamiento:

Sobre la mesa de trabajo se colocan dos frascos, uno contiene bicarbonato de sodio, otro amoníaco. Se solicita a los alumnos que realicen una predicción respecto a si esos materiales, serán ácidos o bases, y que lo escriban en su cuaderno.

Posteriormente, el profesor determina el pH de ambos empleando tiras reactivas, los alumnos observan atentamente, hacen anotaciones y finalmente se les solicita que expliquen sus resultados.

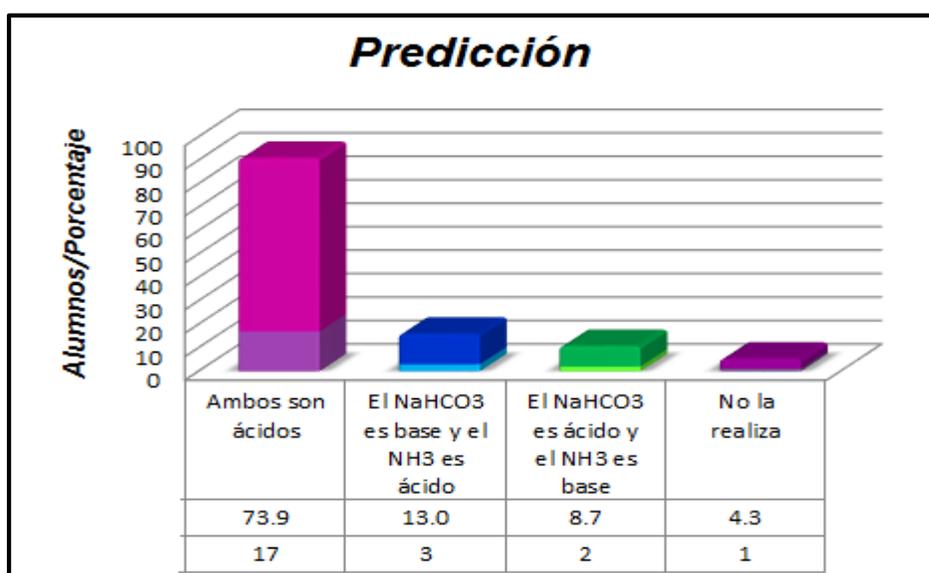
Predicción

Las predicciones planteadas por los alumnos se presentan en la tabla 4.27

Tabla 4.27. *Predicción del POE Modelo de Arrhenius*

Predicción POE Modelo de Arrhenius				
Predicción	Ambos son ácidos	El NaHCO ₃ es base y el NH ₃ es ácido	El NaHCO ₃ es ácido y el NH ₃ es base	No realiza el POE
Alumnos	17	3	2	1
%	73.9	13.0	8.7	4.3

Los resultados de la predicción de este POE se presentan en la gráfica 4.1

Gráfica 4.1. *Resultados de Predicción al POE de Modelo de Arrhenius*

La mayoría de los alumnos (73.9%) predijeron que ambas sustancias serían ácidos, nadie predijo que ambas podrían ser bases.

El 13% de los estudiantes predijo que el NaHCO₃ sería una base pero que el NH₃ sería un ácido.

Enseguida se presentan algunas predicciones de los alumnos (transcripción literal):

“Tomando en cuenta lo que establece el modelo de Arrhenius ambas sustancias serán ácidos”.

“Ambos serán ácidos porque tienen un hidrógeno dentro de su composición”.

“Ambos serán ácidos. Tengo dudas con el NaHCO_3 ya que la unión con el sodio puede impedir que el hidrógeno se libere”.

La mayoría de los 17 alumnos (12 de ellos) simplemente escribió:

“Ambos serán ácidos”.

Observación

Algunas de las interpretaciones a las observaciones planteadas por los alumnos se presentan en la tabla 4.28.

Tabla 4.28. Interpretación a las observaciones planteadas por los alumnos para el POE Modelo de Arrhenius

Interpretación a las observación POE Modelo de Arrhenius		
Observación realizada	Alumnos	Porcentaje relativo a 23 alumnos
Solamente describe el experimento.	2	8.7
La relaciona con el experimento realizado y su predicción.	1	4.3
Solamente expone los datos o resultados.	2	8.7
Expone resultados y emite una conclusión.	2	8.7
Expresa comentarios generales y a partir de estos emite una conclusión.	4	17.4
Hace comentarios de cómo se realizó el experimento y expresa los datos obtenidos.	3	13.0
Hace comentarios de cómo se realizó el experimento, presenta los datos obtenidos y emite una conclusión.	8	34.8
No realizó el POE.	1	4.3

De acuerdo con la interpretación realizada de las observaciones manifestadas por los estudiantes, se puede apreciar que en general lo que relatan como una observación es en realidad parte del procedimiento seguido o conclusiones que surgen directamente de los resultados.

Enseguida se exponen algunas observaciones descritas por los alumnos.

Solamente emite una conclusión:

“El NaHCO_3 es una base porque tiene un pH mayor que 7, el NH_3 es una base porque tiene un pH mayor que 7”.

Describen resultados y emiten una conclusión:

“Con el indicador de pH los resultados dieron 9, 10, 9 para el NaHCO_3 y 13, 12, 10 para NH_3 , esto significa que son bases ya que su pH es mayor de 7”.

“Al agregarle agua y revolver y hacer la prueba de pH se observa que las dos sustancias son bases aunque en su nomenclatura las dos contienen un H el NaHCO_3 tuvo pH de 9, 10. El NH_3 un pH de 10-13”.

“Se observó que fueron sustancias básicas, al ver el color del indicador para un pH de 13 a 10 y de 9 a 10”.

Solamente describen el procedimiento:

“La profesora tenía dos frascos uno con NaHCO_3 y NH_3 , tiras indicadoras de pH, primero hizo disoluciones acuosas con NaHCO_3 y NH_3 , posteriormente metió las tiras indicadoras y pasaron tres compañeros para que checaran el nivel de pH resultando que ambas son bases”.

Expresa comentarios generales y emite conclusión:

“Me dediqué a observar la fórmula y encontrar las características por las que resultaron bases, también me acerco a la mesa para observar la botella donde dice monóxido de amonio (sino mal recuerdo) lo que me ocasionó dudas ya que ese no era el nombre con el que se conocía a la sustancia”.

Describe el experimento, presenta datos obtenidos y emite una conclusión:

“Al colocar la tira de pH en ambas sustancias observamos que el NaHCO_3 tiene un pH de aproximadamente 9 y el NH_3 de 12, al contrario de lo que creía, las dos sustancias son bases”.

“El NaHCO_3 y el NH_3 reaccionaron con agua y se hizo una prueba con tiras de pH para así conocer si era un ácido o una base. Los resultados se observaron por tres compañeros diferentes NaHCO_3 pH 9, 10, 9; NH_3 pH 13, 12, 10, esto indica que las dos son bases”.

Solamente expone datos o resultados:

“Su pH es mayor de 7. En los indicadores de pH en el NaHCO_3 se observan de 9-10 en el rango de pH y en el caso del NH_3 el rango final fue de 10, 12 y 13”.

“ NaHCO_3 - Base pH 9, 10, 9; NH_3 - Base pH 13, 12, 10”.

Explicación

Tomando en cuenta las explicaciones expresadas por los alumnos se realizó un concentrado en el cual se agruparon aquellas que presentaban similitudes en términos de la explicación, estas se muestran en la tabla 4.29

Tabla 4.29. *Concentrado de explicaciones de los alumnos para POE Modelo de Arrhenius*

Explicaciones POE Modelo de Arrhenius		
Explicación	Alumnos	%
Emplea el modelo de Brønsted-Lowry (B-L) para explicar, utiliza el concepto donación y aceptación de protones correctamente.	3	13.0
Relaciona con la predicción y los resultados experimentales, emplea modelo de B-L correctamente.	2	8.7
Emplea el modelo de B-L para explicar, usa la formación de par conjugado, correctamente.	1	4.3
Emplea el modelo de B-L para explicar, usa la formación de par conjugado de forma incorrecta.	1	4.3

Relaciona la predicción con Arrhenius y la explicación con B-L.	2	8.7
Menciona que el modelo de Arrhenius no es útil para explicar por qué los materiales empleados dan pH básico.	4	17.4
La explicación la relaciona con la predicción elaborada, pero es incorrecta.	1	4.3
Hace comentarios sin relación.	3	13.0
La explicación la hace en función al pH obtenido.	4	17.4
No da explicación.	1	4.3
No realiza el POE	1	4.3

Se esperaba que las explicaciones emitidas por los alumnos se relacionaran al modelo de Arrhenius sin embargo, la mayoría de ellas incluyeron aspectos del de Brönsted-Lowry, esto pudo deberse a que por cuestiones ajenas, esta etapa del POE del modelo de Arrhenius no la entregaron inmediatamente sino días después; en ese inter se llevó a cabo una lectura y ejercicios del modelo de Brönsted-Lowry, que pudieron haber influido en lo que expusieron. No obstante, cuatro alumnos (el 17.4%) mencionaron que para poder explicar el fenómeno observado no era suficiente el modelo de Arrhenius.

Algunas explicaciones de los alumnos (transcripción literal) en las que relacionan con el modelo de Brönsted-Lowry son:

“Consideraba que el agua era un factor que afectaba las propiedades de las sustancias, después al estudiar el modelo de Brönsted-Lowry nos explica que son los pares conjugados y que el agua puede actuar como ácido o como base en una reacción, por ello actúa con el NaHCO_3 y NH_3 , hay un intercambio de protones y al momento de medir su pH resultan ser bases”.

El 8.7% (dos alumnos), puntualizan el uso de ambos modelos, un ejemplo de este tipo es:

“Creí que el NaHCO_3 era ácido porque tiene la palabra ácido en el nombre y creí que el amoníaco era ácido porque no tiene OH en su fórmula, es decir que basé mi predicción en la teoría de Arrhenius. Sin embargo para poder explicar por qué son bases es necesaria la teoría de Brönsted-Lowry que explica que una base es una sustancia que acepta un protón y que necesita una sustancia que done un protón (un ácido) y en este caso el ácido es el agua”.

Algunos ejemplos de alumnos que relacionan con el modelo de Arrhenius son:

“Este comportamiento es difícil de explicar con el modelo de Arrhenius sin embargo con el modelo de Brönsted-Lowry se explica lo que está actuando como una base”.

“Determinaría el uso de otro modelo para explicar lo que no explica el anterior y basados en el modelo de Lowry y el papel del agua se podría determinar que son bases”

“De acuerdo a los conocimientos que tenemos sobre ácidos y bases acorde a su pH concluimos que ambas sustancias resultaron ser bases y no ácidos”.

“Las sustancias fueron bases, se comprueba con un papel indicador y sabemos que eran bases por estar en el rango de 7 a 14, es impresionante porque uno piensa que debe ser ácido pero esto nos comprueba que no es así”.

En la tabla 4.30 se presentan algunos comentarios que surgen a partir de las explicaciones brindadas por los estudiantes.

Tabla 4.30. *Comentarios relacionados a las explicaciones de los alumnos para el POE Modelo de Arrhenius*

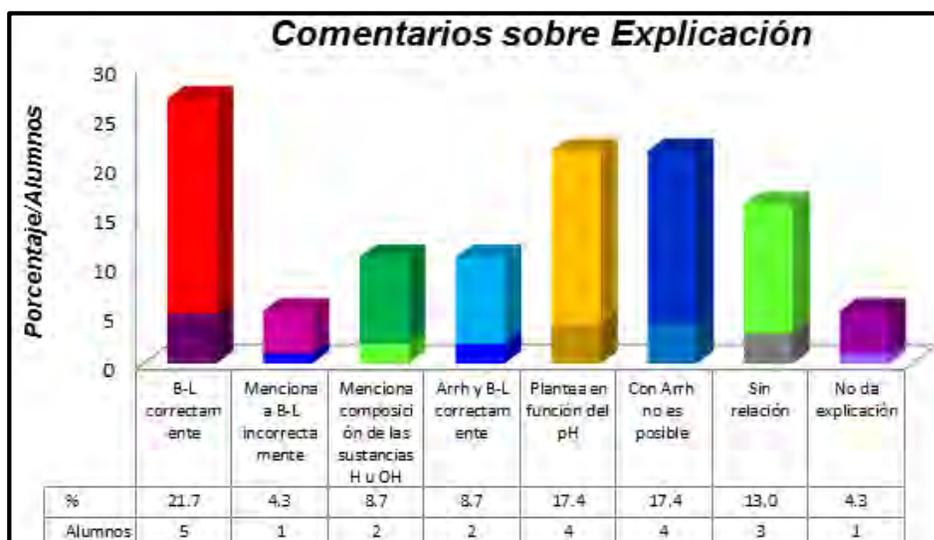
Comentarios sobre las explicaciones que hacen los alumnos		
Comentario	Alumnos	%
Menciona a Brönsted-Lowry de forma correcta, relaciona que cede-recibe protones o par conjugado o que puede actuar como ácido o como base.	5	21.7
Emplea a Brönsted-Lowry de forma incorrecta.	1	4.3
Menciona la composición de las sustancias respecto a la presencia de H u OH (omitieron la carga).	2	8.7

Emplea los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry correctamente.	2	8.7
Plantea su explicación en función del pH.	4	17.4
Indica que con el modelo de Arrhenius no es posible explicarlo.	4	17.4
Da respuestas sin relación con lo que se realizó o no se entiende lo que quiere decir.	3	13.0
No da explicación	1	4.3
No realiza el POE	1	4.3

Como puede apreciarse en la tabla anterior, existe un total de 11 alumnos (47.8%) que ofrecen explicaciones aceptables para considerar en este POE, emplean modelo de Brönsted-Lowry y Arrhenius adecuadamente e indican que el modelo revisado en el momento de efectuar la demostración no era suficiente para dar una explicación apropiada.

Los resultados de la tabla 4.30 se presentan en la gráfica 4.2 donde se pueden apreciar mejor los comentarios relacionados a las explicaciones de los alumnos.

Gráfica 4.2. *Comentarios relativos a las explicaciones de los alumnos para POE Modelo de Arrhenius*



Para considerar la coherencia de las explicaciones durante el POE, se plantea la rúbrica de tabla 4.31, considerando los datos obtenidos en la predicción, las observaciones y la información con que contaban hasta ese momento los estudiantes.

Tabla. 4.31 *Rúbrica para considerar la coherencia entre las etapas del POE*

Evaluación	Explicación
Coherencia	Si su explicación está relacionada con su predicción y sus observaciones y menciona alguna característica del modelo de Brönsted-Lowry en forma correcta.
Cierta coherencia	Si su explicación tiene relación con su predicción o con sus observaciones y menciona alguna característica del modelo de Brönsted-Lowry.
No hay coherencia	Hace algún comentario correcto pero no lo relaciona con su predicción ni con sus observaciones, si realiza algún comentario incorrecto aunque lo relacione con su predicción o con sus observaciones, cuando no se entiende lo que quiere decir, cuando su comentario no tiene relación con el POE o es incorrecto.

En la tabla 4.32 se muestra el análisis de coherencia en el POE en función de la rúbrica presentada.

Tabla 4.32. *Coherencia en el POE Modelo de Arrhenius*

Coherencia	Alumnos	%
Hay coherencia	2	8.7
Hay cierta coherencia	7	30.4
No hay coherencia	8	34.8
Se requiere un modelo diferente al de Arrhenius	4	17.4
Sin explicación	1	4.3
No entregó	1	4.3

Se encuentra que 13 alumnos, incluidos los que mencionan que se requiere de otro modelo para poder dar una explicación adecuada a la actividad, manifiestan coherencia o cierta coherencia al desarrollar el POE.

Algunas explicaciones en las que emplean el modelo de Brönsted-Lowry son correctas con respecto al modelo sin embargo se considera que no tienen congruencia dado que no mencionan la relación de su explicación con su predicción ni con sus observaciones.

Por ejemplo, uno de los alumnos explica de la siguiente forma:

“Según Brönsted-Lowry las bases son sustancias que reciben protones, eso sucede con estas sustancias por eso se pueden considerar bases”.

En otros casos hay cierta coherencia porque la explicación tiene relación con su predicción o con sus observaciones pero pueden o no conectarla con algún modelo, por ejemplo (transcripción literal):

“Consideraba que el agua era un factor que afectaba las propiedades de las sustancias, después al estudiar el modelo de Brönsted-Lowry nos explica que son los pares conjugados y que el agua puede actuar como ácido o como base en una reacción, por ello actúa con el NaHCO_3 y NH_3 , hay un intercambio de protones y al momento de medir su pH resultan ser bases”.

“Esta viene cuando viene el modelo de Brönsted-Lowry en el cual se explica por qué nuestra decisión no fue correcta, nos dejamos llevar por la existencia de H^+ en la fórmula, sin embargo, Brönsted-Lowry menciona que un ácido puede donar protones y una base recibirlos”.

Algunos alumnos detectan la necesidad de otro modelo diferente al de Arrhenius para poder explicar el carácter básico de ambos materiales.

“No tiene sentido el modelo de Arrhenius, no se puede liberar OH del NaHCO_3 ni del NH_3 , ambas sustancias están en disolución acuosa y por eso liberan iones OH (creo que es falso)”.

Algunos alumnos hacen alusión a la composición del material y dieron explicaciones como:

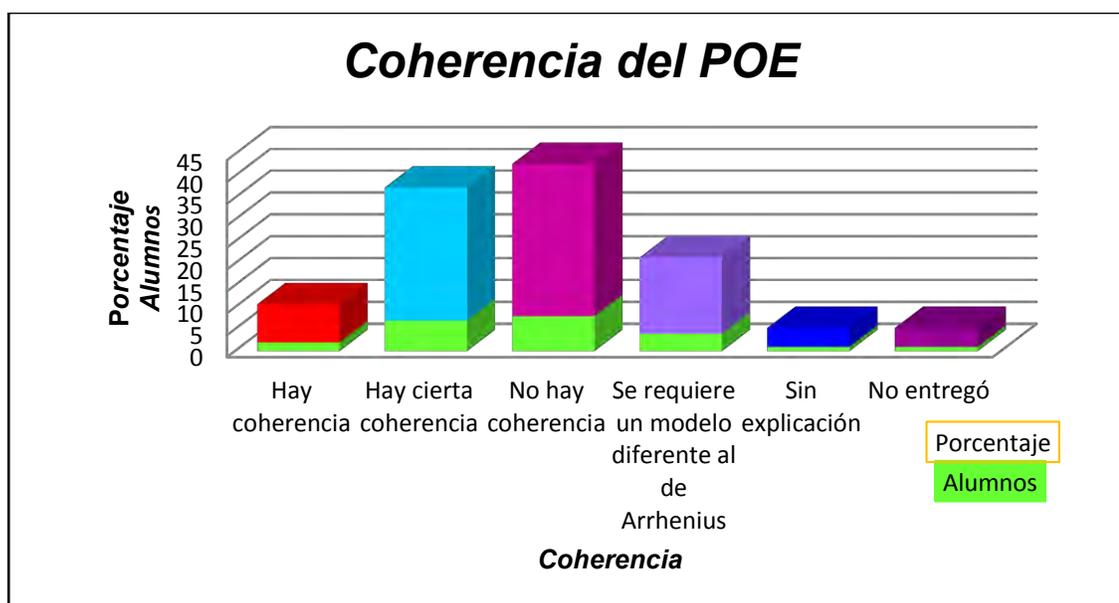
“Por la estructura nos indica lo que es una estructura simbólica”.

El siguiente comentario de un alumno, sin ser una explicación a la predicción es una buena reflexión, aun cuando se relaciona exclusivamente a los componentes de la fórmula de los materiales participantes.

“No siempre que una sustancia contenga hidrógeno va a ser un ácido y aunque no tenga un ion OH^- puede ser una base debido a su composición”.

En la gráfica 4.3 se aprecia la coherencia entre la predicción la observación y la explicación del recurso aplicado

Gráfica 4.3. *Coherencia en el POE Modelo de Arrhenius*



Con respecto a la coherencia de las explicaciones planteadas por los estudiantes, es que si un material tiene H es un ácido. De acuerdo con las predicciones solamente dos alumnos indican que su elección es de acuerdo al modelo de Arrhenius, el resto no lo menciona, pese a que se acababa de revisar este modelo en las actividades correspondientes.

En la etapa de observaciones del POE, la mayoría de los alumnos las plantean como los resultados del pH obtenido con las tiras o simplemente relatan el procedimiento realizado.

En sus explicaciones muchos de ellos no contrastan con su predicción, otros se limitan a afirmar que son bases de acuerdo a sus resultados sin agregar nada más, esto pudiera indicar que la instrucción planteada sobre lo que se deseaba que realizaran no quedó muy clara.

Se aprecia dispersión en algunos comentarios de los estudiantes, otros manifiestan una idea aproximada de la aplicación del modelo de Brönsted-Lowry y a otros más les queda claro que hay fenómenos que no pueden ser explicados con el modelo de Arrhenius, de hecho mencionan que el caso del carbonato ácido de sodio y el amoníaco son excepciones al modelo de Arrhenius.

4.2.3. Recurso 10. POE sobre modelo de Brönsted-Lowry. “Conociendo a Brönsted-Lowry” (Anexo 3-P, página 206)

Resumen del procedimiento: Se cuenta con un tubo de vidrio de 50 cm de longitud abierto por ambos extremos, con sus respectivos tapones al que se introducen simultáneamente dos tapones con algodón impregnados, uno de HCl y el otro de NH_3 a los extremos del tubo al que previamente se le instaló una tira de papel filtro de 51 cm de largo y 0.5 cm de ancho impregnada con un indicador.

Pregunta:

¿Qué ocurrirá cuando se impregnen los hisopos de los tapones, uno con HCl y el otro tapón con NH_3 y se pongan ambos dentro del tubo?

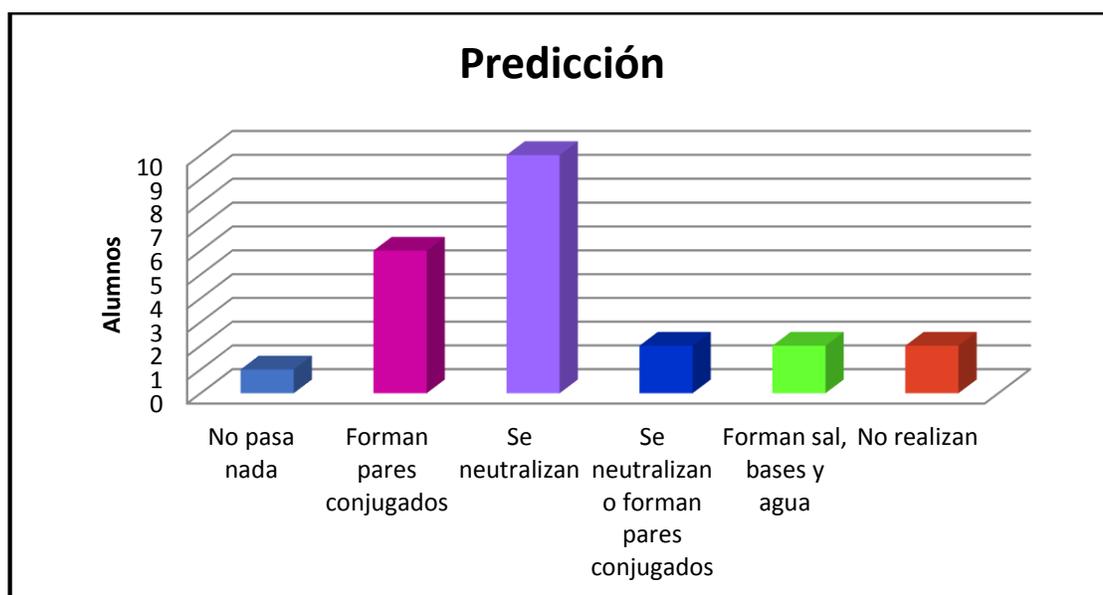
Predicción

Las interpretaciones a las predicciones planteadas por los alumnos se presentan en la tabla 4.33.

Tabla 4.33. *Predicción del POE Modelo de Brönsted-Lowry*

Predicción POE Modelo de Brönsted-Lowry		
Predicción	Alumnos	%
No pasará nada	1	4.3
Se formarán pares conjugados	6	26.1
Se neutralizarán	10	43.5
Se neutralizarán o formarán pares conjugados	2	8.7
Se formará una sal y dará bases y agua	2	8.7
No realizó	2	8.7

En la gráfica 4.4 se puede apreciar con claridad los resultados en la predicción.

Gráfica 4.4. *Resultados de predicción al POE Modelo de Brönsted-Lowry*

El 43.5% de los estudiante, planteó que ocurriría una neutralización al ponerse en contacto HCl con NH₃.

Algunas predicciones de los alumnos fueron:

“Creo que podría resultar un par conjugado, así el HCl actúa como ácido y al final de la reacción será una base, el amoníaco por lo tanto recibirá un H^+ del HCl y se convertirá en un ácido”.

“Al juntarlos se va a hacer una reacción de neutralización y se va a formar una sal y agua”.

“Yo creo que habrá neutralización pues el amoniaco es base y el ácido clorhídrico es ácido y al reaccionar dará como resultado una sal y agua”.

“Se formarían dos pares conjugados ya que el ácido suelta un protón para formar la base y como ya tenemos una base puede adquirir el protón y hacer otro par, por lo tanto son dos pares”

“Yo creo que se va a formar sal y agua. $NH_3OH + HCl \longleftrightarrow H_2O + ClNH_3$ Esta reacción es en base a Arrhenius”.

Observación

En la tabla 4.34 se reporta el número de características diferentes que los alumnos observaron durante el experimento realizado, de un total de 7 que observó el grupo en conjunto.

Tabla 4.34. Resultados de las observaciones para el POE Modelo de Brönsted-Lowry

Observación						
Número de características observadas	5	4	3	2	Sólo indica procedimiento	No realizó
Alumnos	4	6	7	3	1	2

En este POE se puede apreciar que 4 alumnos fueron capaces de observar hasta 5 características diferentes durante el experimento realizado y 6 estudiantes lograron detectar 4.

El procedimiento experimental realizado es parte del Bloque 3 de actividades y se encuentra en el Anexo (8-A, página 225).

En la tabla 4.35 se describen las interpretaciones a las 7 observaciones realizadas durante el experimento que realizaron los alumnos.

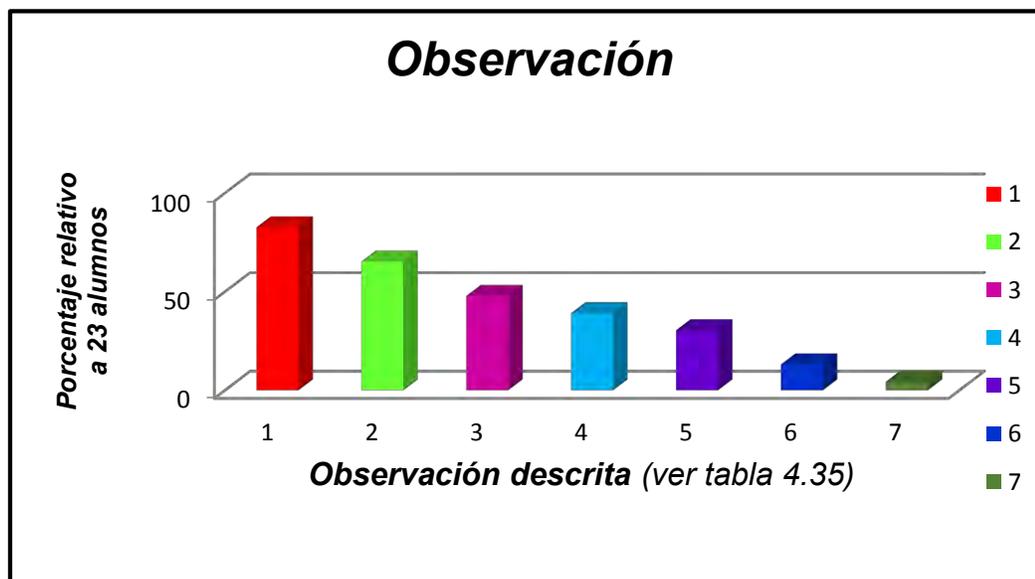
Se aclara que la tabla incluye las interpretaciones de las observaciones más frecuentemente mencionadas por los alumnos (de acuerdo a lo descrito en la tabla 4.34).

Tabla 4.35. *Interpretación a las observaciones descritas por los estudiantes para el POE Modelo de Brönsted-Lowry*

Lo que los alumnos observaron			
No.	Observaciones	Alumnos	%
1	Indican el color de la tira en presencia del ácido clorhídrico y en presencia del amoníaco (base).	19	82.6
2	Comentan la presencia de gotitas de agua en cierta zona del tubo.	15	65.2
3	Comentan sobre los cambios de color en la tira indicadora a medida que transcurría la reacción.	11	47.9
4	Mencionan el color inicial de la tira y a partir de ahí hacen sus observaciones de cambios de color de esta.	9	39.1
5	Indican que se forma un halo o anillo más cerca del lado dónde se encontraba el ácido clorhídrico.	7	30.4
6	Mencionan que donde se forma el agua hay un color azul en el indicador	3	13.1
7	Mencionan que los dos materiales empleados, eran líquidos al colocarse en el algodón pero al insertarlos en el tubo eran gases.	1	4.3

En la gráfica 4.5 se presenta gráficamente las observaciones incluidas en la tabla 4.35.

Gráfica 4.5. *Interpretación a las observaciones descritas por los estudiantes para el POE Modelo de Brönsted-Lowry (se debe acompañar de la tabla 4.35.)*



Al analizar este recurso con respecto al recurso 6. *POE del Modelo de Arrhenius*, se puede apreciar cualitativamente, que presenta un avance en cómo los alumnos escriben y describen las observaciones que realizan, son más cuidadosos en atender a una gran cantidad de los detalles que están ocurriendo durante el experimento, dentro del tubo en el que se está llevando a cabo la reacción; algunos ven gotitas de agua, otros aprecian que hay cambios de color en la tira con el indicador, otros más se dan cuenta que al haber utilizado dos indicadores distintos (indicador universal o extracto de col morada), según el equipo de trabajo, presentan rangos de color diferentes; observaciones más finas las expresan algunos alumnos al mencionar que los materiales empleados (HCl y NH_3) estaban en estado líquido al colocarlo en los algodones y dentro del tubo estaban en estado gaseoso, otros más incluso aprecian que el halo blanquecino

se forma más cerca del tapón en el que se colocó el HCl. Algunos indican que los cambios de color dejan de ocurrir cuando hay un color azul en el papel con indicador, porque ahí hay gotas de agua lo que indica que se neutralizó.

Algunas observaciones escritas por los alumnos (transcripción literal) fueron:

“Al meter los tapones, el papel del lado del HCl se puso rosa fuerte y del lado del NH_3 se puso azul pero conforme fue avanzando se empezó a poner verde. El tubo se empañó y se comenzaron a ver pequeñas gotas de agua lo que significa que se formó agua, la tira de papel originalmente era de color naranja con el disolvente universal”.

“Algo que noté es que el HCl aunque en el frasco es líquido, al abrir la botella, inmediatamente sale en forma de vapor, inmediatamente después de que colocamos los algodones, ambos lados del papel (humedecido en col morada) comenzaron a colorearse, el HCl de color rosa intenso y el amoníaco de color verde, pero conforme fueron pasando los minutos el papel del lado del amoníaco comenzó a tomar un color amarillo y el color verde.... después de unos 20 minutos el papel se tornó de un color azul y cerca del HCl se formó un aro alrededor del tubo con gotitas de agua”.

“El amoníaco comenzó a tomar el anaranjado que había adquirido la tira de papel a verde, de igual forma el ácido la tornó roja. El amoníaco avanzó la mayor parte de la tira, mientras que el ácido no llegó ni a la mitad del camino; al encontrarse el ácido y la base se formó un halo de humo, este más orillado al lado del ácido, el humo se creó en toda la zona del ácido; se formaron pequeñas gotas de agua a lo largo del tubo”.

“El papel se humedeció con extracto de col morada (color morado) y al tener contacto con las sustancias, se obtuvieron dos coloraciones diferentes la inicial que era morado claro o violeta. HCl rojizo o rosa, NH_3 tonalidad amarilla que se fue degradando a verde y posteriormente a azul. Además en el caso del NH_3 se obtuvo más extensión en la gama de coloración hasta cierto punto y una coloración azul que indica una neutralización, mientras que el HCl no tiñó tanto el papel”.

“Observé que el amoníaco avanzó más rápido que el ácido clorhídrico ya que este último avanzó muy poco; la tira agarró una coloración rosa del lado del ácido y de la base fue una coloración de verde, y al momento del contacto se formó un aro de humo blanco en donde cambió la coloración del centro”.

Explicación

En este POE se logran integrar diferentes planteamientos extraídos de las explicaciones que los alumnos emitieron. Estos se presentan en la tabla 4.36.

Tabla 4.36. *Número de planteamientos para explicar en el POE Modelo de Brönsted-Lowry*

Explicación					
Planteamientos elaborados	4	3	2	1	No realizó
Alumnos	5	5	8	4	1

Se presenta el caso de 5 alumnos que plantean 4 aspectos diferentes para estructurar su explicación al POE.

En la tabla 4.37 se pueden encontrar las descripciones que realizaron los alumnos al dar su explicación de lo ocurrido.

Se aclara que la tabla incluye las descripciones *más frecuentemente* mencionadas por los alumnos y que llegaron a plantear hasta 7 diferentes (de acuerdo a lo descrito en la tabla 4.36.)

Tabla 4.37. *Planteamientos extraídos de las explicaciones descritas por los alumnos para el POE Modelo de Brönsted-Lowry*

Planteamientos extraídos de lo que los alumnos explicaron			
No.	Explicaciones	Alumnos	%
1	Que el HCl dona un protón al NH ₃ .	7	30.4
2	Que hay reacción entre el indicador el ácido y la base.	5	21.7
3	Que el NH ₃ cede un protón al HCl.	4	17.4

4	Que al estar en contacto el ácido y la base hay una reacción porque hay un halo.	4	17.4
5	Que el indicador permite identificar a un ácido y a una base.	4	17.4
6	Que se llevó a cabo una neutralización	4	17.4
7	Intentan plantear la ecuación de la reacción. (Lo hacen erróneamente)	4	17.4

En este recurso (*POE Modelo de Brønsted-Lowry*) las explicaciones que dieron los alumnos tuvieron relación con sus observaciones y con los modelos de Arrhenius y Brønsted-Lowry, hay comentarios coherentes y empiezan a argumentar empleando conceptos científicos, algunos alumnos incluso se hacen nuevas preguntas relacionadas con lo que observaron, “¿Por qué el halo se formó más cerca del HCl?, ¿De dónde se obtiene el oxígeno para formar el agua? ¿Interviene el indicador ya que está disuelto en agua (se referían al extracto de col morada en particular)? Algunos de sus planteamientos son erróneos (2, 3 y 7).

Dentro de los comentarios que hicieron los alumnos en el transcurso del experimento y que se refleja en sus explicaciones fue el hecho de que, si había presencia de gotas de agua en el interior del tubo de dónde procedía el oxígeno para su formación.

Muchos dijeron que sí se había cumplido su predicción es decir, que se había llevado a cabo una neutralización dado que había presencia de gotitas de agua y el halo blanco, lo que indicaba que se había efectuado una reacción química.

Algunas explicaciones de los alumnos (transcripción literal) fueron:

“Se formó un par conjugado siendo el HCl el que donó un protón. El NH₃ avanzó más ya que se comporta como una base para recibir el protón. En el momento en que se juntan se formó el agua”.

“Yo creo que sí hubo una reacción de neutralización pues cuando se unieron el ácido y la base el papel filtro en una pequeña porción quedó en un color intermedio, además creo que el HCl donó un electrón al amoníaco y junto con el oxígeno del aire dentro del tubo es como se formó el agua, por eso el papel filtro después tomó un color azul, pues ese es indicador de agua”.

“Tomando en cuenta mis predicciones y las observaciones previamente realizadas, considero que al entrar en contacto el amoníaco con el ácido clorhídrico con el indicador de col morada y que esto ocasionó un arito de vapor con gotas de agua, fue resultado de que el amoníaco cedió un protón (lo cual lo dice la Teoría/Modelo de Brønsted-Lowry) esto provocó que el ácido clorhídrico lo aceptara”.

“Al cerrar el tubo entraron en contacto los gases de las sustancias, como el amoníaco es más volátil recorrió más distancia que el ácido clorhídrico, la tira con indicador indica cómo fue neutralizándose los gases; al pasar el tiempo el agua liberada por la constante neutralización se hizo visible. Pienso que es importante que la torunda de algodón no tocara el papel ya que lo que estábamos observando era la reacción de sus gases”.

Se aprecia que los alumnos son congruentes entre su predicción, sus observaciones y su explicación.

Las explicaciones otorgadas incluyen las observaciones realizadas y concluyen en función de su predicción.

Fueron 10 alumnos (43.5%) los que predijeron que habría una neutralización, sin embargo, solamente el 17.4% (4 alumnos) lo confirma en su explicación.

Seis alumnos (26.1%) predijeron que se formarían pares conjugados, el 30.4% (7 alumnos) explicó que el HCl donó su protón al amoníaco, porque el amoníaco se porta como base y al unirse se forma agua.

“Todo lo anterior se podría explicar diciendo que el ácido (HCl) donó protones al NH_3 quien los recibió, el resultado de esta reacción fueron las gotas y la zona en donde ocurría la reacción era el halo”.

Sin embargo, también cuatro alumnos (17.4%) comentaron que es el amoníaco el que cede el protón al HCl.

Dos alumnos predijeron que se formaría una sal y daría bases y agua, el 17.4% (4 alumnos) concluyó que ocurrió una reacción ya que hubo gotas de agua y presencia de un halo o arillo.

4.2.4. Recurso 11. Díptico “Dos modelos”. (Anexo 9-A, página 228)

Indicación:

Diseño de un díptico sobre aciertos y limitaciones de los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry para los ácidos y las bases (Anexo 9-A, página 228).

Elegir alguna de las posturas siguientes, fundamentando el porqué de su elección.

1. El modelo de Arrhenius se incluye en el Modelo de Brönsted-Lowry.
2. El modelo de Brönsted-Lowry es un complemento del modelo de Arrhenius.
3. El modelo de Arrhenius y el de Brönsted-Lowry, son modelos diferentes.

Para el análisis de este recurso, se realizó un extracto de la relación que hacen los estudiantes entre el análisis y la evaluación de la información incluida en sus dípticos para plantear sus explicaciones al elegir una postura. Esto se presenta en la tabla 4.38.

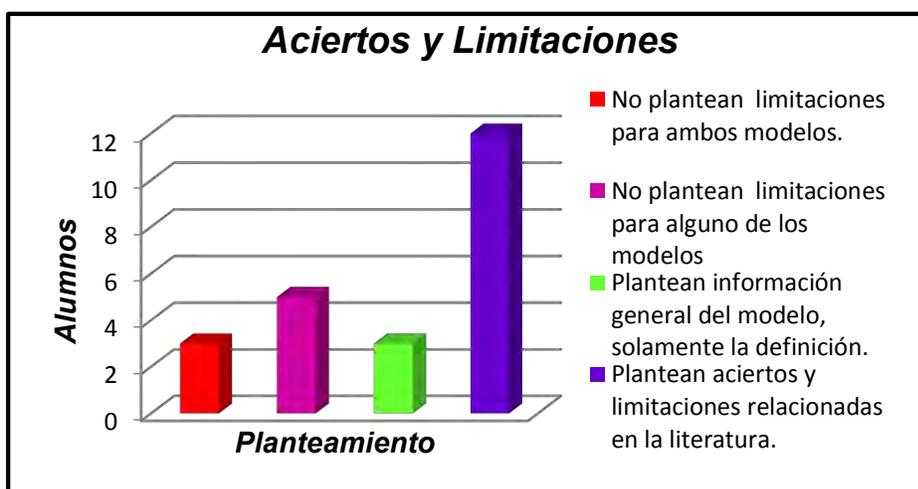
Tabla 4.38. *Extracto de los aciertos y limitaciones de los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry*

Extracto de aciertos y limitaciones de los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry		
Planteamiento	Alumnos	%
Plantean aciertos y limitaciones relacionadas en la literatura.	12	52.2
No plantean limitaciones en ambos	3	13.0

modelos.		
No plantean limitaciones para alguno de los modelos.	5	21.7
Plantean información general del modelo, solamente la definición de ácidos y bases.	3	13.0

En la gráfica 4.6 se aprecia la frecuencia de planteamientos que hicieron los alumnos con respecto a los aciertos y limitaciones de los modelos de Arrhenius y Brönsted-Lowry para el diseño del díptico.

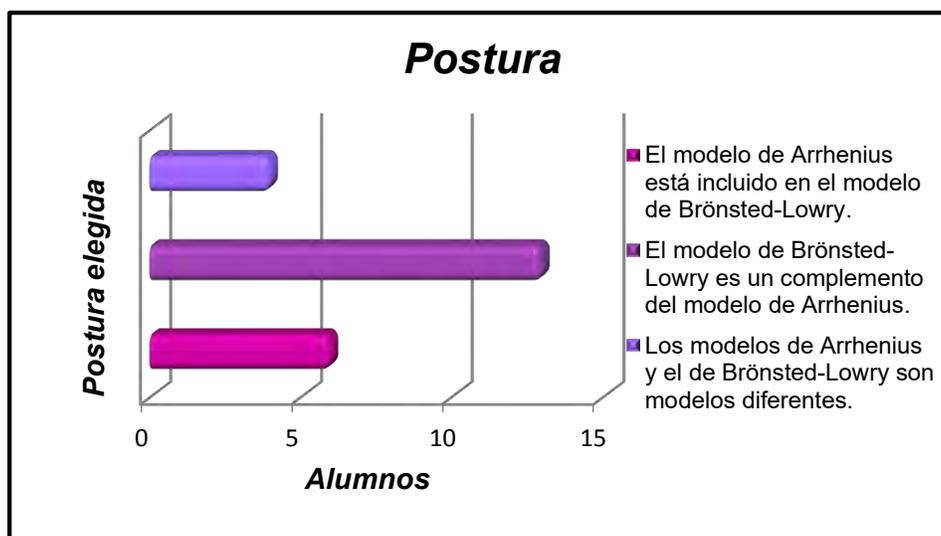
Gráfica 4.6. *Aciertos y limitaciones sobre los modelos de Arrhenius y Brönsted-Lowry para diseñar un díptico.*



Los aciertos y limitaciones que plantea el 52.2% de los alumnos en su díptico son los que se pueden encontrar en la literatura, el resto de los alumnos también cuentan con información de ésta pero la presentan incompleta. Un 13% de los estudiantes únicamente presenta la definición de ácidos y bases en la parte de aciertos lo cual es insuficiente.

De las tres propuestas que se plantearon a los estudiantes, en la gráfica 4.7 se muestra la elección que hicieron en su díptico.

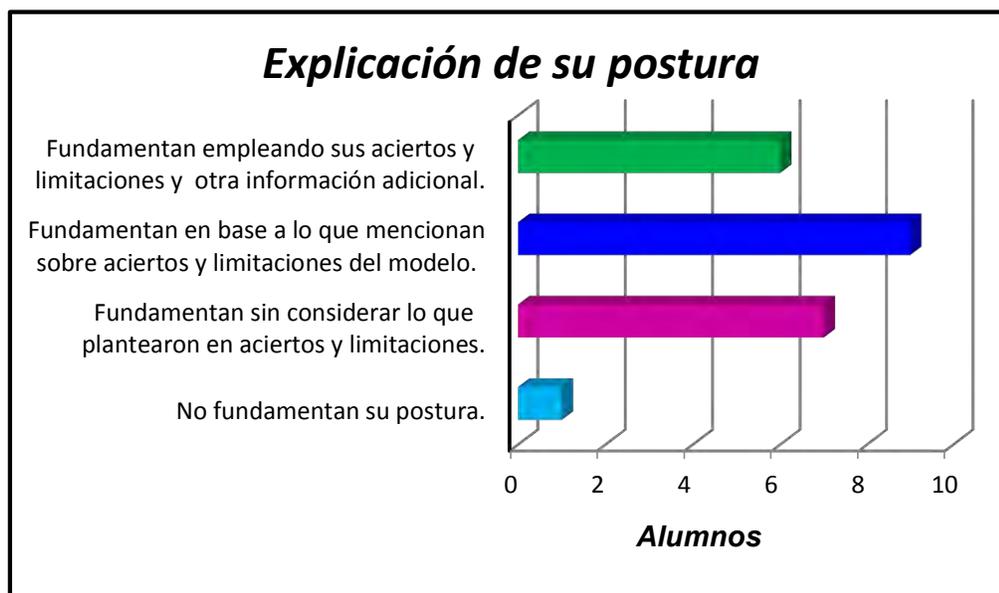
Gráfica 4.7. *Postura tomada por los alumnos respecto a los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry*



De las tres posturas planteadas, la más seleccionada fue la que afirma que el modelo de Brönsted-Lowry es un complemento del modelo de Arrhenius, afirmación hecha por 13 alumnos (56.5%).

En la gráfica 4.8 se muestra la interpretación de las explicaciones que dieron los alumnos para su toma de postura y que fundamentaron con las limitaciones y aciertos planteados en su díptico.

Gráfica 4.8. *Lo que consideran los alumnos para explicar su toma de postura respecto a los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry.*



El 30.4% (siete alumnos) al plantear su fundamentación utilizan información que no anotaron en su díplico como acierto o limitación, es probable que por espacio no la hayan incluido en ese apartado.

El 39.1% (nueve alumnos), emplea la información planteada en sus aciertos y limitaciones para fundamentar la elección de su postura y el 26.1% (seis alumnos) además hace uso de la información revisada en otro momento, en clase.

El fundamento más elegido plantea que ambos modelos expresan la existencia de H^+ para los ácidos y que el modelo de Brønsted-Lowry explica situaciones que el modelo de Arrhenius no podía hacer.

Algunas explicaciones de los alumnos para elegir una postura (transcripción literal) fueron:

Postura: El modelo de Arrhenius está incluido en el modelo de Brønsted-Lowry

“Mi postura es que el modelo de Arrhenius se incluye en el de Brønsted-Lowry ya que Arrhenius dice que los ácidos son sustancias donadoras de protones o H^+ en disolución acuosa, lo cual no es tan erróneo, ya que tal vez es necesario estar en disolución acuosa pero sí donan protones los cuales son aceptados por las bases”.

“El modelo de Brønsted-Lowry es un avance en el comportamiento de las sustancias ácidas y básicas, entonces, el modelo de Arrhenius está dentro de éste ya que no satisfacía las características de un ácido y una base en un gran número de sustancias lo que llevó a Brønsted-Lowry a explicar lo que sucedía”.

Postura: El modelo de Brønsted-Lowry es un complemento del modelo de Arrhenius

“Pienso que el modelo de Brønsted-Lowry es un complemento del modelo de Arrhenius. Arrhenius da una explicación para ciertas sustancias pero no para todas, el modelo de Brønsted-Lowry da explicación para las sustancias que no cubría el de Arrhenius, es una definición más general y si quedaron excepciones más tarde fueron cubiertas por otros modelos. No pueden ser modelos diferentes ya que tratan del mismo tema es más bien una ampliación de la información dada por Arrhenius”.

“En conclusión con las lecturas y lo visto en clase: El modelo de Arrhenius está muy limitado ya que se enfoca a lo que sucede en disoluciones acuosas. El modelo de Brønsted-Lowry es un complemento del modelo de Arrhenius ya que en este se puede entender por qué hay ácidos que reaccionan como bases al reaccionar con agua. Finalmente no se puede basar en un solo modelo, por lo que es importante conocer más modelos para así entender todo lo que sucede con los ácidos y las bases”.

Postura: Los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry son modelos diferentes

“Considero que el Modelo de Arrhenius y el de Brønsted-Lowry son diferentes porque lo que plantea Arrhenius no es completamente cierto en el modelo de Brønsted-Lowry al igual una sustancia en una ecuación química puede ser anfótera es decir que puede actuar como base o un ácido, según sea el caso (según que ceda o acepte protones)”.

Con respecto a la elección de postura encontramos explicaciones muy concretas, sin fundamentación ni coherencia con los aciertos y limitaciones considerados.

Por ejemplo:

Alumna Br: dice que los modelos se complementan, explica diciendo “Considero que cualquiera (Arrhenius o Brönsted-Lowry) puede aplicarse dependiendo de lo que quiera saberse”.

Alumna An: “Yo creo que el modelo de Brönsted-Lowry es un complemento del de Arrhenius, ya que el modelo de Arrhenius se podría decir que si era correcto pero tenía fallas y Brönsted-Lowry complementaban estas fallas aunque su teoría también tiene algunas fallas”.

Otras son explicaciones amplias que se fundamentan con datos de la literatura plasmados como aciertos y limitaciones de los modelos en su díptico y hay coherencia con su fundamentación.

Por ejemplo:

Alumna Pa: “El modelo de Arrhenius se incluye en el de Brönsted-Lowry ya que el ión liberado por el ácido H^+ quizá sea ese protón que dona el ácido en el modelo de Brönsted-Lowry, pero no existe relación entre las bases de ambos modelos, el modelo de Arrhenius tiene muchas limitantes ya que no puede explicar sustancias que no cumplan con esas características, el modelo de Brönsted-Lowry puede explicar aquellas sustancias que no podía explicar el modelo anterior”.

En otras explicaciones, aunque son amplias, parece que al alumno se le dificulta estructurar su fundamento y al escribirlo utiliza más su lenguaje coloquial que términos científicos con los que cuenta en el planteamiento que realizó en las limitaciones y aciertos del díptico.

El alumno Ca: “El modelo de Arrhenius se incluye en el modelo de Brönsted-Lowry. El modelo de Arrhenius fue tomado como base para encontrar mayor entendimiento de sustancias con características de ácidos y bases, el modelo de Brönsted-Lowry llegó a cubrir carencias que presentaba el de Arrhenius en el caso de un gran número de

sustancias, aunque el modelo de Brønsted-Lowry también tiene limitaciones nos muestra una mayor comprensión del comportamiento de los ácidos y bases”.

Este alumno mencionó como aciertos para el modelo de Brønsted Lowry los siguientes:

“Definen ácido y base, los ácidos pueden ser iones positivos (cationes), negativos (aniones) o moléculas neutras. Los ácidos y las bases existen en ambos lados de la ecuación química. El agua actúa como ácido en presencia de una base más fuerte que ella y como base en presencia de un ácido más fuerte que ella”.

Y como limitaciones del modelo de Arrhenius:

Se limita a especies químicas que contienen hidrógeno y el de base a especies que contienen iones hidroxilo. Sólo se refiere a disoluciones acuosas.

La alumna Cr, hace un comentario en su fundamentación sin tener en cuenta un panorama general de la historia (pese a que esto se había incluido en actividades previas y pudo haber sido información extra que tomara para su planteamiento), tal vez esto resalta la importancia de incluir hechos históricos de la ciencia y en particular de la historia de la Química.

Alumna Cr: “El modelo de Brønsted-Lowry es un complemento del modelo de Arrhenius, escogí esta postura ya que considero que ninguna de las teorías anteriores a la de Arrhenius hablaba de las cargas eléctricas existentes dentro de la composición de los ácidos y las bases como él lo hizo, lo cual fue fundamental para formular la teoría de Brønsted-Lowry, en la que se centraron más a fondo en cómo se cedían las cargas y se balanceaban entre sí”.

Los alumnos Lu y Di dan una explicación fundamentada en las limitaciones y aciertos que incluyeron en el apartado correspondiente y eligen los términos de uso científico apropiadamente, presentan coherencia en sus comentarios.

Alumno Lu: “El modelo de Arrhenius y el de Brønsted-Lowry son modelos diferentes, considero que el modelo de Arrhenius sólo se utiliza en disoluciones acuosas y en el de

Brönsted-Lowry solamente se aplica en reacciones de transferencia de protones, por eso creo que son modelos diferentes aunque para su época eran los modelos correctos”.

Alumno Di: “Yo creo que el modelo de Brönsted-Lowry es un complemento del modelo de Arrhenius, busca solucionar algunas de las limitaciones del modelo de Arrhenius, además mantienen la idea de Arrhenius de que los ácidos deben liberar protones H^+ . Brönsted-Lowry consideran a las bases como sustancias capaces de recibir protones explicando como algunas sustancias que no tienen OH^- pueden tener propiedades básicas, entonces no podríamos considerarlas distintas pues ambas coinciden en algunas posturas y difieren en otras”.

El alumno Im da una explicación muy concreta, parte de lo que sabe de ácidos y bases pero no lo relaciona completamente con lo que menciona en los aciertos y las limitaciones sino con una opinión personal.

Alumno Im: “Yo pienso que el modelo de Arrhenius y el de Lowry son distintos ya que, aunque se parecen (por lo del ión H^+) lo que dice Lowry partió de condiciones distintas y Arrhenius lo hizo antes así que no pudo ser complemento del de Lowry”.

Con respecto al alumno Lo, el planteamiento de sus aciertos y limitaciones pone de manifiesto algunas concepciones alternativas que bien podrían aparecer en la revisión de la literatura que haya realizado, pero que no corresponde con las ligas sugeridas en actividad planteada en la secuencia de actividades:

Alumna Lo:

*Aciertos del modelo de Arrhenius: “Las reacciones de neutralización ocurren con la **desaparición** de los iones H^+ y OH^- que se combinan para formar agua”.*

Limitación al modelo de Arrhenius: “Los ácidos deben tener un ión hidrógeno en su molécula”.

*Aciertos del modelo de Brönsted-Lowry: “En esta teoría aún se considera los **ácidos según la teoría de Arrhenius** sin limitaciones del medio acuoso”.*

El fundamento de su postura carece de coherencia básicamente lo presenta con las definiciones para ácido y para base.

En la tabla 4.39 se establece la coherencia en la toma de postura con respecto a los modelos de Arrhenius y Brönsted-Lowry, considerándose como, adecuada o no adecuada, en función de lo planteado en su díptico u otra información mencionada por ellos y la explicación que dan para su toma de postura.

Tabla 4.39. *Coherencia de la postura adoptada entre los modelos de Arrhenius y Brönsted-Lowry*

Coherencia en la toma de postura		
Coherencia	No adecuada	Adecuada
Alumnos	8	15
%	34.8	65.2

Independientemente de la postura que el alumno haya adoptado, se establece la coherencia de la elección en función de la fundamentación planteada, la información descrita en el díptico y alguna otra que haya revisado de las actividades ya realizadas; considerando esto, se encuentra que un 65.2% de los estudiantes manifiesta coherencia con los planteamientos realizados para justificar su elección.

4.2.4. *Recurso 17. Rejilla de Toulmin (ABP). (Anexo 15-A, página 237)*

Actividad tipo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

El problema de Mica (pH) (Anexo 14-A, página 236).

Este grupo de actividades están incluidas en el bloque 5, se integraron en una estrategia tipo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el que el profesor plantea un escenario (correspondiente al recurso 16, Anexo 14-A, página 236) y los alumnos ubican el problema a resolver, definen qué información necesitan revisar en la literatura, plantean un proyecto experimental con el que darán respuesta al problema, llevan a cabo el experimento y plantean sus conclusiones

(respuesta al problema). Dan un informe empleando una rejilla de argumentación de Toulmin (Anexo 15-A, página 237)

Una vez planteado el escenario, en plenaria con el grupo, mediante lluvia de ideas se llegó a:

Problema

Los problemas planteados por los estudiantes en función del escenario fueron:

¿Por qué se debe usar el jabón neutro?

Comprobar que el jabón es neutro

¿Cuál es el mejor jabón neutro?

Los alumnos escogieron dar respuesta a la pregunta:

¿Qué marca de jabón es la más recomendada? Los alumnos estuvieron de acuerdo en que para recomendar un jabón deberían conocer su pH.

Información requerida

Los estudiantes consideraron que deberían buscar la siguiente información para plantear su proyecto.

pH

Neutralización

Indicador

Composición del jabón

Métodos para medir el pH

Experimento

En el pizarrón de clase se anotaron algunos de los requerimientos que consideraron que podrían necesitar para el diseño de su proyecto experimental.

Indicadores como

- *Universal*
- *Col morada*

- *Tiras de pH*

Diferentes marcas de jabón neutro

Material como

- *Tubos*
- *Gradilla*

De las actividades planteadas para abordar, desarrollar y concluir el ABP, se analiza el recurso rejilla de Toulmin (Anexo 15-A, página 237) que se elaboró como parte del reporte final ya que se considera que este permitirá obtener información relacionada al avance de los alumnos en el planteamiento de las explicaciones que proporcionen al hacer conclusiones a partir de sus resultados experimentales, es decir, su elaboración de explicaciones basadas en pruebas (Jiménez y Puig 2010; Jiménez *et al.*, 2009)

Para el análisis de este recurso se tomará en cuenta la justificación y la fundamentación que planteen los estudiantes al dar las explicaciones y la forma en que relacionan sus evidencias o datos con la conclusión propuesta.

Con la rejilla de argumentación de Toulmin los educandos organizan lo realizado en el trabajo experimental del ABP correspondiente al pH, lo que les permite realizar un planteamiento coherente al emitir sus conclusiones (Henaó y Stipcich, 2008; Solbes *et al.*, 2010)

En la tabla 4.40 se catalogan algunos de los diferentes títulos asignados por los alumnos a la rejilla de Toulmin.

Tabla 4.40. *Título asignado por los alumnos a la rejilla de Toulmin*

<i>Título que dan a la Rejilla de Toulmin</i>		
<i>Título</i>	<i>Alumnos</i>	<i>%</i>
Relacionados al mejor jabón neutro	10	43.1
Anotan la respuesta (la marca que eligieron como adecuada)	4	17.4

Jabones neutros	2	8.7
pH de jabones neutros	1	4.3
Ácidos y Bases	1	4.3
Rejilla Toulmin	2	8.7
Sin Título	2	8.7
No entrega	1	4.3

El 43.1% de los estudiantes (10) utilizaron para nombrar su rejilla, algún enunciado que relacionara al jabón con su carácter de neutro y que fuera el mejor, emplearon algunas preguntas como: ¿qué marca de jabón neutro es el mejor?, ¿qué marca de jabón es la mejor?, ¿cuál jabón es el mejor?, ¿cuál jabón neutro es el mejor?

La pregunta más frecuente como título fue ¿qué marca de jabón es la mejor? (5 alumnos); Para el título ¿cuál jabón neutro es el mejor? El enunciado completo fue “*El problema de Mica: ¿cuál jabón neutro es el mejor?*”, que lo relaciona con el instrumento en comento y con la actividad particular.

El 17.4% (4 alumnos) empleó como título comentarios como: “*La mejor marca de jabón neutro es Dove*” y “*El jabón Dove es el mejor debido a su pH neutro*”, que planteadas como hipótesis estarían correctas, ya que deberían probarlas.

El que anoten un título puede dar una idea aproximada del objetivo que se persigue.

Datos

Para los fines de este análisis, se toman como datos las evidencias obtenidas durante la actividad experimental que sean útiles para el planteamiento de las conclusiones. (Jiménez *et al.*, 2009; Rodríguez, 2004)

En la tabla 4.41 se presentan las interpretaciones a lo que plantean los estudiantes como datos.

Tabla 4.41. *Interpretación a lo que plantean los estudiantes como datos en la Rejilla de Toulmin*

Datos		
Planteamientos	Alumnos	%
Lo que presentan no son datos experimentales	2	8.7
Indican su objetivo o una conclusión	**2	8.7
Plantean algunos datos obtenidos en la actividad experimental	*4	17.4
Plantean la mayoría de los datos obtenidos en la actividad experimental	*3	13.0
Plantean algo de procedimiento y datos	*2	8.7
Plantean observaciones o procedimiento	**1	4.3
Solamente plantean parte del procedimiento seguido	**2	8.7
Dan información de literatura	1	4.3
Plantean una pregunta	2	8.7
Enuncian las marcas de jabones empleados	3	13.0
No entregó	1	4.3

Con el afán de realizar un análisis más representativo de los datos, se realizó una agrupación de éstos, considerando:

*Planteamiento de datos, se incluyen todos aquellos en los que se mencionan datos, siendo un total de 9 alumnos (39.1%).

**Actividades relacionadas al experimento, se consideran todos aquellos en los que se hace mención de alguna etapa del experimento, como objetivos, observaciones o procedimiento seguido, este es el caso de 5 alumnos (21.7%).

Lo anterior se refleja en la tabla 4.42.

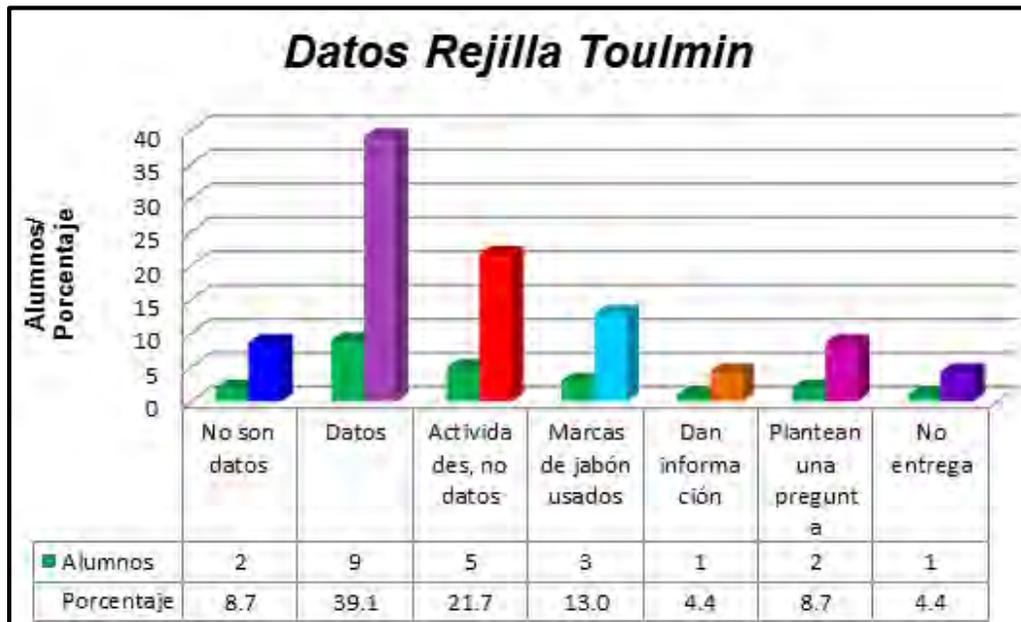
Tabla 4.42. *Datos de la Rejilla de Toulmin agrupados*

Datos agrupados		
Planteamientos	Alumnos	%
Lo que presentan no son datos	2	8.7

experimentales		
*Planteamiento de datos	9	39.1
**Actividades relacionadas al experimento	5	21.7
Relaciona las marcas de jabón usados	3	13.0
Dan información de la literatura	1	4.4
Plantean una pregunta	2	8.7
No entrega	1	4.4

En la gráfica 4.9 se puede apreciar lo planteado como datos por los alumnos.

Gráfica 4.9. *Planteamientos que hacen los alumnos en el apartado de datos en la Rejilla de Toulmin*



La información vertida en la Rejilla de Toulmin por los estudiantes, se analiza de acuerdo con la rúbrica mostrada en la tabla 4.43, en la que se toman en cuenta los aspectos propuestos por Toulmin: datos, conclusión, justificación y fundamentación, la refutación no se incluye en la rúbrica.

Tabla 4.43. Rúbrica para analizar el contenido de la Rejilla de Toulmin

Nivel	Evaluación del contenido de la Rejilla de Toulmin	Alumnos	%
1	Los datos y evidencias planteadas dan información suficiente, la conclusión surge a partir de esos datos y evidencias, la justificación explica y amplía la conclusión emitida, la fundamentación permite soportar la justificación y la conclusión y dan respuesta al problema. Emite soporte teórico.	3	13.0
2	Los datos y evidencias planteadas no son suficientes, la conclusión surge a partir de datos y evidencias no mostradas, la justificación explica y amplía la conclusión emitida, la fundamentación soporta la justificación y la conclusión. Se apoya en información teórica y da respuesta al problema.	1	4.3
3	Los datos y evidencias planteadas apoyan las conclusiones, la justificación amplía y refuerza las conclusiones, la fundamentación presenta alguna información teórica que soporta a la justificación.	3	13.0
4	Los datos y evidencias apoyan parcialmente la conclusión, la justificación se relaciona un poco con la conclusión, el fundamento se relaciona con la justificación. No emiten soporte teórico.	3	13.0
5	Los datos no apoyan la conclusión, esta surge de datos no mostrados, la justificación y la fundamentación se relacionan entre sí y con la conclusión pero carecen de soporte teórico.	3	13.0
6	Los datos y evidencias no apoyan la conclusión, la justificación se relaciona con la fundamentación que puede o no proporcionar apoyo teórico que pueden o no, relacionarse con la conclusión.	4	17.4
7	Lo que presenta no son evidencias (datos personales, pregunta, objetivo), la conclusión no se relaciona en absoluto con los "datos", la justificación y la fundamentación se relacionan entre sí pero no con la conclusión y no se acompaña de soporte teórico.	5	21.7
8	No presenta	1	4.3

Tres alumnos (13%) manifiestan muy buena coherencia entre sus datos, su justificación y su fundamentación, se apoyan en información teórica que se relacionan con su afirmación, con lo que dan respuesta al problema de Mica la cual es acorde con la actividad ABP diseñada.

Pese a que un alumno no describe datos suficientes, el tratamiento subsecuente es coherente con su justificación, fundamentación y conclusión, es probable que no haya logrado identificar todos los datos que le eran útiles para emitir su conclusión pero contaba con ellos en vista de que realizó la actividad completamente, al final también da respuesta al problema de Mica.

Tres alumnos desarrollan un tratamiento coherente entre sus datos y justificación con respecto a sus conclusiones pero su fundamentación es deficiente ya que no aporta suficiente información teórica que las soporte; además, no emite una solución puntual al problema de Mica.

Considerando en forma global los resultados obtenidos en los niveles 1, 2 y 3 de la rúbrica se puede apreciar que el 30.4% de los alumnos han mejorado su forma de desarrollar explicaciones manifestando coherencia entre sus datos y sus conclusiones a través de planteamientos fundamentados.

Sin embargo, hay un 21.7% (cinco alumnos) que no lograron coherencia, principalmente debido a la dificultad para identificar los datos útiles para emitir una conclusión, de acuerdo a la literatura revisada, este es el aspecto más complejo para el estudiante.

En las tablas 4.44 a 4.50, se presentan las transcripciones, en las que se ha respetado la ortografía original, de las respuestas de algunos alumnos que ejemplifican cada nivel propuesto en la rúbrica de la tabla 4.43.

Tabla 4.44. Respuestas de alumno para el nivel 1 de Rejilla de Toulmin

Título	Datos	Justificación	Fundamento	Conclusión	Refutación
¿Qué marca de jabón es la mejor?	Se tienen tres disoluciones de jabones "neutros" que al utilizar diferentes indicadores se obtuvo que de acuerdo con su pH son: Escudo y Palmolive: Básicos; Dove: Neutro	El pH es la cantidad de iones H ⁺ libres en una disolución. En la escala de pH, los valores debajo de 7.0 son ácidos; un valor de 7.0 es neutro y los valores por arriba de 7.0 son básicos. El pH de la piel es ácido, normalmente oscila entre 3.5 a 5.5. Sin embargo un cambio hacia la alcalinidad o acidez excesiva puede provocar irritación o modificar la flora que habita en ella, facilitando así la invasión de gérmenes patógenos. Las barras de jabón con pH alto pueden cambiar el pH de la piel hasta 3 unidades, mientras que los de pH neutro pueden hacerlo en menos de 1 unidad.	Según el experimento realizado, al colocar col morada en las disoluciones tanto el jabón Escudo como Palmolive tomaron una coloración verde, y el jabón Dove tomó un color azul, lo cual significa, según la escala de coloración de la col morada, que los primeros dos son jabones alcalinos y el jabón Dove es neutro. Al colocar tiras de pH, se obtuvo que el jabón Dove tiene un pH de aproximadamente 7, mientras que los otros dos tienen un pH de 10. Al utilizar indicador universal se obtuvo que los jabones Escudo y Palmolive tomaron un color verde azulado, es decir que tienen un pH de 9 aproximadamente; mientras que el jabón Dove tomó un color verde muy claro por lo tanto tiene un pH de 7. De esta manera después de concluir las tres pruebas podemos notar que el jabón es el único neutro. Además al combinar la disolución del jabón neutro con la disolución de uno de los jabones alcalinos (ambas tenían col morada), notamos que el color de la última no se modificó, es decir, que el jabón neutro no modificó o modificó muy poco el pH de la disolución del jabón alcalino, así que creemos que por eso es importante usar jabones neutros, porque modifican poco el pH de nuestra piel.	Los jabones Escudo y Palmolive tienen un pH mayor a 7; mientras que el jabón Dove tiene un pH de aproximadamente 7, es decir que es realmente neutro. Por lo tanto, la mejor marca de jabón es Dove, pues es el que modificará menos el pH de nuestra piel.	A menos que se utilicen métodos más exactos para medir el pH que indiquen que los tres jabones son neutros o que ninguno lo es.

Tabla 4.45. Respuestas de alumno para el nivel 2 de Rejilla de Toulmin

Título	Datos	Justificación	Fundamento	Conclusión	Refutación
Rejilla Toulmin	¿Qué jabón funciona mejor como neutro? Loción cetaphil, Dove, Escudo, Tesso, Menen, Grisi	Ya que la neutralidad es igual a un pH de 7, por lo tanto, todos los jabones neutros deben de tener un pH igual a 7; debe de tomarse en cuenta que se tomó la misma cantidad de jabón neutro (de los diferentes tipos) y de col morada (como indicador).	A causa de que el pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución y es la concentración de iones o cationes hidrógeno [H ⁺] presentes en determinada sustancia, la sigla significa "potencial de hidrógeno", la escala de pH se establece en una recta numérica que va desde el 0 hasta el 14. El número 7 corresponde a las soluciones neutras, el sector izquierdo de la recta numérica indica acidez, que va aumentando en intensidad cuando más lejos se está del 7, de la misma manera, hacia la derecha del 7 las soluciones son básicas y son más fuertes o más básicas cuanto más se alejan del 7.	A excepción de solo dos marcas Dove y la loción cetaphil que cumplieron con lo prometido (pH 7) en su empaque, los demás jabones son alcalinos. Entonces el término "neutro" en la mayoría de las marcas de jabón, es solo usado para la venta y el consumo, ya que, gracias al procedimiento experimental, pudimos obtener los resultados.	A menos que como el jabón es un alcalino por naturaleza, y al contrario de lo que proponen algunos jabones industriales, es imposible conseguir un jabón con un pH "neutro." Si se añaden reguladores del pH (en este caso, ácido) para reducir la alcalinidad del jabón, la reacción daría lugar a la imposibilidad de crear un jabón.

Tabla 4.46. Respuestas de alumno para el nivel 3 de Rejilla de Toulmin

Título	Datos	Justificación	Fundamento	Conclusión	Refutación
¿Cuál es el mejor jabón?	Camay - Color verde – Base. Grisi - Color verde - Base. Palmolive - Color verde -Base. Limón – Color rosa –Ácido. Bicarbonato – Color verde – Base. Agua – Color Azul violáceo – Neutro. Dove – Color Azul violáceo – Neutro	Ya que usando a la col morada como indicador de pH se usa la siguiente escala: -pH Alcalino: Coloración verde. -pH Neutro: Coloración Azul o violeta. -pH Ácido: Coloración Rosa.	A causa de que la piel tiene un pH de 5 y en ciertas zonas puede variar, pero sigue siendo ligeramente ácida, se necesita un jabón que no altere el pH de estas zonas, por lo que un jabón neutro sería lo ideal, ya que con uno alcalino se neutralizaría el pH de la piel. Debe recordarse que un ácido es aquel que dona H ⁺ y una base es aquella que recibe H ⁺ .	Entonces para el jabón que se recomienda para el uso de las zonas íntimas es el jabón Dove® con un pH neutro de 7 y además, los otros jabones en realidad tiene un pH alcalino y no se cumple lo que se promete en el empaque.	A menos que la función de los jabones sean especiales también para el tipo de piel que tenga uno.

Tabla 4.47. Respuestas de alumno para el nivel 4 de Rejilla de Toulmin

Título	Datos	Justificación	Fundamento	Conclusión	Refutación
Sin Título	Los tres diferentes jabones neutros: Escudo, Dove y Palmolive, dos son básicos y uno es neutro según las escalas de pH.	En los tres diferentes indicadores de pH dove demostró ser neutro. En la prueba de la col morada el jabón dove tuvo una coloración azul que indica ser neutra según la escala de pH. En la prueba de las tiras de pH tuvo una coloración verde que indica ser neutro. En la prueba del indicador universal tuvo una coloración verde que indica ser neutro según la escala de pH.	En las diferentes pruebas que indican el pH, tienen diferentes escalas y coloraciones que indican el pH. En la col morada una tonalidad rosa es acida, azul neutra y verde básica. En las tiras de pH una tonalidad verde que indica ser neutro y azul es básico. En el indicador universal una tonalidad roja es acida, verde es neutra y azul básica.	La práctica se realizó con tres jabones neutros diferentes: escudo, dove y palmolive. De los tres jabones, dove demostró ser verdaderamente neutro en los diferentes indicadores de pH: col morada, tiras de pH y el indicador universal.	En la práctica el jabón dove es neutro de acuerdo con las escalas de pH de las diferentes pruebas: en la prueba de la col morada tuvo una coloración azul que indica que es neutro según la escala de pH. En las tiras de pH tuvo una coloración verde que indica ser neutro, en el indicador universal el jabón tuvo una coloración verde que indica ser neutro. Los otros jabones en las pruebas indicaban que tenían un pH básico.

Tabla 4.48. Respuestas de alumno para el nivel 5 de Rejilla de Toulmin

Título	Datos	Justificación	Fundamento	Conclusión	Refutación
Jabones neutros	Se realizó una prueba con varios jabones neutro de distintas marcas para saber cuál jabón era el mejor para nuestra piel.	Al disolver el jabón dove con un poco de agua y añadirle el indicador universal pudimos observar que su coloración era un tanto azul pero un azul cercano al pH 7 que es neutro. Al usar las tiras de pH nos indicó que tenía un pH de 10 aproximadamente mientras los otros jabones tenían un pH de 12.	El pH de nuestra piel es de aproximadamente 5.5 y un jabón neutro mientras más se acerque a este pH es mejor pues es menos agresivo para la piel, otra cosa que también se tiene que tener en cuenta en los jabones neutro es que no deben contener fragancia u otras cosas agregadas de manera artificial.	El resultado de este fue el jabón de la marca dove pues tenía un pH bastante cercano al de nuestra piel.	Si no es exactamente el pH al de nuestra piel el jabón puede causar algunos daños ya sea irritación, prurito, o alguna alergia.

Tabla 4.49. *Respuestas de alumno para el nivel 6 de Rejilla de Toulmin*

Título	Datos	Justificación	Fundamento	Conclusión	Refutación
¿Qué marca de jabón es la mejor?	Se utilizaron los siguientes jabones: Palmolive, escudo, menen, neutro grisi y tersso; los cuales se diluyeron en agua y se les agrego el indicador universal, que es el que nos revelaría el pH de los jabones supuestamente neutros.	Se tratan de comprobar la neutralidad de los supuestos jabones neutros en el mercado. Basados en la coloración al momento de agregar el indicador universal del agua como una sustancia neutra , pH de 7, y es el que supuestamente tienen los jabones	Los indicadores tienen la característica de cambiar color, la variación de color se denomina viraje para esto el indicador debe cambiar su estructura química ya sea al perder o aceptar un protón. Basados en la escala del pH basados en la concentración de H_3O^+ .	Se concluyó que el jabón Palmolive era el más neutro dentro del mercado, ya que fue el que más se acercó a la coloración del agua aunque este tuvo una coloración un poco básica y que como son para uso de limpieza corporal sería el más indicado ya que no cambiaría el pH del cuerpo.	Al no tener una coloración verde los jabones tienen una característica más básica ya que tomaron una coloración azul como el neutro Grisi que fue el que menos se acercó a la neutralidad.

Tabla 4.50. *Respuestas de alumno para el nivel 7 de Rejilla de Toulmin*

Título	Datos	Justificación	Fundamento	Conclusión	Refutación
¿Qué marca de jabón es la mejor?	El mejor jabón para lavar la zona íntima, así como el resto del cuerpo es el jabón neutro (pH 7). Debido a que no causa irritación alguna ni daños a la piel	Ya que al medir el pH de los jabones y el que dio neutro (pH7) fue Dove®.	A causa de que en su composición contenga casi la misma cantidad de H^+ y OH^- y no contiene glicerina (una base fuerte).	Entonces, en base a nuestra práctica, la mejor marca de jabón es Dove® debido a sus componentes que lo hacen ser un jabón neutro.	A menos que la información que fue corroborada con el experimento haya sido mal interpretada. (Lo cual no es probable ya que somos 4 integrantes en el equipo y es dudoso que los 4 nos hayamos equivocado).

En este grupo de actividades los alumnos desarrollaron por primera vez una rejilla de Toulmin, en términos generales se obtuvo una buena respuesta en cuanto a la coherencia de sus propuestas y explicaciones, ésta permite darse cuenta del avance de los alumnos en cuanto al planteamiento de éstas, las relaciones que hacen entre sus datos y su fundamentación, el uso de términos e información teórica. Tienen la oportunidad de plantear una refutación (19 alumnos) aun cuando este apartado no fue muy consistente por lo que no se consideró para evaluación en la rúbrica.

Los resultados muestran un avance en el desarrollo de una argumentación razonada.

En las imágenes 4.1 a 4.7 se muestran algunos ejemplos de Rejillas de Toulmin elaboradas por los alumnos.

Imagen 4.1. Rejilla de Toulmin alumna Di

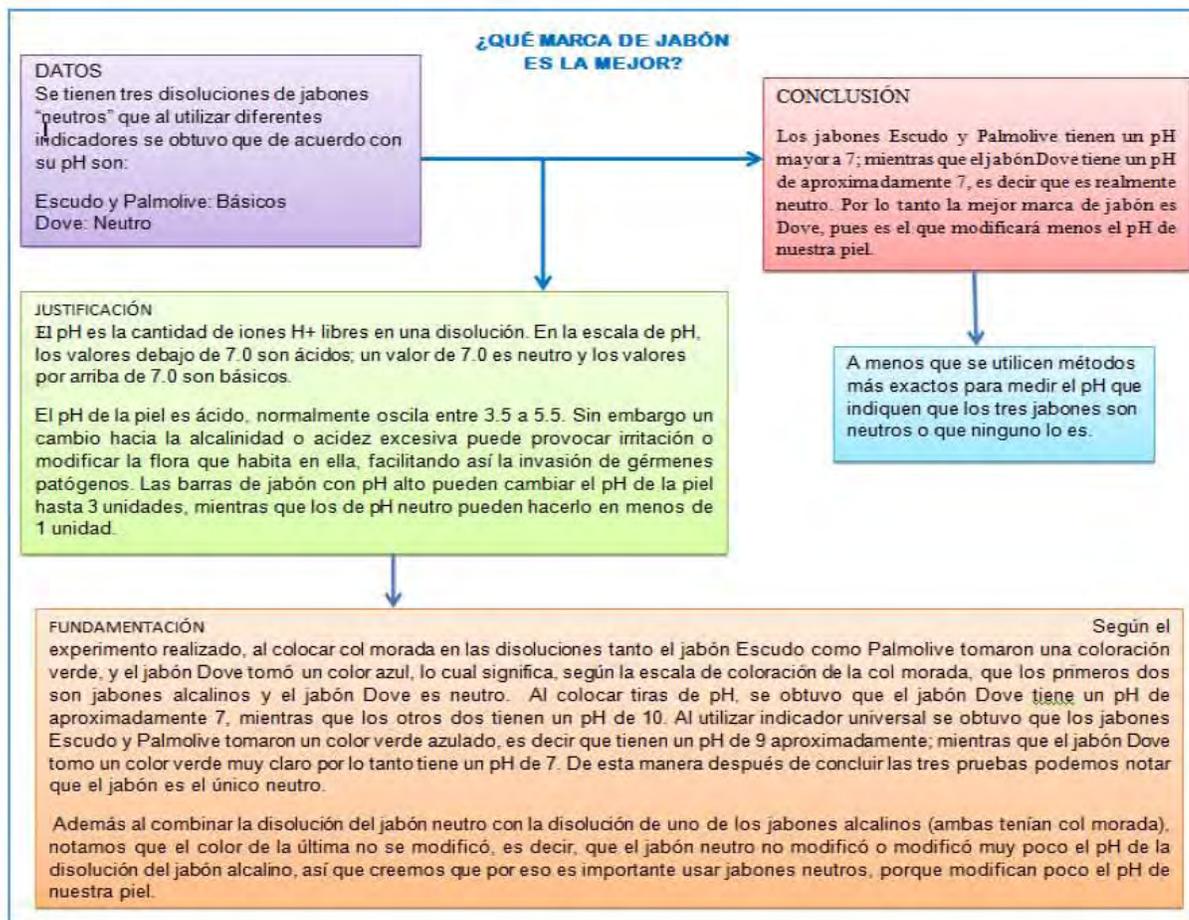


Imagen 4.2. Rejilla de Toulmin alumno Im

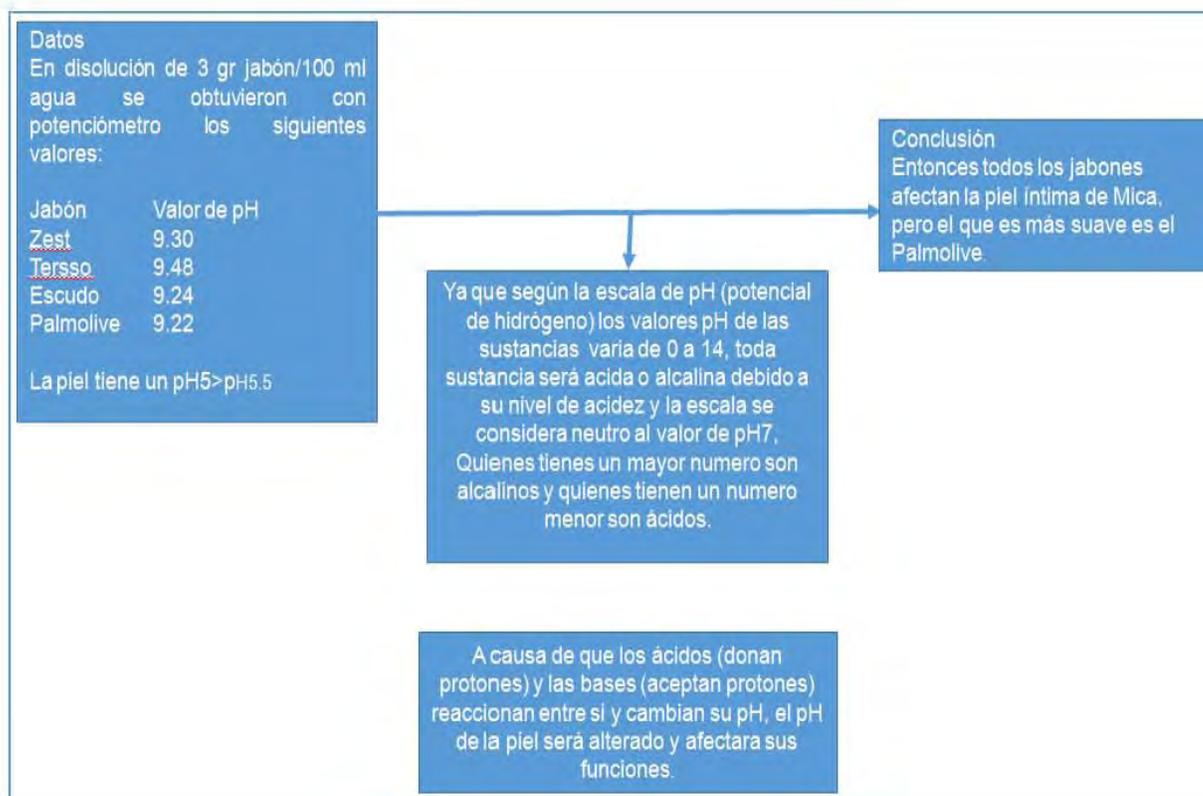


Imagen 4.3. Rejilla de Toulmin alumno Br

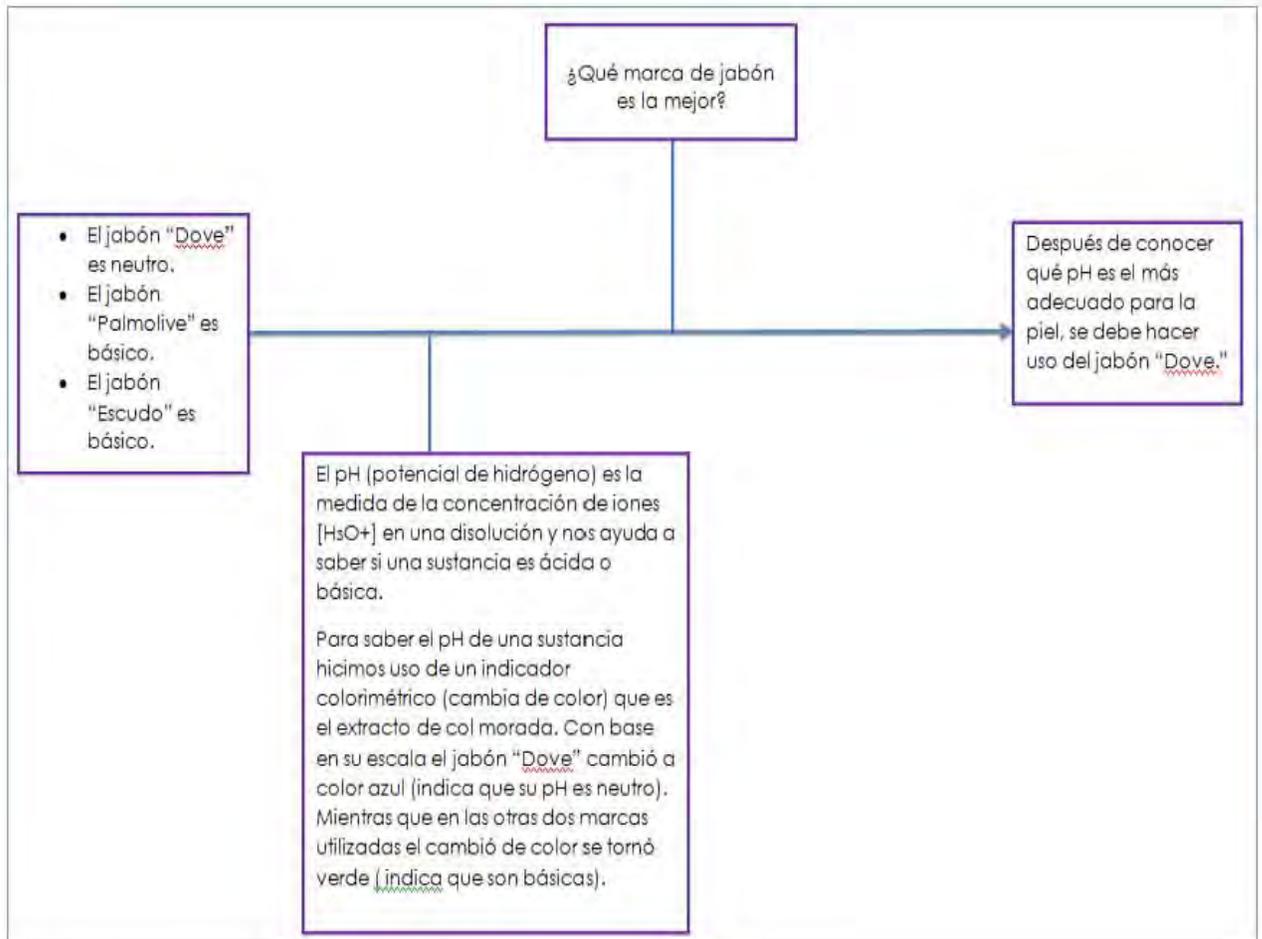


Imagen 4.4. Rejilla de Toulmin alumna Lu

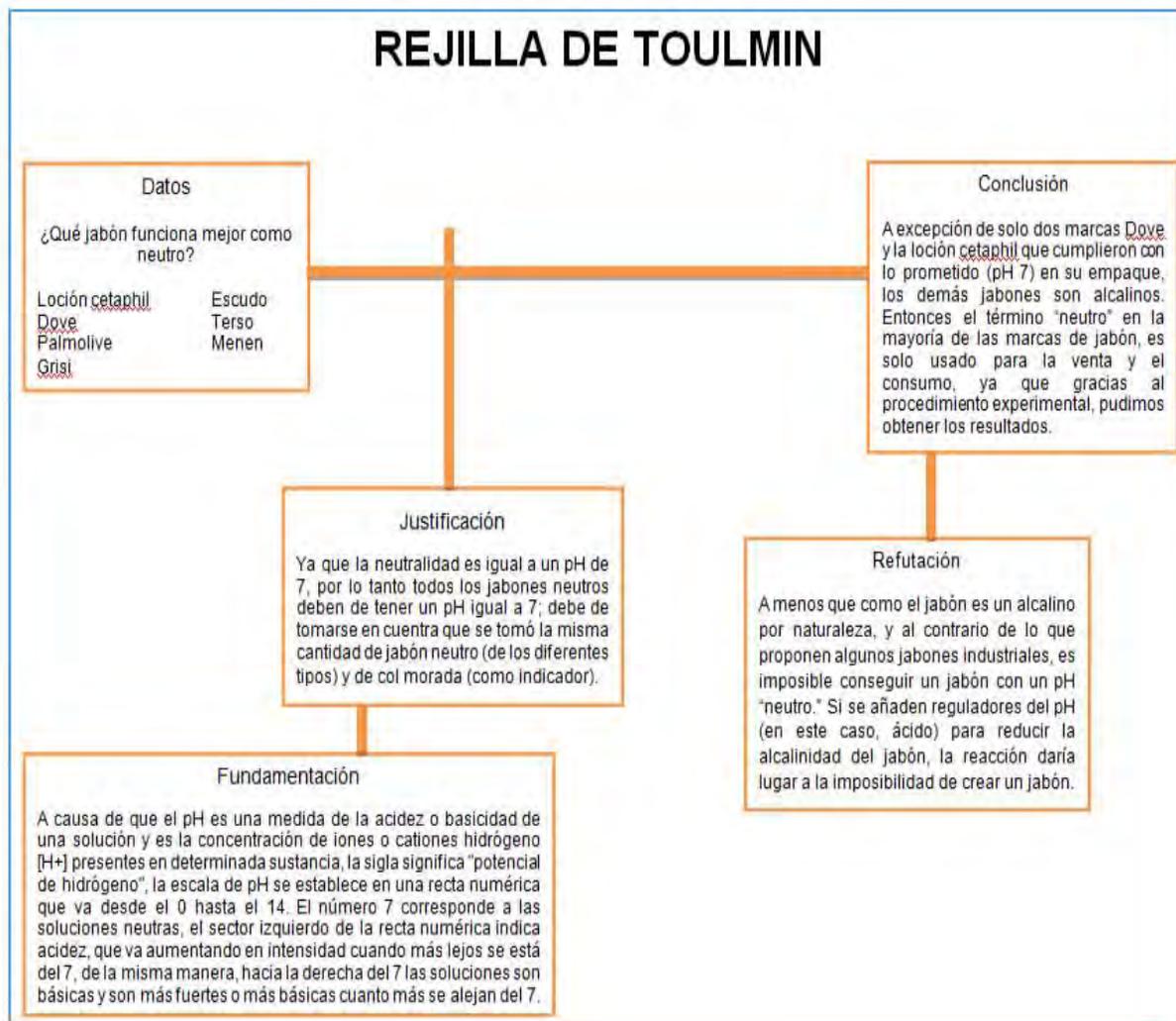


Imagen 4.5. Rejilla de Toulmin alumno Ca

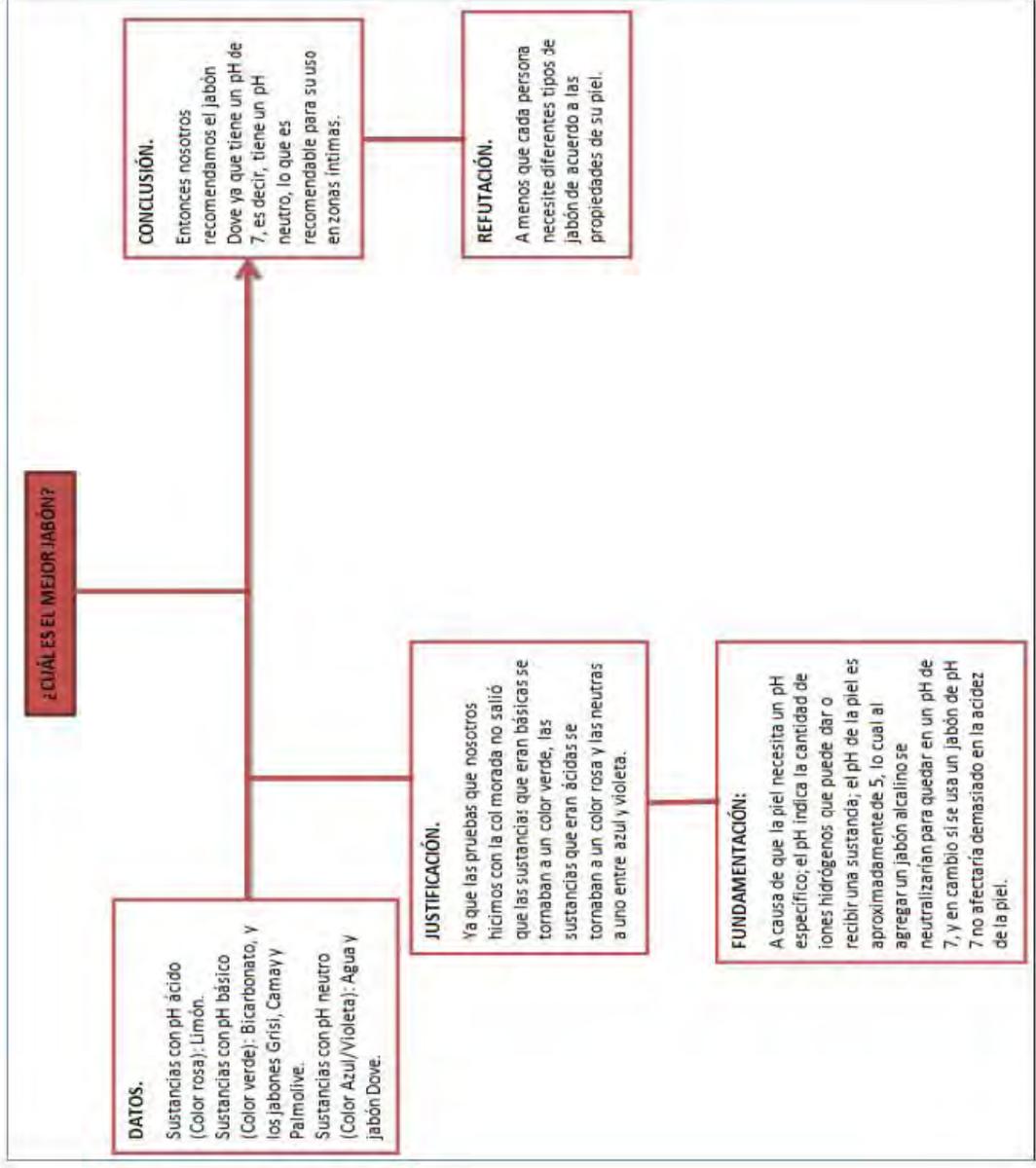


Imagen 4.6. Rejilla de Toulmin alumna La

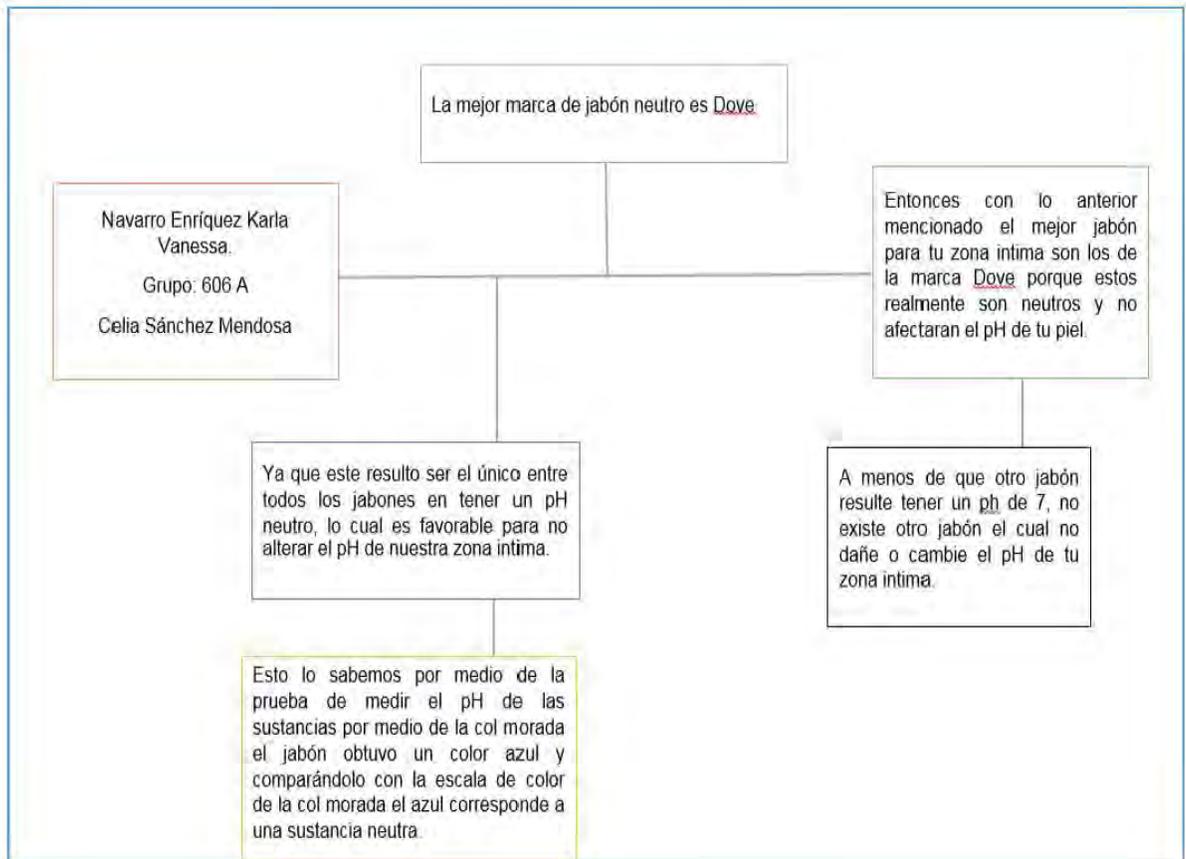


Imagen 4.7. Rejilla de Toulmin alumna So

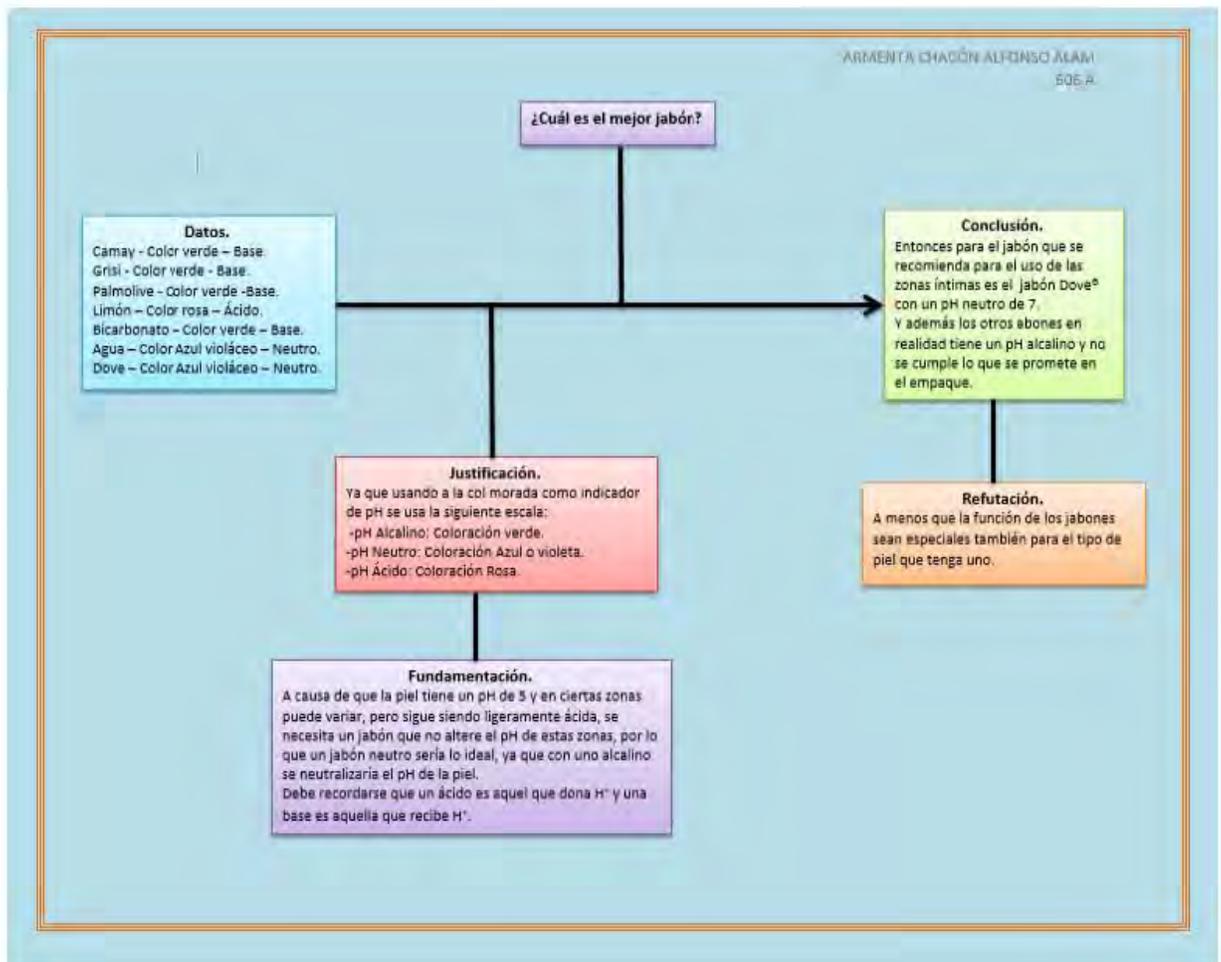


Tabla 4.51. *Resumen del análisis de resultados*

Recurso	Resumen del análisis
<p>1. Cuestionario diagnóstico con 16 preguntas (Anexo 1, página 200)</p> <p>Se incluye también, el análisis comparativo de las respuestas a las mismas preguntas del recurso 1 (Cuestionario diagnóstico) para los recursos 22 y 23 empleados para conocer el impacto de la intervención y la permanencia del conocimiento.</p>	<p>Resumen por pregunta analizada del cuestionario diagnóstico (recurso 1 y de los recursos 22 y 23 empleados como seguimiento de la permanencia del conocimiento en el alumno).</p> <p>1. La palabra más asociada con ácidos y bases fue pH especialmente para indicar acidez, basicidad o neutralidad, aunque no cuentan con una idea clara de los valores para éstos. En especial emplean palabras descriptivas como, color azul para bases o rojo para ácidos, esto es una concepción alternativa de acuerdo con De Manuel <i>et al.</i>, (1998); olor, sabor. Los asocian con características como corrosivo, (de acuerdo con Jiménez <i>et al.</i>, (2000) se trata de una concepción alternativa); peligroso, (de acuerdo con Ross y Mumby, 1991; Kousathana <i>et al.</i>, (2005) consideran que es una concepción alternativa).</p> <p>3. Los ejemplos más mencionados son los cítricos para los ácidos y la leche y jabón para las bases.</p> <p>En los recursos 22 y 23 presentan claridad al emplear el término pH, ya no mencionan colores sino la palabra indicadores, continúan clasificando como corrosivos a los ácidos.</p> <p>En sus ejemplos para ácidos predominan fluidos corporales y para bases medicamentos antiácidos.</p> <p>Las diferencias en el análisis entre los recursos 22 y 23 fueron mínimas.</p>
	<p>4. Para demostrar que el material es ácido o base en el recurso 1 explican que conociendo el pH o características como el sabor, el olor.</p> <p>En los recursos 22 y 23 explican que usando indicadores y relacionando el pH con estos.</p> <p>6. Cuando tienen una fórmula para elegirla como ácido o base lo hacen identificando</p>

	<p>si ésta tiene H u OH y lo explican diciendo que por su nomenclatura.</p> <p>Al agua la clasifican como neutra.</p> <p>En el recurso 22 la explicación la dan en función del modelo de Arrhenius o del de Brönsted-Lowry y en el recurso 23 también.</p> <p>Con respecto al Bicarbonato de sodio lo clasifican como ácido pero su explicación es, porque puede donar un protón. Reconocen al agua como una sustancia anfótera.</p> <p>7. Al explicar qué es un ácido. El 69.6% de los estudiantes en el recurso 1, no dieron respuesta.</p> <p>En el recursos 22, el 65.2% explicó empleando correctamente el modelo de Arrhenius, de acuerdo a lo solicitado y en el recurso 23 lo hizo el 56.5% de los alumnos.</p> <p>8. En el recurso 1, el 78.3% no explicaron qué era una base de Brönsted-Lowry. En el recurso 22, el 56.5% lo explicó correctamente y el 65.7% en el recurso 23.</p> <p>9. Al explicar qué entienden por par conjugado. En el recurso 1, el 47.8% de los alumno no contestó.</p> <p>En el recurso 22, el 47.8% explicó correcta y adecuadamente, pero para el recurso 23 este porcentaje disminuyó al 30.4%.</p> <p>14. En el recurso 1 los estudiantes en un 78.3% explicaron que la fuerza ácido-base, dependía del pH.</p> <p>En el recurso 22, un 30.4%, explicaron que dependía del grado de disociación y de la capacidad de la sustancia para donar o recibir protones; en el recurso 23 el porcentaje de estas explicaciones se incrementa al 47.8% de los alumnos.</p>
	<p>15. El 21.7% de los estudiantes para el recurso 1, contestaron que el pH de la leche disminuía cuando se le agregaba jugo de limón, lo cual era la respuesta correcta. Para los recursos 22 y 23, el 47.8% de ellos contestaron correctamente, estos son para evaluar permanencia del conocimiento.</p> <p>16. En la identificación del par ácido en una ecuación química, se obtuvo un 56.5%</p>

	<p>de los estudiantes que dieron la respuesta correcta.</p> <p>Para el recurso 22, hubo un 82.6% y en el recurso 23, un 87% de los alumnos que contestaron acertadamente.</p>
<p>6. Experiencia Predicción-Observación-Explicación (POE). (Anexo 2-P, página 204).</p> <p>POE de Arrhenius. ¡Ah claro! Otro modelo.</p>	<p>Como predicción a la experiencia, el 73.9% de los alumnos contestaron que tanto el bicarbonato de sodio como el amoníaco serían ácidos.</p> <p>Sus observaciones básicamente se centran en describir lo que realizó el profesor y en los resultados obtenidos con la tira de pH.</p> <p>El 13% de los estudiantes fundamentan su explicación empleando el modelo de Brönsted-Lowry y el 8.7% relaciona su predicción con sus resultados, el 17.4% comentan que el modelo de Arrhenius no es útil para explicar lo obtenido. Un 17.4% de ellos solamente lo relaciona con el pH obtenido.</p> <p>Con respecto a la rúbrica elaborada, el 30.4% de los alumnos manifiestan cierta coherencia entre predicción, observación y explicación.</p>
<p>10. Experiencia POE experimental. (Anexos 3-P y 8-A, páginas 206 y 225).</p> <p>POE "Conociendo a Brönsted-Lowry"</p>	<p>La predicción a la pregunta ¿Qué ocurrirá cuando se impregnen los hisopos de los tapones, uno con HCl y el otro con NH₃ y se pongan ambos dentro de un tubo? Este tiene dentro una tira de papel filtro impregnado con un indicador.</p> <p>El 43.5% de los estudiantes predijo que se neutralizarían; el 26.1% que se formarían pares conjugados y el 8.7% ambas situaciones.</p> <p>Las observaciones realizadas por los alumnos fueron amplias, variadas y meticulosas, incluso llegaron a describir hasta 7 diferentes. Cuatro alumnos distinguen 5 observaciones y 6 incluyen cuatro. Un alumno relata parte del procedimiento seguido.</p> <p>El 82.6% menciona el color de la tira de papel impregnada con indicador de pH, en presencia del ácido y la base. El 65.2% comenta la presencia de gotitas de agua en cierta zona del tubo, el 47.9% alude a los cambios de color que se van presentando en la tira de papel con indicador conforme avanza la reacción.</p> <p>Comparativamente con el POE del recurso 6, se puede apreciar que mejora en cómo</p>

	<p>los alumnos escriben y describen las observaciones que realizan, son más cuidadosos en atender a una gran cantidad de los detalles que están ocurriendo durante el experimento.</p> <p>Algunos planteamientos incluidos en sus explicaciones son que, el HCl dona un protón al NH_3, el 30.4% de los estudiantes; que hay reacción entre el indicador el ácido y la base, el 21.7%; que al estar en contacto el ácido y la base hay una reacción porque hay un halo, el 17.4%</p> <p>En este POE las explicaciones otorgadas por los alumnos se relacionaron con sus observaciones y con sus predicciones, el 17.4% indica que sí se llevó a cabo una neutralización.</p>
<p>11. Diseño de un díptico. (Anexo 9-A, página 228).</p> <p>Díptico: Limitaciones y aciertos de los modelos de Arrhenius y Brönsted-Lowry.</p>	<p>La relación que hacen entre los aciertos y las limitaciones de ambos modelos con respecto a su toma de decisión para la postura elegida. El 52.2% de los estudiantes plantea aciertos y limitaciones de ambos modelos ácido-base. El 21.7% no plantea las limitaciones en alguno de los dos modelos, el 13% solamente escribe la definición de ácido y base para cada modelo.</p> <p>La postura elegida por el 56.5% de los alumnos fue que el modelo de Brönsted-Lowry es un complemento del modelo de Arrhenius, fundamentan diciendo que se mantiene la presencia del protón para definir a los ácidos y que el modelo de Brönsted-Lowry explica situaciones que el modelo de Arrhenius no podía hacer, que el modelo de Arrhenius está muy limitado ya que se enfoca a lo que sucede en disoluciones acuosas. El 65.2% manifiesta una coherencia adecuada entre su postura y su fundamentación.</p>
<p>17. Rejilla de Toulmin de un Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). (Anexos 5-P y 14-A, páginas 210 y</p>	<p>Una vez concluida la parte experimental del ABP, se cuenta con los resultados o evidencias. Para el análisis se partió del título asignado a la rejilla por los estudiantes ya que esto nos da una idea de la conexión que el estudiante realiza con el problema a resolver. El 43.1% eligió títulos relacionados con el carácter neutro del jabón (¿Qué marca de jabón neutro es la mejor?), que es coherente con el problema.</p>

236)	<p>Se toman como datos las evidencias obtenidas y que sean útiles para el planteamiento de las conclusiones. (Jiménez <i>et al.</i>, 2009; Rodríguez, 2004). El 39.1% de los estudiantes eligió datos apropiados para emitir una conclusión que lo lleve a dar respuesta al problema. Se diseñó una rúbrica para analizar el contenido de la rejilla. El 13% manifiesta una explicación adecuada ya que, los datos y evidencias planteadas dan información suficiente, la conclusión surge a partir de esos datos y evidencias, la justificación explica y amplía la conclusión emitida, la fundamentación permite soportar la justificación y la conclusión, dan respuesta al problema y emite soporte teórico. Para el 4.3% los datos y evidencias planteadas no son suficientes, la conclusión surge a partir de datos y evidencias no mostradas, la justificación explica y amplía la conclusión emitida, la fundamentación soporta la justificación y la conclusión. Se apoya en información teórica y da respuesta al problema. Para otro 13%, los datos y evidencias planteadas apoyan las conclusiones, la justificación amplía y refuerza las conclusiones, la fundamentación presenta alguna información teórica que soporta a la justificación.</p> <p>Los datos son el aspecto que más se dificultó determinar a los estudiante, esto coincide con lo expresado por Jiménez <i>et al.</i> (2009) y Rodríguez, (2004).</p> <p>Dan respuesta al problema y cualitativamente se aprecia que el discurso del alumno va mejorando.</p>
------	---



CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y con respecto a los objetivos particulares planteados para la secuencia de actividades de aprendizaje

1. *Reconocer los modelos de Arrhenius y Brönsted-Lowry como diferentes entre sí.*
2. *Identificar algunas limitaciones del modelo de Arrhenius frente al de Brönsted-Lowry.*

Se puede decir que el introducir aspectos históricos de ácidos y bases ayudó al alumno a ubicar los cambios que ha habido en la conceptualización de éstos. Reconocieron que mucho del conocimiento actual es producto de investigaciones a lo largo del tiempo, a través del cual se van dando aportaciones desde el punto de vista científico para comprender mejor la realidad en estudio, en este caso particular el de los ácidos y las bases.

Se observó un cambio en el lenguaje empleado, enfatizaban el modelo del que hablaban (Arrhenius y Brönsted-Lowry), usaban frases como “*según Arrhenius*”, “*según Brönsted*”, con lo cual los diferenciaban, además lograron identificar algunas limitaciones entre ambos y las estuvieron utilizando a lo largo de la secuencia, cuando se presentaba la ocasión.

Tomando en cuenta las limitaciones y los aciertos de ambos modelos los alumnos hicieron un análisis de esa información, explicando razonadamente la elección de su postura. La mayoría consideró que el modelo de Brönsted-Lowry era un complemento del modelo de Arrhenius. Considero que lo importante fue que los alumnos empezaron a utilizar la información teórica al plantear sus propuestas, empleando el lenguaje científico como una forma de expresar sus ideas.

Con respecto a la hipótesis planteada:

Los alumnos serán capaces de discriminar entre los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry conociendo sus alcances y limitaciones y lo aplicarán en los contenidos que corresponden al programa de Química IV (Áreas 1 y 2) particularmente en el tema de ácidos y bases.

Se observó que en las diferentes actividades los estudiantes al expresarse especificaban “según Brönsted-Lowry” o “de acuerdo a Arrhenius”, es decir, pudieron discriminar ente ambos modelos y saben de sus alcances y limitaciones.

Durante el transcurso de la intervención se fue observando un avance en la forma en que los alumnos realizaban predicciones, observaciones y planteamiento de conclusiones. Esto se aprecia cualitativamente en los resultados obtenidos entre el primero (¡Ah claro! Otro modelo) y segundo (conociendo a Brönsted-Lowry) POE y en los planteamientos en la rejilla de Toulmin.

Esto hace considerar, al menos cualitativamente, que las habilidades argumentativas de los alumnos fueron mejorando.

El empleo de estrategias POE, ABP, actividades experimentales cerradas y dirigidas con discusiones finales en las que los alumnos alcanzan conclusiones con base en sus resultados, permiten y favorecen que el alumno vaya construyendo su conocimiento. Permitieron observar la congruencia en los planteamientos de los estudiantes al expresarse por escrito, al emitir una afirmación o conclusión, cuando realizan alguna actividad experimental, con respecto a sus pruebas o evidencias, al fundamentar sus afirmaciones con explicaciones razonadas. Esto permite apreciar que el empleo de estrategias variadas permite el mejor desarrollo de los alumnos en el ámbito de la ciencia dentro del aula.

Cuando se inició la intervención con el grupo, se observó que las primeras explicaciones que dieron en el POE de “¡Ah caro, otro modelo!” fueron confusas, incongruentes pero, conforme avanzaban con las actividades mejoraban cualitativamente, tenían mejor coherencia y fundamentaban sus comentarios lo

que logra apreciarse en la rejilla de Toulmin que corresponde al reporte del ABP *“El problema de Mica”*.

Para esto, la introducción de la rejilla de Toulmin fue adecuada ya que esta permite que el estudiante reflexione al relacionar sus datos o evidencias con sus conclusiones mediante la justificación y la fundamentación, es una “especie” de organizador de sus ideas que le permite dar explicaciones coherentes y sustentadas cuando realiza el planteamiento por escrito de alguna de las actividades realizadas.

Sin embargo, no es conveniente utilizar este modelo en todos los casos, ya que puede resultar algo complicado, es importante recurrir a los reportes escritos y la discusión de resultados al final de la actividad experimental, todo dependerá del aspecto que el profesor desee evaluar del alumno o del grupo.

Es importante resaltar que se observó que, la forma de estructurar, detectar hechos observables, explicar, emplear términos de uso científico y dar coherencia a sus explicaciones se fue enriqueciendo con el uso de los recursos empleados.

El poner a disposición de los alumnos el andamiaje apropiado para que ellos vayan desarrollando y/o mejorando sus habilidades así como construyendo su aprendizaje debería ser uno de los objetivos de la enseñanza.

De acuerdo al recurso 23 (cuestionario diagnóstico empleado como seguimiento y aplicado cuatro meses después de la intervención), se observó que los alumnos mantenían sus conocimientos sobre qué es un ácido y una base de Brønsted-Lowry, podían explicar el carácter anfótero del agua y lo que es un par conjugado.

Se detectó cualitativamente, al menos en el discurso que los alumnos realizan, que ahora pueden plantear sus explicaciones diferenciando entre un modelo u otro y que les fue menos complejo identificar los pares conjugados y una mejor comprensión de la fuerza de un ácido y una base y su relación con el pH resultante durante una reacción de neutralización.



COMENTARIOS FINALES

COMENTARIOS

De acuerdo con los resultados del presente trabajo se considera conveniente que en las clases de química se realice una breve introducción sobre el avance histórico de los temas a tratar, para brindar un panorama general sobre la evolución de algunos conceptos que se aborden en el aula. Ya que, el presentar conceptos y teorías como conclusiones, puede dificultar el aprendizaje de los estudiantes.

Por supuesto que la metodología de enseñanza no puede valorarse de forma puntual sino a largo plazo, sin embargo, el haber iniciado una vía para que los estudiantes interpreten pruebas (científicas) obtenidas en sus experimentos en el aula, comuniquen conclusiones e identifiquen los razonamientos que las sustentan es fundamental para su avance escolar en ciencias y muy probablemente para aplicarlo en otras asignaturas y en otros ámbitos de su vida profesional futura y cotidiana.

Este tipo de estrategias requiere más tiempo de planeación y de acompañamiento con el alumno, sin embargo, los resultados indican que los logros son adecuados y que estarán contribuyendo a la formación científica de estudiantes del presente siglo.

Este trabajo de tesis como se ha mencionado en diferentes ocasiones, inicia del empleo de los conocimientos previos del estudiante relacionados al tema de ácidos y bases, es decir de lo que sabían del modelo de Arrhenius. Esto para lograr una integración conceptual y que les fuera más sencillo el aprendizaje del mismo tema pero a partir del modelo de Brønsted-Lowry, debido a que, como menciona Hawkes (1992) *“presentar a los estudiantes esta nueva teoría los confunde debido a que, por naturaleza solemos aceptar lo que nos dicen primero y cambiarlo después es difícil”*.

Se presentó de esta forma con la intención de minimizar la problemática presentada cuando se introduce el modelo de Brønsted-Lowry después del modelo

de Arrhenius. Esta seriación de modelos es la que se encuentra estipulada en los programas de segundo y tercer año en la Escuela Nacional Preparatoria sin embargo, considero que sería conveniente introducir desde quinto año el tema de ácidos y bases según el modelo de Brønsted-Lowry para evitar los problemas conceptuales que se pudieran generar al introducir primero el de Arrhenius.

Se están realizando cambios en los programas de la ENP en los cuales, el empleo de recursos de enseñanza-aprendizaje como los propuestos en el presente trabajo de tesis será de gran utilidad para apoyar al docente en su labor dentro del aula.



APÉNDICES

APÉNDICE 1

SECUENCIA DE ACTIVIDADES PROFESOR-ALUMNO

El formato que se muestra a continuación es una aportación extra que puede apoyar, si el profesor lo decide, durante la clase, se incluyen todas las actividades diseñadas para la secuencia de actividades de aprendizaje.

Formato Profesor-Alumno para la secuencia de actividades de aprendizaje

Actividad 1

Nombre de la Actividad

¿Qué tanto sé? Ácidos y Bases

Objetivo

1. Indagar los conocimientos previos que manifiestan los alumnos con respecto a los ácidos y las bases.
2. Identificar algunas concepciones alternativas que puedan tener los estudiantes sobre ácidos y bases.

Justificación

En el segundo año de prepa los alumnos estudian el tema de ácidos y bases según el modelo de Arrhenius por lo que es importante conocer sus conocimientos previos sobre estos, antes de abordarlos desde el modelo de Brönsted-Lowry y así conocer sus demandas de aprendizaje (Leach y Scott, 2002).

Tiempo para esta actividad: 30 min

Momento de la Actividad	Profesor	Alumno
Diagnóstica Tiempo: 30 min Lugar: Aula	Cuenta con copias del cuestionario diagnóstico (Anexo 1-P, página 200), lo entrega a los alumnos, solicitándoles contesten de forma personal y honesta.	Toma el cuestionario y lo resuelve, lo entrega al profesor una vez que finaliza.

	<p>Analiza las respuestas del cuestionario, determina los términos que se repiten y plantea con qué contenidos previos cuentan sus alumnos y cuáles serán sus demandas de aprendizaje (Anexo 1-P página 200).</p>	
--	---	--

Primera participación del profesor frente a grupo (Anexo 4-P, página 208)

<i>Exposición frente a grupo</i>	<i>Profesor</i>	<i>Alumno</i>
<p>De apertura o inicio Tiempo: 20 min Lugar: Aula</p>	<p>En plenaria realiza una lluvia de ideas sobre lo que entienden los alumnos que es un modelo, se obtiene una definición general. Explica los diferentes niveles de representación que se emplean en química. Solicita a los alumnos que mencionen las propiedades que conocen de ácidos y bases.</p>	<p>Participa activamente con el profesor. Aporta comentarios para definir lo que se entiende por un modelo. Proporciona alguna característica de los ácidos y bases.</p>

Cada actividad emplea diferentes recursos, algunos de los cuales se emplean para evaluación.

Actividad 2

Nombre de la actividad

Ácidos y Bases: Modelo de Arrhenius

Objetivos

1. El alumno será capaz de explicar qué son los ácidos y las bases según el modelo de Arrhenius.
2. Podrá identificar las limitaciones del modelo de Arrhenius.

Justificación

Es importante desarrollar la lectura y comprensión de esta.

Tiempo de la actividad: 70 minutos

Recursos: Lectura, cuestionario, tabla del tiempo, tabla de ejercicios.

Momento de la Actividad	Profesor	Alumno
De apertura o inicio Tiempo: 70 min Lugar: Aula	Entrega a los alumnos copias del documento “ <i>Igual, pero diferente: Arrhenius</i> ” (Anexo 1-A, página 216). Integra equipos de 4 estudiantes ya sea por afinidad o al azar y les indica que comenten la lectura y den su opinión. Después entrega el cuestionario (Anexo 2-A, página 218) para que los alumnos lo discutan y lo resuelvan en equipo.	Recibe el documento (Anexo 1-A, página 216) y lo lee (10 min), forma equipos pequeños de 4 compañeros e intercambian comentarios. Resuelven las preguntas del cuestionario que entregue el profesor (Anexo 2-A, página 218) (20 min).

	<p>Solicita elaboren una tabla del tiempo de acuerdo con el Anexo 3-A, página 219.</p> <p>Finalmente entrega la tabla de ejercicios “<i>Un poco más</i>” (Anexo 4-A, página 220) para que en forma individual lo resuelvan, enfatiza a los alumnos en el hecho de que deberán explicar sus respuestas.</p>	<p>Llenan la tabla del tiempo según el formato que proporcione el profesor (Anexo 3-A, página 219) (20 min).</p> <p>Resuelve en forma individual la tabla “<i>Un poco más</i>” explicando sus respuestas (Anexo 4-A, página 220) (20 min)</p>
--	--	---

Actividad 3

Nombre de la Actividad

¡Ah claro, otro modelo!

Objetivos

1. El alumno reconocerá las limitaciones del Modelo de Arrhenius.
2. Será capaz de sugerir la posible existencia de otro modelo explicativo.

Justificación

En 6º año cuando se inicia el tema de ácidos y bases según el modelo de Brönstead-Lowry, los alumnos presentan complicaciones con este, porque lo confunden con el modelo de Arrhenius, es importante que se ubiquen sobre las características de cada modelo.

Tiempo para esta actividad: 50 min

Recursos: Actividad POE (demostrativa)

Momento de la Actividad	Profesor	Alumno
<p>De desarrollo</p> <p>Tiempo: 50 min</p> <p>Lugar: Aula</p>	<p>Hace una brevísima introducción sobre los cambios que ha habido en los diferentes modelos para los ácidos y las bases.</p> <p>Realiza la <i>estrategia POE</i> ¡Ah claro, otro modelo! (Anexo 2-P, página 204), pide a los alumnos que anoten una predicción con respecto a lo que él va a hacer, lleva a cabo el experimento e indica a los alumnos que hagan sus observaciones; finalmente les solicita que anoten una explicación para lo sucedido.</p> <p>En el anexo 2-P se sugieren algunas preguntas que el profesor puede hacer.</p> <p>Retroalimenta al alumno.</p>	<p>Hacen referencia a lo contenido en la tabla del tiempo desarrollada en la actividad anterior.</p> <p>Plantean una predicción para lo que el profesor menciona que hará.</p> <p>Observan atentamente cuando el profesor realiza el experimento.</p> <p>Anotan las explicaciones acerca de lo que predijo y lo que observó.</p> <p>Expone dudas, preguntas, planteamientos.</p>

Actividad 4**Nombre de la Actividad**

Ácidos y Bases: Modelo de Brönsted-Lowry

Objetivos

1. El alumno será capaz de explicar qué son los ácidos y las bases según el modelo de Brönsted-Lowry.
2. Podrá realizar una confrontación entre los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry.
3. Podrá explicar las diferencias y limitaciones entre los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry.
4. Identificará un par conjugado.

Justificación

Para su comprensión, es importante que los alumnos reconozcan que existen diferentes modelos que explican el comportamiento de los ácidos y las bases.

Tiempo para esta actividad: 70 min

Recursos: Lectura, cuestionario, tabla del tiempo, tabla de ejercicios.

Momento de la Actividad	Profesor	Alumno
De desarrollo Tiempo: 70 min Lugar: Aula	El profesor entrega a los alumnos copias del documento “ <i>Igual, pero diferente: Brönsted-Lowry</i> ” (Anexo 5-A, página 221). Lo comentan en equipo de 4 estudiantes (integrados por afinidad o al azar).	Reciben el documento (Anexo 5-A, página 221), lo leen (10 min), forman equipos pequeños de 4 compañeros e intercambian comentarios.

	<p>Después proporciona el cuestionario (Anexo 6-A, página 223) e indica a los alumnos que lo discutan y resuelvan en equipo. Comenta las respuestas de los alumnos.</p> <p>Solicita completen la tabla del tiempo que iniciaron en la actividad 2 (Anexo 3-A, página 219). Finalmente entrega la tabla de ejercicios “<i>Otro poco más</i>” (Anexo 7-A, página 224) para que en forma individual lo resuelvan, enfatiza a los alumnos que deberán explicar sus respuestas.</p> <p>Retroalimenta a los alumnos acerca del modelo, el cuestionario y las fundamentaciones que dan en su tabla de ejercicios.</p>	<p>Resuelven las preguntas del cuestionario que entrega el profesor (Anexo 6-A, página 223) (30 min).</p> <p>También completan y finalizan la tabla del tiempo iniciada en la actividad 2 (Anexo 3-A, página 219) (10 min).</p> <p>Resuelve en forma individual la tabla “<i>Un poco más</i>” explicando sus respuestas (Anexo 7-A, página 224) (20 min)</p>
--	--	--

Actividad 5

Experiencia tipo POE

Nombre de las Actividad

Reconociendo un nuevo modelo

Objetivos

1. El alumno podrá plantear y explicar la ecuación química de la reacción que se efectúa entre un ácido y una base, desde el modelo de Brönsted-Lowry.
2. Será capaz de reconocer y plantear los pares conjugados de la reacción.
3. Reconocerá qué es un indicador y para qué se emplea.
4. Desarrollará habilidades para el manejo de reactivos, material de laboratorio y montaje de dispositivos sencillos.

Justificación

Los pares conjugados están presentes en gran cantidad de procesos en los organismos vivos, son fundamentales para mantener constante el pH en muchos sistemas incluyendo a los seres vivos, razón por la cual es importante que el alumno se apropie de este aprendizaje.

Tiempo para esta actividad: 100 min

Recursos: Actividad POE (experimental, ejecutada por los estudiantes)

Momento de la Actividad	Profesor	Alumno
De desarrollo Tiempo: 100 min Lugar: Laboratorio	Realiza el POE mostrado en el Anexo 3-P (página 206) Indica que se integren equipos de 4 alumnos ya sea por afinidad o al azar. Hace una breve introducción sobre el modelo de Brönsted-Lowry, acotando lo que ya han	Se integra en equipo Está atento a las explicaciones del profesor. (20 min)

<p>revisado los alumnos en las sesiones anteriores, hace hincapié en las situaciones en las que el modelo de Arrhenius ya no puede dar explicación, en especial al caso del amoniaco, que ya se manejó en la Actividad 3.</p> <p>Presenta los materiales que previamente ha colocado sobre su mesa de trabajo y que se describen en el Anexo 3-P, entrega copia del anexo 8-A (página 225) al alumno.</p> <p>Muestra el dispositivo de reacción, los frascos con disoluciones, y se hace la pregunta indicada en el anexo.</p> <p>Solicita a los alumnos que individualmente hagan una predicción y la anoten en su libreta.</p> <p>Les explica cómo se monta el dispositivo del anexo.</p> <p>Pide que comparen sus predicciones y establezcan una por equipo.</p> <p>En seguida les indica que recojan su charola</p>	<p>Recibe el anexo 8-A (página 225) que le entrega el profesor.</p> <p>Observa el dispositivo y los demás materiales que muestra el profesor.</p> <p>Atendiendo la petición del profesor plantea una predicción o hipótesis, relacionándola con lo que ya ha revisado, la anota en su libreta.</p> <p>Intercambia comentarios y plantea una sola predicción con el equipo.</p> <p>Por equipo, recogen la charola de material.</p>
---	---

	<p>de material</p> <p>Da las instrucciones correspondientes sobre seguridad. Indica que desarrollen la experiencia siguiendo el anexo 8-A (página 225) y que observen cuidadosamente todo lo que ocurra y hagan sus anotaciones.</p> <p>Una vez que concluya el experimento el profesor puede hacer alguna de las preguntas que se sugieren en el anexo y solicita a los estudiantes que planteen sus explicaciones, primero individualmente y luego que en equipo den una sola explicación designando un secretario para que haga las anotaciones pertinentes y lea las conclusiones generales.</p>	<p>Toman nota de las medidas de seguridad.</p> <p>Llevan a cabo la experiencia (Anexo 8-A) (50 min), observan con cuidado, hacen sus anotaciones y dejan su área de trabajo limpia.</p> <p>Cada alumno anota en su libreta la explicación (30 min) a lo observado en la experiencia y lo relaciona con su predicción.</p> <p>Todos los alumnos participan en la dinámica.</p> <p>El secretario asignado hace sus anotaciones y realiza la lectura de lo concluido.</p>
--	--	--

Actividad 6

Elaboración y diseño de un díptico

Nombre de la Actividad

Dos modelos

Objetivos

1. El alumno analizará las propuestas de los modelos de Arrhenius y Brönsted Lowry e identificará las características y limitaciones de cada uno.
2. Tomará postura sobre ambos modelos, explicando el porqué de esta.

Justificación

El alumno ha ido identificando en ambos modelos los aciertos y limitaciones de cada uno, utilizando esa información puede elaborar y diseñar un díptico. Al tomar una postura con respecto a los modelos revisados estará desarrollando una habilidad de pensamiento científico que será la de dar explicaciones fundamentadas que apoyen lo que él opina.

Tiempo para esta actividad: 15 min en el aula, 1 día extra clase

Recursos: TIC

Momento de la Actividad	Profesor	Alumno
De evaluación Tiempo: 15 min Lugar: Aula	Explica a los alumnos que diseñarán el díptico “ <i>Dos modelos</i> ” y entrega el documento en el que se encuentran las características que deberán cumplir (Anexo 9-A, página 228).	Reciben el documento (Anexo 9-A, página 228), lo lee y si tiene dudas las aclara con el profesor. (15 min).
Tiempo: 1 día Lugar:	Explica las tres propuestas de postura que se muestran en el documento y aclara las dudas	Entrega el díptico cuando lo solicite el profesor.

Extraclase	que surjan al respecto.	
------------	-------------------------	--

Segunda participación del profesor frente a grupo (Anexo 4-P, página 209)

Exposición frente a grupo	Profesor	Alumno
<p>De desarrollo</p> <p>Tiempo: 50 min</p> <p>Lugar: Aula</p> <p>Tiempo: 30 min</p> <p>Lugar: Sala de cómputo</p>	<p>Utilizando la presentación power point de ácidos y bases (Anexo 4-P, página 209) expone frente al grupo, el tema de pares conjugados (30 min). Sondea dudas entre los alumnos y las resuelve.</p> <p>Al terminar el tema entrega a los alumnos una serie de ejercicios y solicita que los resuelvan (Anexo 10-A, página 229).</p> <p>Posteriormente, en la sala de cómputo proporciona una URL a los estudiantes para que accedan a un power point interactivo (Anexo 11-A, página 230), que contiene una serie de preguntas de pares conjugados que ellos deberán contestar. Indica que en forma</p>	<p>Presta atención al profesor, participa activamente, toma notas, expone dudas o comentarios.</p> <p>Expone dudas, comentarios o preguntas.</p> <p>Resuelve los ejercicios (Anexo 10-A, página 229) entregados por el profesor (20 min).</p> <p>Ya en la sala de cómputo, escribe la URL en el buscador de la computadora, despliega el archivo (Anexo 11-A, página 230), lee las instrucciones de la segunda diapositiva y empieza a contestar las preguntas, analizando sus respuestas.</p>

	<p>paralela llenen a mano una tabla de autoevaluación (Anexo 12-A, página 232), que reflexionen en cada pregunta sobre el tipo de dificultades conceptuales que pudieran tener para dar la respuesta correcta.</p>	<p>Al contestar cada pregunta, reflexiona acerca de las dificultades que pudiera tener para dar la respuesta correcta y lo anota en el espacio destinado en el anexo 12-A (página 232) (30 min).</p>
--	--	--

Tercera participación del profesor frente a grupo (Anexo 4-P, página 209)

<i>Exposición frente a grupo</i>	<i>Profesor</i>	<i>Alumno</i>
<p>De desarrollo Tiempo: 70 min Lugar: Aula</p>	<p>Haciendo uso de la presentación power point de ácidos y bases (Anexo 4-P, página 209) expone frente al grupo, los temas de Equilibrio ácido-base (20 min), Fuerza ácido-base, K_a-K_b y concentración de iones H^+ y pH (30 min). Sondea dudas entre los alumnos y las resuelve. Una vez concluidos los temas, solicita resuelvan los ejercicios de pH del anexo 13-A (página 234) (20 min).</p>	<p>Presta atención al profesor, participa activamente, toma notas. Expone dudas, comentarios o preguntas. Resuelve los ejercicios (Anexo 13-A, página 234) entregados por el profesor (20 min).</p>

Actividad 7

Experiencia tipo ABP

Nombre de las Actividad

pH: ¿Qué marca de jabón es la más recomendada?

Objetivos

1. El alumno dará respuesta a un problema empleando sus conocimientos sobre pH.
2. Desarrollará habilidades de indagación como, diseñar un experimento, plantear su hipótesis de trabajo, recabar datos, interpretar sus resultados y comunicar sus conclusiones.
3. Reflexionará sobre su aprendizaje.

Justificación

Es importante desarrollar habilidades de pensamiento científico, dar explicaciones sustentadas en pruebas tanto de forma oral y escrita, dar solución a problemas y desarrollar un pensamiento crítico. Generar su propio conocimiento.

Tiempo para esta actividad: 170 min en el aula y 7 días extra clase.

Recursos: Actividad ABP, TIC (internet, etc.), escenario, revisión de literatura, planteamiento de experimento, ejecución de experimento, reporte escrito, rejilla Toulmin.

Momento de la Actividad	Profesor	Alumno
De desarrollo Tiempo: 70	Solicita a los alumnos que se reúnan en equipos de 4 ya sea por afinidad o al azar y les comunica	Forman equipos pequeños de 4 alumnos y se mantienen atentos a la explicación del profesor.

<p>min</p> <p>Lugar: Aula</p> <p>Tiempo: 100 min</p> <p>Lugar: Laboratorio</p> <p>Tiempo: 7 días</p> <p>Lugar: extraclase</p>	<p>que se llevará a cabo un ABP (Aprendizaje Basado en Problemas), explicándoles en qué consiste.</p> <p><i>Planteamiento de un escenario:</i></p> <p>Entrega una hoja con el escenario del ABP impreso (Anexo 14-A, página 236) les pide que lo lean y entiendan. Guiando a los alumnos pero sin dar su propia opinión, les pedirá que identifiquen el problema y que hagan un planteamiento preliminar de cómo van a resolverlo, qué requerirían para ello (tipo de información, tipo de materiales, etcétera) esa lluvia de ideas se anota en el pizarrón.</p> <p><i>¿Qué hacer para resolver el problema?:</i></p> <p>Con esas ideas preliminares se les asigna un tiempo máximo de 5 días extra clase para que realicen una búsqueda de información y un planteamiento experimental (procedimiento, materiales, etcétera), que les permita dar la respuesta al problema.</p> <p>El profesor estará monitoreando el progreso de</p>	<p>Reciben el impreso del anexo 14-A (página 236), leen cuidadosamente tratando de identificar el problema implícito en el escenario. Emiten sus sugerencias y comentarios, planteado el problema, siguen haciendo propuestas acerca de ¿qué requerirían para resolver el problema, que información teórica sería adecuada, qué materiales y/o sustancias podrían ser útiles? Anotan en su cuaderno la decisión grupal (30 min).</p> <p>Realizan una búsqueda de información, emplean páginas de internet confiables, libros, artículos, se mantienen en contacto por correo electrónico con el profesor para ir planteando sus avances, diseñan un proyecto experimental para dar pruebas de su probable respuesta al problema, recibe la</p>
--	---	--

	<p>los alumnos empleando los recursos electrónicos que considere convenientes, se recomienda el uso del correo electrónico.</p> <p><i>Ejecución de la propuesta y comunicación de sus conclusiones:</i></p> <p>Una vez que los alumnos concluyen la parte teórica y experimental les indica que lleven a cabo el experimento en el laboratorio.</p> <p>Previo a la experimentación envía por correo electrónico el power point del anexo 6-P (página 213) <i>“Explicando con pruebas”</i> en el que se expone en qué consiste una explicación basada en pruebas empleando la rejilla de argumentación de Toulmin, resuelve por el mismo medio las dudas que manifiesten al respecto, los estudiantes.</p> <p>Durante la realización del experimento solicita que hagan las observaciones correspondientes y establezcan los datos (resultados) o evidencias que les permita plantear la respuesta al</p>	<p>retroalimentación del profesor y van corrigiendo de acuerdo con los comentarios recibidos, hasta que el maestro considere que su proyecto es viable (5 días extra clase).</p> <p>Solicita el material y reactivos necesarios según su proyecto experimental.</p> <p>Previo al experimento, recibe por correo electrónico el power point <i>“Explicando con pruebas”</i>, lo lee cuidadosamente y por el mismo medio plantea al profesor todas las dudas que tenga al respecto.</p> <p>Lleva a cabo el experimento (100 min.), toma notas, hace las observaciones pertinentes, plantea una probable conclusión o respuesta al problema.</p>
--	--	---

	<p>problema.</p> <p>Posteriormente solicita a los alumnos que entreguen el reporte final impreso y que también desarrollen la rejilla de argumentación de Toulmin (Anexo 15-A, página 237) para justificar sus conclusiones a partir de los datos que obtuvieron. El profesor retroalimenta con lo planteado en la rejilla.</p> <p>Finalmente aplica a cada equipo un cuestionario (examen) según la guía del anexo 5-P (página 210), que consiste en 12 preguntas.</p> <p>Los alumnos evaluarán su trabajo y el de sus compañeros de equipo durante el desarrollo del ABP empleando la guía y rúbrica de los anexos 16-A (página 238) y 17-A (página 239).</p>	<p>Elaboran su informe final y la rejilla de argumentación de Toulmin (2 días extra clase).</p> <p>Recibe retroalimentación del profesor y reflexiona sobre sus comentarios.</p> <p>Los alumnos resuelven el cuestionario entregado por el profesor y se responsabilizan como equipo por los resultados obtenidos en éste (20 min).</p> <p>Reflexionan sobre el trabajo desarrollado durante todo el ABP y responsablemente y honestamente se autoevalúan y evalúan a sus compañeros de equipo utilizando los anexos 16-A (página 238) y 17-A (página 239) (20 min).</p>
--	---	--

APÉNDICE 2**LISTA DE ANEXOS****PARA EL PROFESOR****Capítulo 3**

Anexo	Nombre	Recurso	Página
1-P	¿Qué tanto sé sobre ácidos y bases?	Cuestionario	200
2-P	¡Ah claro, otro modelo!	POE	204
3-P	Conociendo a Brönsted-Lowry	POE	206
4-P	Ácidos y Bases	Power point	209
5-P	¿Qué marca de jabón es la más recomendada?	Guía	210
5-P Bis	Evaluación	4 cuestionarios	211
6-P	Explicando con pruebas	Power point	213

PARA EL ALUMNO**Capítulo 3**

Tabla	Nombre	Recurso	Página
1-A	Igual, pero diferente: Arrhenius	Lectura	216
2-A	Arrhenius	Cuestionario	218
3-A	Ácidos y bases	Tabla cronológica	219
4-A	Un poco más: Arrhenius	Tabla de Ejercicios	220
5-A	Igual, pero diferente: Brönsted-Lowry	Lectura	221
6-A	Brönsted-Lowry	Cuestionario	223
7-A	Otro poco más: Brönsted-Lowry	Tabla de Ejercicios	224
8-A	Conociendo a Brönsted-Lowry	POE	225
9-A	Dos modelos	Díptico	228
10-A	Pares conjugados	Serie de ejercicios	229
11-A	Pares conjugados	Power point en línea	230

12-A	Pares conjugados	Tabla de autoevaluación	232
13-A	pH	Serie de ejercicios	234
14-A	pH: ¿Qué marca de jabón es la más recomendada?	Lectura Escenario problema	236
15-A	Rejilla de argumentación de Toulmin	Formato	237
16-A	pH: ¿Qué marca de jabón es la más recomendada?	Guía	238
17-A	pH: ¿Qué marca de jabón es la más recomendada?	Rúbrica de coevaluación y autoevaluación	239
18-A	Amortiguadores en la sangre	Lectura	242
19-A	Amortiguadores en la sangre	Cuestionario	244

APÉNDICE 3**LISTA DE TABLAS****Capítulo 2**

Tabla	Nombre	Página
2.1.	Extracto de la Unidad 2 del Programa de Química IV Área 1 de la Escuela Nacional Preparatoria	45
2.2.	Extracto de la Unidad 1 del Programa de Química IV Área 2 de la ENP	46
2.3	Cronograma de la secuencia de actividades de enseñanza	48
2.4	Actividades propuestas para ser desarrolladas y llevadas a cabo con el grupo de trabajo	52

Capítulo 4

Tabla	Nombre	Página
4.1.	Categorización para análisis de resultados	90
4.2.	Clasificación por subcategorías	92
4.3.	Recursos por categorías y subcategorías	93
4.4	Recursos elegidos para análisis	94
4.5.	Palabras relacionadas con ácidos y bases	98
4.6.	Comentarios sobre el pH	99
4.7.	Propiedades más mencionadas de ácidos y bases	100
4.8.	Lo que asocian con ácidos y con bases	101
4.9.	Agrupación de respuestas en el recurso 1	102
4.10.	Agrupación de respuestas para los recursos 22 y 23	102
4.11.	Ejemplos de ácidos para la pregunta 3	102
4.12.	Ejemplos de bases para la pregunta 3	103
4.13.	Para comprobar que algunos materiales son ácidos o bases	104

4.14.	Explicaciones proporcionada por los alumnos	104
4.15.	Interpretación de las explicaciones más frecuentes para ubicar las fórmulas	106
4.16.	Ejemplos más frecuentemente mal ubicados	107
4.17.	Explicaciones más frecuentes para las fórmulas mal ubicadas	108
4.18.	Clasificación de acuerdo a lo que los alumnos contestaron de la fórmula del agua	109
4.19.	Interpretación a las explicaciones para la clasificación de la fórmula del agua	109
4.20.	Interpretación a las respuestas obtenidas, Arrhenius	110
4.21.	Interpretación a las respuestas obtenidas, Brönsted-Lowry	111
4.22.	Rúbrica de evaluación para la pregunta No. 9	112
4.23.	Evaluaciones de la pregunta No. 9	112
4.24.	Tabla comparativa de respuestas de alumnos a la pregunta 14	114
4.25.	Concentrado de respuestas a la pregunta 15	115
4.26.	Concentrado de respuestas a la pregunta 16	115
4.27.	Predicción del POE Modelo de Arrhenius	117
4.28.	Interpretación a las observaciones planteadas para el POE Modelo de Arrhenius	118
4.29.	Concentrado de explicaciones de los alumnos para POE Modelo de Arrhenius	120
4.30.	Comentarios relacionados a las explicaciones de los alumnos para el POE Modelo de Arrhenius	122
4.31.	Rúbrica para considerar la coherencia entre las etapas del POE	124
4.32.	Coherencia en el POE Modelo de Arrhenius	124
4.33.	Predicción del POE Modelo de Brönsted-Lowry	128
4.34.	Resultados de las observaciones para el POE Modelo de Brönsted-Lowry	129
4.35.	Interpretaciones a las observaciones descritas por los alumnos para el POE Modelo de Brönsted-Lowry	130
4.36.	Número de planteamientos para explicar en el POE Modelo de Brönsted-Lowry	133

4.37.	Planteamientos extraídos de las explicaciones descritas por los alumnos para el POE Modelo de Brönsted-Lowry	133
4.38.	Extracto de aciertos y limitaciones de los Modelos de Arrhenius y Brönsted-Lowry	136
4.39.	Coherencia de la postura adoptada entre los modelos de Arrhenius y Brönsted-Lowry	144
4.40.	Título asignado por los alumnos a la rejilla de Toulmin	146
4.41.	Interpretación a lo que plantean los alumnos como datos en la Rejilla de Toulmin	147
4.42.	Datos de la Rejilla de Toulmin agrupados	148
4.43.	Rúbrica para analizar el contenido de la Rejilla de Toulmin	150
4.44.	Respuestas de alumno para el nivel 1 de Rejilla de Toulmin	152
4.45.	Respuestas de alumno para el nivel 2 de Rejilla de Toulmin	152
4.46.	Respuestas de alumno para el nivel 3 de Rejilla de Toulmin	153
4.47.	Respuestas de alumno para el nivel 4 de Rejilla de Toulmin	153
4.48.	Respuestas de alumno para el nivel 5 de Rejilla de Toulmin	153
4.49.	Respuestas de alumno para el nivel 6 de Rejilla de Toulmin	154
4.50.	Respuestas de alumno para el nivel 7 de Rejilla de Toulmin	154
4.51.	Integración del análisis de resultados	162



ANEXOS

ANEXOS PARA EL PROFESOR

ANEXO 1-P

Cuestionario Diagnóstico

¿Qué tanto sé sobre Ácidos y Bases?

¿Qué voy a hacer?

En forma individual contesta las preguntas, sé honesto(a), deseo saber qué tanto sabes sobre ácidos y bases.

En las preguntas en las que se te solicita una explicación o se te pide que fundamentes tu respuesta trata de ser lo más extenso y claro posible.

En las preguntas de opción múltiple marca el inciso de tu elección.

Fecha _____

Nombre _____ Grupo _____

Edad _____ Mujer Hombre Plantel _____

1. Anota 6 palabras relacionadas con ácidos y 6 palabras relacionadas con bases, desde el punto de vista químico.

No.	Ácido	Base
1		
2		
3		
4		
5		
6		

2. Escribe seis enunciados, tres para ácidos y tres para bases; en cada enunciado deberás incluir al menos dos de las palabras que mencionaste en la pregunta número uno. Todas las palabras relacionadas en la pregunta número 1 deberán ser consideradas en tus enunciados.

Ácidos:

Bases:

3. Escribe cuatro ejemplos de materiales ácidos y cuatro ejemplos de materiales básicos que utilices en tu vida diaria, pueden ser alimentos, materiales de limpieza, de aseo personal, de belleza, medicamentos, etc.

No.	Ácido	Base
1		
2		
3		
4		

4. Explica detalladamente cómo podrías comprobar que los ejemplos que propones en la pregunta 3 realmente son ácidos o son bases.

5. ¿Son importantes los ácidos y las bases en la vida del hombre? Fundamenta tu respuesta.

11. ¿Por qué son importantes los amortiguadores ácido-base también conocidos como buffer?

12. ¿Qué entiendes que es el pH?

13. ¿Qué es un amortiguador o buffer?

14. ¿De qué depende que un ácido o una base se consideren como fuerte o como débil?

15. Si se agrega jugo de limón a la leche, el pH de la leche:

- a) aumenta b) no se altera c) disminuye d) se neutraliza

16. En la siguiente reacción $\text{HBrO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BrO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

Elige el inciso que contenga a los ácidos presentes en la reacción directa y en la reacción inversa.

- a) H_2O y H_3O^+ b) H_2O y HBrO c) H_2O y BrO^- d) HBrO y H_3O^+

**ANEXO 2-P
PARA EL PROFESOR**

EXPERIENCIA POE DE LA ACTIVIDAD 3

¡Ah claro, otro modelo!

Recursos

Gotero con disolución concentrada de amoníaco (NH_3 15 M).

Gotero con disolución saturada de Bicarbonato de sodio (NaHCO_3).

Tiras de papel pH.

¿Qué hacer?

Coloca sobre la mesa los frascos con Amoníaco y Bicarbonato de sodio.

Anota en el pizarrón las fórmulas de ambas sustancias.

Pregunta a los alumnos que predigan si las sustancias serán ácidos o bases.

Determina el pH con la tira, pide a los alumnos que observen cuidadosamente y que tomen nota.

Preguntas sugeridas

- a) ¿Estas sustancias resultaron ser ácidos o bases?
- b) ¿En función de qué dices eso?
- c) ¿Cómo explicas lo que sucede?

Cómo se explica

Dado que ambas fórmulas contienen H, esperaríamos que la mayoría de los estudiantes predijeran que ambos compuestos son ácidos; hasta aquí, la retroalimentación con el alumno lo deberá llevar a mencionar que el modelo de Arrhenius no explica estos casos por los que deberá existir otro modelo que sí lo haga, con esa conclusión, se parte para iniciar con la lectura:

“Igual pero diferente: Brønsted-Lowry”.

Nota: Si el profesor desea solamente tomar la secuencia hasta esta actividad, entonces explicará que ambas sustancias son bases de Brønsted-Lowry y desarrollará el apartado de *Pares Conjugados*, como lo tenga planeado o empleando la presentación incluida en esta tesis.

**ANEXO 3-P
PARA EL PROFESOR**

**EXPERIENCIA POE
*Conociendo a Brønsted-Lowry***

Recursos

Tubo de polimetacrilato o vidrio de 50 cm de longitud y 2 cm de diámetro
Dos tapones de hule que se ajusten al tubo
Torundas de algodón o palillos con punta de algodón
Tira de papel filtro de 51 cm de largo por 5 mm de ancho, impregnada de extracto de col morada
Frasco gotero con Ácido Clorhídrico concentrado (12M)
Frasco gotero con Amoníaco concentrado (15M)
Equipo de seguridad: lentes, guantes, cubrebocas

¿Qué hacer?

El profesor solamente demostrará como se va armando el dispositivo que se encuentra al final de este documento, en la Figura No. 1, no llevará a cabo la reacción.

Una vez que los alumnos tienen escrita su predicción o hipótesis, se comentarán las medidas de seguridad con respecto al manejo del amoníaco y el ácido clorhídrico (se puede solicitar anticipadamente a los alumnos que consulten las hojas de seguridad del amoníaco y del ácido clorhídrico y lleven una impresión para el día que se vaya a desarrollar esta actividad).

Se inserta al tubo la tira de papel filtro previamente impregnada en el extracto de col morada, dejando un pequeño borde fuera del tubo para fijarla por fuera de él.

Se fijan los palillos con algodón en los tapones, se solicitará a los alumnos que se pongan su equipo de seguridad.

La parte siguiente deberá trabajarse en la campana de extracción.

Al mismo tiempo deberá añadirse con el gotero, el ácido clorhídrico en los algodones de un tapón y el amoníaco en los algodones del otro tapón. Inmediatamente ambos tapones se insertarán dentro del tubo, tapando perfectamente para que no haya fugas; los alumnos deberán identificar qué sustancia quedó de cada lado del tubo y se permitirá que transcurra la reacción.

El tubo lo depositarán en forma horizontal, sobre la mesa de trabajo y el alumno realizará las observaciones pertinentes para que pueda explicar

Preguntas sugeridas

1. ¿Cuáles fueron tus observaciones?
2. ¿A qué crees que se deban?
3. ¿Qué ocurrió con el papel filtro?
4. ¿Hay evidencias de que se llevó a cabo una reacción?
5. ¿Para qué sirvió el papel filtro?
6. ¿Qué propiedades de ácidos y bases se observaron?
7. ¿Qué modelo de ácidos y bases emplearías para explicar la reacción? ¿Por qué?
8. Plantea la reacción química empleando el modelo de Brönsted-Lowry y define los pares conjugados presentes.
9. ¿Se comprobó tu hipótesis? ¿Por qué?

Se recomienda que el inciso (8) no se omita ya que es con éste, con el que se definirá el logro de los objetivos de la Actividad No. 5

Como se explica

Una vez que se agregan el ácido clorhídrico y el amoníaco a los algodones, y se introducen al tubo, los gases empiezan a difundirse. El amoníaco avanza más rápido que el ácido clorhídrico, la evidencia de la reacción es la formación de un anillo blanco de cloruro de amonio más cerca del lado donde se aplicó el ácido clorhídrico.

La intención de la tira impregnada con el indicador es que los alumnos observen mediante el uso de los indicadores, los cambios de pH que se van dando conforme se va formando el cloruro de amonio; partiendo del color característico de los ácidos del lado del HCl y el de las bases del lado del NH_3 .

Debido a que el NH_3 , es una base de Brönsted-Lowry los alumnos serán capaces de plantear la ecuación química correspondiente (el profesor puede apoyar al recordar las reacciones reversibles) y de identificar los pares conjugados de la misma.

FIGURA No. 1 Dispositivo para llevar a cabo la reacción



ANEXO 4-P**Power point****Ácidos y Bases****Objetivo**

Como material didáctico de apoyo para que el profesor lo emplee en una clase tradicional frente a grupo.

Incluye diversos temas de ácidos y Bases.



Este material se puede consultar en: <https://bit.ly/2JdJ2JT>

ANEXO 5-P

Actividad de Evaluación

Proyecto de pH: Jabón neutro

Guía Cuestionario (examen)

Objetivo

Se pretende evaluar a cada alumno dentro del equipo de trabajo.

Esta evaluación consiste de un cuestionario con 12 preguntas (Anexo 5-P Bis) que serán contestadas por el equipo de trabajo.

1. Diseño del cuestionario (examen) con preguntas relacionadas al tema de pH, indicadores y al problema planteado como escenario en el proyecto, en particular lo relacionado con el concepto de neutralidad en los jabones y la aplicación del concepto de pH en productos de uso cotidiano como los jabones.
2. El cuestionario incluye 12 preguntas y se contestará en equipo.
3. El equipo está integrado por 4 alumnos, cada alumno contestará individualmente 3 preguntas.
4. La calificación resultante al integrar las respuestas de cada alumno (en total 12 respuestas), será la asignada al equipo.
5. Las respuestas individuales se consideran para evaluar a cada alumno, además de considerar su desempeño durante la realización de la parte experimental.
6. Las preguntas del cuestionario se presentan en el anexo correspondiente.

ANEXO 5-P (Bis)**Cuestionario A (examen)****Proyecto de pH: ¿Qué marca de jabón es la más recomendada?**

1. Cuando haces una medición del pH, ¿qué es lo que estás midiendo en realidad?

2. Con respecto al jabón neutro, ¿qué crees que quiere decir la palabra “neutro” para este producto?

3. ¿Qué es un indicador? ¿Cómo funciona?

Cuestionario B (examen)**Proyecto de pH: ¿Qué marca de jabón es la más recomendada?**

1. ¿Qué ventaja tiene emplear el concepto de pH como lo propuso Sørensen?

2. ¿Consideras que el término “jabón neutro” está correctamente empleado por los fabricantes de ese jabón? Explica.

3. ¿Con respecto a los indicadores, cuando decimos “intervalo de viraje” ¿a qué nos referimos?

Cuestionario C (examen)**Proyecto de pH: ¿Qué marca de jabón es la más recomendada?**

1. ¿Cuándo se habla de neutralidad con qué pH se relaciona y qué significa?

2. Los jabones se obtienen por saponificación, generalmente empleando hidróxido de sodio, el pH de estos es en su mayoría alcalino, ¿por qué resultan irritantes para la piel?

3. ¿Un indicador ácido-base solamente te puede indicar si la sustancia es ácida, básica o neutra, o te puede dar otra información?, explica

Cuestionario D (examen)**Proyecto de pH: ¿Qué marca de jabón es la más recomendada?**

1. Si el jabón dice neutro ¿esperarías que su pH fuera de 7? ¿Por qué?

2. ¿A qué crees que se deba que se recomiende el uso de jabones neutros, sobre todo para personas con piel sensible o para el aseo de ciertas zonas del cuerpo?

3. ¿Qué métodos se pueden emplear para medir el pH?

ANEXO 6-P

Actividad de Evaluación

POWER POINT

Explicando con pruebas

Objetivo

Instruir a los alumnos sobre el manejo y uso de la rejilla de Toulmin para elaborar explicaciones razonadas sustentadas en pruebas, datos o evidencias.

¿Qué hacer?

El power point se envía a los alumnos al correo preestablecido para mantener comunicación, se solicita que lo estudien y las dudas que surjan se resuelven por el mismo medio.

Se envía también el formato de rejilla que se empleará para elaborar el reporte con este recurso (Anexo 15-A).



Diapositivas incluidas en el power point de Explicaciones sustentadas en pruebas

The image displays a collection of 12 presentation slides, numbered 1 through 12, arranged in a grid. Each slide has a purple background with white and yellow text and graphics. The slides are as follows:

- Slide 1:** Titled "ARGUMENTACIÓN Y EVALUACIÓN" with the subtitle "Explicando con pruebas". It features the logo of the Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO).
- Slide 2:** Titled "Aprender ciencias también significa aprender a argumentar". It states "Se propone para la educación" and lists basic competencies: "Capacidad de justificar hechos", "Argumentar ideas y acciones fundamentando creativamente a partir de modelos teóricos", "Que el alumno aprenda a utilizar e interpretar pruebas científicas", "A comunicar conclusiones", and "A identificar los razonamientos que sustentan".
- Slide 3:** Titled "Argumentar en Ciencias". It explains that scientific argumentation is the justification of affirmations from evidence, which advances the field. It notes that scientists reformulate theories, models, and explanations when new evidence emerges, using argumentation.
- Slide 4:** Titled "Argumentar en Ciencias". It states that without debate or communication of ideas, learning is difficult. It emphasizes that argumentation helps students clarify their ideas and that practical work should be in a form that allows for the presentation of experimental evidence to support hypotheses.
- Slide 5:** Titled "Argumentación". It defines argumentation as an intellectual tool for articulating evidence and contributing to civic education.
- Slide 6:** Titled "Argumentación como Evaluación del conocimiento y como práctica científica". It shows a flowchart: "Argumentación" leads to "Evaluación del Conocimiento" and "Pruebas", which then lead to "Evidencia Científica" and "Explicaciones".
- Slide 7:** Titled "Se consideran tres competencias científicas tanto en el marco de la evaluación como en el de los currículos". It lists three steps: "Identificar preguntas y cuestiones científicas", "Analizar y probar las afirmaciones científicas", and "Utilizar pruebas para elaborar y comunicar conclusiones, identificar razonamientos que sustentan".
- Slide 8:** Titled "¿Para qué hay Argumentación?". It shows a flowchart: "Una idea Científicamente correcta y relevante" and "Pruebas y razonamiento científicos" lead to "Puede refutar en diferentes contextos", which then leads to "Métodos, aspectos, elección de contextos (científicos, como los de ciencias, verificados en evidencias, elaboración crítica de argumentos)", which finally leads to "Integrar el uso de pruebas y el aprendizaje de la ciencia".
- Slide 9:** Titled "¿Qué componentes tiene una explicación sustentada en pruebas?". It asks "¿Para qué sirven las pruebas? Para sustentar o refutar una explicación científica. Un modelo que permite que el alumno distinga entre datos y justificaciones es el de Toulmin, quien explica que todo argumento está formado por tres componentes principales". It lists "Conclusión", "Pruebas", and "Justificación".
- Slide 10:** Titled "Sin embargo, el argumento más completo incluirá siete componentes". It shows a diagram with seven components: "Datos", "Métodos", "Evidencias", "Razonamiento", "Contexto", "Justificación", and "Conclusión".
- Slide 11:** Titled "Rejilla de Toulmin". It shows a diagram of the Toulmin model of argumentation, with boxes for "Claim", "Data", "Warrant", "Backing", "Qualifier", and "Rebuttal".
- Slide 12:** Titled "Referencias". It lists four references:
 1. Estrada, A. (2018). Argumentar en ciencias. *Ateneo de México de las Ciencias Experimentales*, No. 43, pp. 9-20.
 2. Jiménez, A., Gallegos, J., Torres, C., Puga, B. (2008). *Academias para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias*. UNAM, Secretaría de Investigación.
 3. Jiménez, F., Puga, B. (2010). Argumentación y evaluación de competencias científicas en ciencias: el caso de la biología. *Ateneo de México de las Ciencias Experimentales*, No. 33, pp. 13-18.
 4. Jiménez, F., Puga, B. (2011). *Formación y evaluación de competencias científicas en ciencias: el caso de la biología*. UNAM, Secretaría de Investigación.
 5. López, L., Ruiz, J., Puga, B. (2012). *El uso de pruebas y la argumentación en ciencias: el caso de la biología*. *Ateneo de México de las Ciencias Experimentales*, No. 37, pp. 10-15.

Este material se puede consultar en: <https://bit.ly/2LX3Sin>

ANEXOS PARA EL ALUMNO

ANEXO 1-A

Lectura

IGUAL, PERO DIFERENTE: ARRHENIUS

Adaptado por Celia Sánchez Mendoza

Desde la época de los alquimistas se conocían algunas propiedades de los ácidos y de los álcalis, estos se definían básicamente por su sabor, los ácidos por su sabor agrio, algunas frutas como los limones, contienen ácido cítrico, el vinagre de las ensaladas tiene ácido acético, el ácido muriático (que es el ácido clorhídrico comercial), se emplea para limpiar baños, etc.; de hecho, la palabra ácido procede del latín *acidus* que significa *agrio*.

Los álcalis por su parte tienen un sabor amargo y se sienten resbalosas al tacto, algunos ejemplos son, hidróxido de potasio, ciertos limpiadores de baño a base de “amonía” o los destapa caños que contienen sosa cáustica; la palabra álcali procede del término árabe al-quili, que significa “cenizas de plantas”. En 1754 Guillaume-Francois Rouelle (1703-1770) cambió el término de álcali a Base.

El papel del oxígeno en las combustiones fue descubierto a finales del siglo XVIII, lo que motivó que estas reacciones fueran el foco de atención de los investigadores.

Antoine Lavoisier (1743-1794) realizó combustiones de elementos no metálicos como el azufre, el fósforo, el carbono; los óxidos que se obtenían producían ácidos en disolución con el agua. Así al oxígeno lo consideró un “generador de ácidos” indicando con esto que el principal componente de los ácidos era el oxígeno, en 1777. Desde el punto de vista de Lavoisier las bases derivaban de óxidos de elementos metálicos.

En 1810 Humphry Davy (1778-1829), demostró que el ácido muriático estaba constituido por hidrógeno y cloro y propuso que todos los ácidos contenían hidrógeno, las bases se seguían considerando sólo como neutralizadoras de ácidos, pero no se conocía ninguna composición especial de éstas.

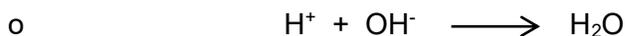
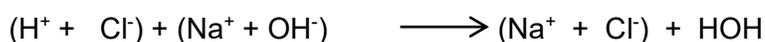
En 1884, Svante Arrhenius (1859-1927) estudiando el carácter conductor de las disoluciones acuosas, introduce la teoría de la disociación, por la cual fue merecedor del Premio Nobel en 1903, explica que las disoluciones conducen la corriente eléctrica por que al disociarse se forman iones.

En vista de que se sabía que los ácidos contenían hidrógeno, Arrhenius decía que al disociarse producirían iones H^+ y iones negativos formados por el resto de la molécula, por lo que relacionó las propiedades ácidas de las sustancias al ion hidrógeno (H^+) y definió los ácidos como las “*sustancias que producen H^+ en disolución acuosa*” y las bases fueron definidas análogamente como las “*sustancias que producen iones OH^-* ”.

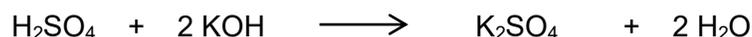
Considerando este modelo las bases están limitadas a sustancias que contengan grupos OH^- .

En la reacción entre un ácido y una base se forma agua y como subproducto, una sal.

La reacción entre el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio se puede expresar como:



Otra reacción de un ácido de Arrhenius sería:



Los ácidos, las bases y las sales tienen una gran importancia en la vida cotidiana, ya sea para fabricar fertilizantes, pigmentos, para que crezcan ciertas plantas; la acidez y la basicidad juega un papel esencial en algunos sistemas, químicos, biológicos y geológicos; en la industria alimentaria, en la cosmetología, etc.

Referencias

De Vos, W., Pilot, A. (2001) Acids and Bases in Layers: The Stratal Structure of an Ancient Topic. *Journal of Chemical Education*. Vol 78 No. 4, 494-499

Drechsler, M., Schmidt, H. (2005) Textbooks' and teachers' understanding of acid-base models used in chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*. 6 (1), 19-35

Garritz, A. y Chamizo, J.A. (2001) *Tú y la Química*. Prentice Hall. México

Jensen, W. (2006). The Origin of the Term “Base”. *Journal of Chemical Education*. 83(8), 1130

Anexo 2-A
Actividad de Evaluación
Cuestionario
Arrhenius

Grupo _____

Integrantes del equipo

¿Qué hacer?

Analicen las siguientes preguntas, reflexionen sus respuestas y argumenten éstas con la información proporcionada en la lectura ***Igual pero diferente: Arrhenius***

1. ¿Por qué se descartó la propuesta de Lavoisier para los ácidos?
2. ¿Por qué la propuesta de Davy sustituyó a la de Lavoisier?
3. ¿Cómo define Arrhenius a los ácidos y a las bases?
4. ¿Por qué se aceptó el modelo de Arrhenius si Lavoisier primero y luego Davy ya habían definido a los ácidos?

ANEXO 3-A
TABLA DEL TIEMPO
Ácidos y bases

¿Qué hacer?

Empleando la información presentada en las lecturas realizadas sobre ácidos y bases y otras fuentes confiables que tú elijas, desarrolla una tabla del tiempo para Ácidos y Bases, de acuerdo al siguiente formato.

Esta tabla la deberás iniciar una vez que realices la lectura de Arrhenius y la concluirás, para su entrega, después de la lectura de Brönsted-Lowry. Puedes agregar las filas que sean necesarias.

Tabla del Tiempo para Ácidos y Bases

<i>Fecha o año de aportación</i>	<i>Nombre del científico</i>	<i>Año de nacimiento y muerte</i>	<i>Aportación realizada</i>
<i>Comentarios</i>			

ANEXO 4-A

Ejercicios

UN POCO MÁS: Arrhenius

A continuación encontrarás una lista con fórmulas de ácidos y bases. Anota cada ejemplo en la columna que corresponda: ácido o base según lo consideres. Deberás fundamentar por qué lo clasificas así, tomando como referencia lo que aprendiste en la lectura *“Igual, pero diferente: Arrhenius”*.

Ejemplo	Ácido	Base	Fundamento
HNO_3			
KOH			
H_2SO_4			
HBr			
$\text{Mg}(\text{OH})_2$			
NaOH			
$\text{Al}(\text{OH})_3$			
H_3PO_4			
H_2CO_3			
NH_4OH			

ANEXO 5-A

Lectura

IGUAL, PERO DIFERENTE: BRÖNSTED-LOWRY

Adaptado por Celia Sánchez Mendoza

Explicar las propiedades básicas del amoníaco usando el modelo de Arrhenius, es complicado y no se ajusta estrictamente a éste, se tiene que considerar la formación del NH_4OH (que casi no existe), como un intermediario, que se produce en la reacción entre el amoníaco y el agua:



Y en segundo paso la disociación $\text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

Pero en 1923 Johannes Nicolaus Brönsted (1879-1947) y casi al mismo tiempo Thomas Martin Lowry (1874-1936), en forma independiente, propusieron una definición general para los ácidos y las bases.

Definen a los ácidos como las sustancias que *donan protones* y las bases como las sustancias que *aceptan protones*.

Los ácidos pueden ser iones positivos (cationes), moléculas neutras o iones negativos (aniones), mientras que las bases pueden ser iones negativos o moléculas neutras.

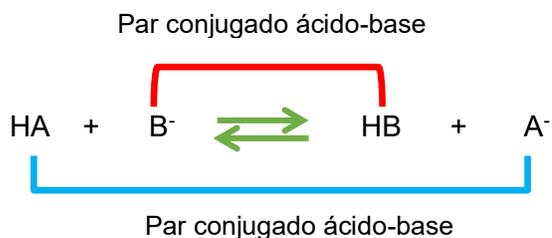
Los ácidos y las bases existen en ambos lados de la ecuación química.

Cuando un ácido dona un protón se obtiene una base. Por ejemplo, si el ácido HA dona un protón se obtiene la base A^- . Si la base B^- acepta un protón, se obtiene el ácido HB. Un ácido y una base, relacionados de esta forma, constituyen un par conjugado ácido-base.

Un protón transferido de acuerdo al modelo de Brönsted-Lowry, puede escribirse así:



o



Anexo 6-A
Actividad de Evaluación
Cuestionario
Brönsted-Lowry

Grupo _____	Integrantes del equipo

¿Qué hacer?

Analicen las siguientes preguntas, reflexionen sus respuestas y argumenten éstas con la información proporcionada en la lectura ***Igual pero diferente: Brönsted-Lowry***

1. ¿Cómo definen Brönsted-Lowry a los ácidos y a las bases?
2. ¿Por qué hubo necesidad de cambiar el modelo de Arrhenius?
3. Si comparamos los modelos de Arrhenius y de Brönsted-Lowry, ¿existen limitaciones de alguno de ellos con respecto al otro?, ¿cuáles son?
4. ¿Qué ejemplos propones de ácidos y de bases, para cada modelo?
5. ¿Cómo explicas lo que es un par conjugado?
6. ¿Cambiarías tu predicción del POE: ¡Ah claro, otro modelo!?

ANEXO 7-A

Ejercicios

OTRO POCO MÁS: Brønsted-Lowry

A continuación encontrarás una lista de fórmulas de ácidos y bases. Para cada ejemplo deberás anotar la palabra ácido o base en la columna de Arrhenius o de Brønsted-Lowry según lo consideres. Deberás fundamentar por qué lo clasificas así, tomando como referencia lo que aprendiste en la lectura “Igual, pero diferente”.

Ejemplo	Arrhenius	Bronsted-Lowry	Fundamento
HCO_3^{1-}			
KOH			
H_2SO_4			
NH_4^{1+}			
HPO_4^{2-}			
NH_2^{1-}			
$\text{Al}(\text{OH})_3$			
HBr			
$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$			
CO_3^{2-}			

**ANEXO 8-A
PARA EL ALUMNO**

EXPERIENCIA POE
Conociendo a Brönsted-Lowry

Recursos

Tubo de polimetacrilato o vidrio de 50 cm de longitud y 2 cm de diámetro

Dos tapones de hule que se ajusten al tubo

Torundas de algodón o palillos con punta de algodón

Tira de papel filtro de 51 cm de largo por 5 mm de ancho

Frasco con extracto de col morada

Frasco gotero con Ácido Clorhídrico concentrado (12M)

¿Qué hacer?

En equipos de 4 y una vez escrita su predicción o hipótesis y conocidas ya las medidas de seguridad con respecto al manejo del amoníaco y el ácido clorhídrico, inicien la preparación de su dispositivo de reacción según se muestra en la Figura 1 al final de este documento.

Deberán colocarse su equipo de seguridad (lentes, guantes, cubrebocas).

Inserten la tira dentro del tubo con cuidado para que no se rompa, dejando un pequeño borde fuera del tubo para fijarla por fuera de él.

La parte siguiente deberán trabajarla en la campana de extracción.

Coloquen los palillos con algodón a los tapones del tubo, procurando que queden firmemente dentro de él.

Al mismo tiempo coloquen con sumo cuidado dos gotas de ácido clorhídrico a cada algodón de los palillos de un tapón y simultáneamente a los del otro tapón coloquen dos gotas de amoníaco a cada algodón de los palillos.

Inmediatamente después y también al mismo tiempo introduzcan ambos tapones dentro del tubo, tapando perfectamente para que no haya fugas ni se rompa la tira de papel filtro.

Identifiquen qué sustancia quedó en de cada lado del tubo y realicen todas sus observaciones sobre lo que esté ocurriendo dentro del tubo.

FIGURA No. 1 Dispositivo para llevar a cabo la reacción



¿Cuál es su explicación?

ANEXO 9-A
Actividad de evaluación
Elaboración y diseño de un díptico
Dos modelos

¿Qué hacer?

Diseñar y elaborar un díptico, en la parte interna del lado izquierdo detallará las características y limitaciones del modelo de Arrhenius y en la derecha las características y limitaciones del modelo de Brönsted-Lowry.

En la parte externa quedará la portada y en la última hoja del díptico anota tu nombre, tu grupo, la postura que hayas elegido explicando en qué fundamentas esa elección.

Las posturas a elegir se mencionan más abajo, recuerda fundamentar tu elección.

Nombre Grupo Postura	Carátula
4	1

Modelo Arrhenius	Modelo Brönsted-Lowry
2	3

Las Posturas a elegir son:

1. El modelo de Arrhenius se incluye en el Modelo de Brönsted-Lowry.
2. El modelo de Brönsted-Lowry es un complemento del modelo de Arrhenius.
3. El modelo de Arrhenius y el de Brönsted-Lowry, son modelos diferentes.

Además de las actividades desarrolladas sobre ambos modelos, se sugiere consultes la siguientes ligas para que amplíes su información.

<http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4856/html/index.html>

http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/acidosbases/historia.html?0&0

<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/lentiscal/1-cdquimica-tic/HistoriaCiencia/Historia%20de%20Acidos%20y%20BasesB.pdf>

<http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/10863/1/CC%2050%20art%2026.pdf>

ANEXO 10-A
Serie de ejercicios
PARES CONJUGADOS

Nombre _____ **Grupo** _____

Lee atentamente cada inciso, reflexiona tu respuesta y contesta lo que se solicite en cada caso.

- Elige la ecuación en la que el Carbonato ácido de sodio esté actuando como un ácido de Brönsted-Lowry
 - $\text{HCO}_3^- (\text{ac}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 (\text{ac}) + \text{OH}^- (\text{ac})$
 - $\text{HCO}_3^- (\text{ac}) + \text{OH}^- (\text{ac}) \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} (\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{HCO}_3^- (\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+ (\text{ac}) \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- En la siguiente ecuación elige el inciso que incluya las bases de Brönsted-Lowry, que participan en la reacción:

$$\text{H}_2\text{PO}_4^- (\text{ac}) + \text{HCl} (\text{ac}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_4 (\text{ac}) + \text{Cl}^- (\text{ac})$$
 - Cl^-
 - H_3PO_4 y HCl
 - El H_2PO_4^-
 - El H_2PO_4^- y Cl^-
- Escribe la base conjugada de las siguientes especies:
 - CH_3COOH
 - H_2PO_4^-
 - NH_4^+
 - HF
- Escribe el ácido conjugado de las siguientes especies:
 - NH_3
 - CH_3COO^-
 - HPO_4^{2-}
 - H_2O
- Para cada ácido o base, indica la base o el ácido conjugado que se solicitan
 - H_2O puede actuar como ácido. ¿Cuál es su base conjugada?
 - H_2O puede actuar como base. ¿Cuál es su ácido conjugado?
 - HSO_4^- puede actuar como ácido. ¿Cuál es su base conjugada?
 - HSO_4^- puede actuar como base. ¿Cuál es su ácido conjugado?

ANEXO 11-A
Actividad de evaluación
Pares Conjugados

Objetivo

Identificar los pares conjugados

Distinguir entre ácidos o bases en pares conjugados

¿Qué hacer?

En internet abrir un buscador, colocar la liga: <https://bit.ly/2kJjgCA>

Se despliega la herramienta, se siguen las instrucciones de la diapositiva 2.

Conforme se van resolviendo los ejemplos, se va llenando la hoja de reflexión del anexo 10-A



ANEXO 12-A
Actividad de autoevaluación
Pares Conjugados (Reflexionemos)

Alumno _____ **Grupo** _____

Objetivos

Realizar una autoevaluación de tu aprendizaje.

Que reflexiones sobre las limitaciones que enfrentas para contestar correctamente en el primer intento de tu respuesta.

¿Qué hacer?

Conforme vayas contestando los ejercicios del power-point de Pares Conjugados, ve anotando en la pregunta correspondiente de la tabla, en qué intento (click) contestaste correctamente y anota tu reflexión sobre los aspectos que crees que interfirieron en tu respuesta. (No entendiste, no estabas preparado, no analizaste lo suficiente la pregunta, etc.)

Se honesto y responsable en tus respuestas, recuerda que estás autoevaluando tu aprendizaje.

No.	1er intento	2º intento	3er intento	Reflexión
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

ANEXO 13-A
Serie de ejercicios
pH

Contesta lo que se solicita

1. El ácido nítrico se utiliza en la producción de fertilizantes, colorantes y explosivos. Calcula el pH de una disolución de este ácido, que tiene una concentración de 0.35 M

2. Un jugo de limón tiene una concentración de 3.98×10^{-3} M de iones hidrógeno, calcula su pH

3. Calcula el pH que corresponde a cada una de las concentraciones del ion hidróxido que se dan. Indica si cada disolución es ácida, básica o neutra.

a) $[\text{OH}^-] = 1.4 \times 10^{-5}$ M

b) $[\text{OH}^-] = 9.35 \times 10^{-11}$ M

4. Calcula el pH que corresponde a cada uno de los pOH que se dan, indica si cada disolución es ácida, básica o neutra.

a) $\text{pOH} = 4.32$

b) $\text{pOH} = 8.90$

5. Calcula el pOH que corresponde a cada uno de los pH que se dan, indica si cada disolución es ácida, básica o neutra.

a) $\text{pH} = 1.02$

b) $\text{pH} = 13.4$

6. Para cada concentración de iones hidronio que se da calcula la concentración de iones hidróxido, y viceversa. Proporciona también el pH e indica que muestras son ácidas, básicas o neutras

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

c) $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-5} M$

7. Una disolución saturada de leche de magnesia, $Mg(OH)_2$ tiene un pH de 10.52. ¿Cuál es la concentración de ion hidronio en esta disolución? ¿Cuál es la concentración de ion hidróxido? Indica si la disolución es ácida o básica.

8. El jugo de toronja tiene un pH de 3.2. Calcula su concentración de iones hidrógeno.

REFERENCIAS:

Burns R. (1996). *Fundamentos de Química*. 2ª. Edición. Prentice Hall Hispanoamericana.

Chang R. (2006). *Química general para bachillerato*. Mc. Graw Hill Interamericana.

Kotz J., Treichel P., Harman P. (2003). *Química y reactividad química*. 5ª. Edición. Thomson Editores.

Zumdahl S. (2000). *Fundamentos de Química*. Mc. Graw Hill

ANEXO 14-A

Actividad de desarrollo

pH: ¿Qué marca de jabón es la más recomendada?

Escenario

El problema de Mica

Mica, una alumna de quinto año y amiga de Teresa, le comentó que en la clase de Educación para la Salud, el profesor habló sobre la higiene de los órganos sexuales, entre otros cuidados mencionó que tanto los hombres como las mujeres deberían lavarse su zona íntima con jabón neutro, eso llamó su atención y le preguntó al profesor alguna marca que él recomendara, sin embargo la respuesta del profesor no la dejó satisfecha, él contestó que se fijara en la etiqueta y que si decía “jabón neutro” ese estaba bien.

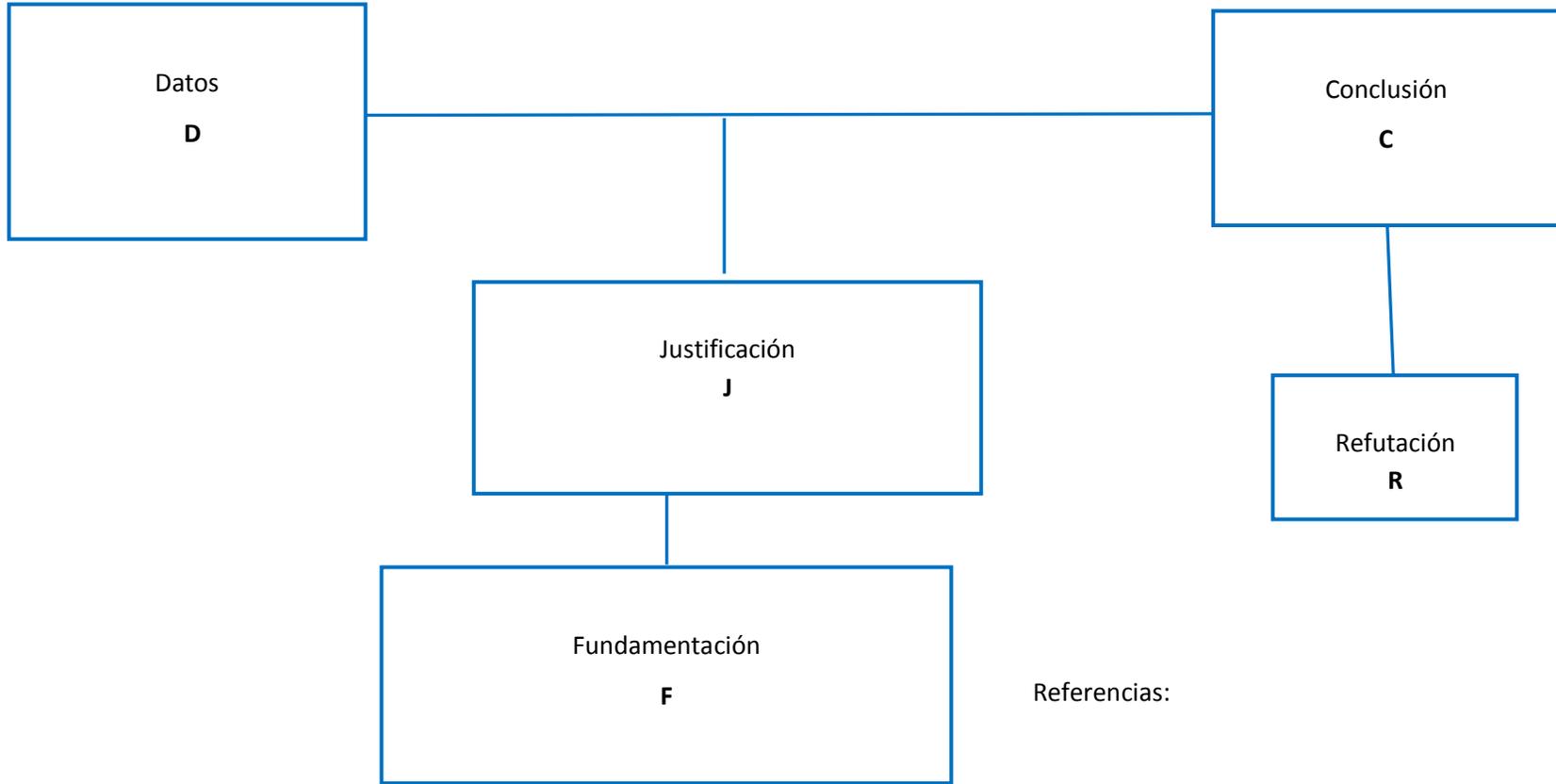
Ella sabe que su amiga está en el último año de prepa y que está llevando otro curso de Química, por lo que le dice que si podría hacer algún experimento que le indicara sin lugar a dudas qué marca de jabón neutro es mejor y que además le explique detalladamente cómo comprueba que el jabón de esa marca realmente es neutro, dado que ella es muy incrédula.

Teresa no se siente segura sobre qué hacer así que recurre a sus compañeros de clase y les expone la situación.

¿Qué podemos hacer y cómo le explicamos a Mica por qué recomendamos esa marca de jabón?

ANEXO 15-A

Rejilla de argumentación de Toulmin



Anexo 16-A

Actividad de Evaluación

Guía para la rúbrica de coevaluación-autoevaluación

Proyecto de pH: *¿Qué marca de jabón es la más recomendada?*

Objetivo

Evaluar el desempeño de tus compañeros de equipo y al mismo tiempo evaluar tu propio trabajo en el equipo, durante las actividades planteadas en el ABP de pH
¿Qué marca de jabón neutro es mejor?

¿Qué hacer?

Anota una (X) en la opción que mejor describa el trabajo del compañero que estás evaluando, incluye tu nombre y realiza tu propia evaluación.

Es importante que seas honesto con tus selecciones, así tu compañero y tú mismo, reflexionarán acerca de lo que pueden mejorar.

Los valores asignados van del 1 al 3

La rúbrica se presenta a continuación.

ANEXO 17-A**Rúbrica de coevaluación-autoevaluación para Actividad 7****Proyecto de pH: ¿Qué marca de jabón es la más recomendada?****Nombre** _____ **Grupo** _____**Objetivo**

Evaluar el desempeño de tus compañeros de equipo y al mismo tiempo evaluar tu propio trabajo en el equipo, durante las actividades planteadas en el ABP de pH
¿Qué marca de jabón neutro es mejor?

¿Qué hacer?

En la primera fila anota el nombre completo de cada compañero incluyendo el tuyo, ocupando una columna para cada nombre.

Anota una (X) en la opción que mejor describa el trabajo del compañero que estás evaluando, realiza tu propia evaluación en la columna que tiene tu nombre.

Es importante que seas honesto con tus selecciones, así tu compañero y tú mismo, reflexionarán acerca de lo que pueden mejorar.

Rúbrica de coevaluación-autoevaluación

Nombre _____

Grupo _____

Puntaje	Nombre completo del compañero a evaluar				
3	Participó activamente durante la revisión de la literatura				
2	Participó ocasionalmente durante la revisión de la literatura				
1	No participó durante la revisión de la literatura				
3	Dio sugerencias fundamentadas que aportaron en el desarrollo experimental				
2	Dio sugerencias pero no aportaron al desarrollo experimental				
1	No dio sugerencias se limitó a seguir lo que se le decía				
3	Conoce todos los conceptos revisados y los aplica efectivamente durante el experimento				
2	Conoce algunos conceptos y los aplica durante el experimento				
1	Desconoce la mayoría de los conceptos que se están aplicando				
3	Participó activamente durante el desarrollo del experimento				
2	Tuvo algunas participaciones durante				

	el desarrollo del experimento				
1	No participó, se limitó a ver lo que hacían los demás o lava el material				
	Puntaje total				

ANEXO 18-A

Lectura

Amortiguadores en la sangre

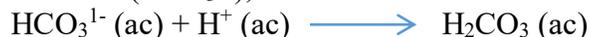
El pH del plasma sanguíneo de las personas se mantiene a un nivel constante. Si el pH baja de 7.35 se tiene una condición conocida como acidosis; si sube de 7.45, se tiene una alcalosis.

Cuando el pH llega a elevarse por encima de 7.8 o a descender a menos de 6.8 (debido a respiración defectuosa, inanición, insuficiencia renal u otra enfermedad), la persona puede sufrir daños irreversibles en el cerebro, o incluso morir.



Por fortuna, la sangre humana tiene tres sistemas amortiguadores, de los cuales el más importante es el sistema amortiguador de hidrógeno carbonato/ácido carbónico ($\text{HCO}_3^{1-}/\text{H}_2\text{CO}_3$).

Si penetran ácidos (iones hidrógeno) en la sangre, son “capturados” por el hidrógeno carbonato (HCO_3^{1-}), con formación de ácido carbónico (H_2CO_3) que es un ácido débil.



Mientras que exista suficiente hidrógeno carbonato capaz de “atrapar” el ácido adicional, el pH sufre pocos cambios.

El H_2CO_3 es el otro integrante del sistema amortiguador, este se ioniza en pequeña proporción para formar iones hidrógeno e iones hidrógeno carbonato en disolución.



Cualquier base que entre al torrente sanguíneo eliminará estos iones hidrógeno y formará agua, pero se ionizan más moléculas de ácido carbónico para reponer los iones hidrógeno eliminados de la solución. A medida que se consumen las moléculas de ácido carbónico, se puede formar más de este compuesto a partir de la cantidad de CO_2 que se encuentre disuelto en sangre.



Otro sistema amortiguador en la sangre es el de

dihidrógenofosfato/monohidrógenofosfato ($\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}/\text{HPO}_4^{2-}$). El exceso de ácido reacciona con el monohidrógenofosfato (HPO_4^{2-}), formando el ácido conjugado débil, dihidrógenofosfato ($\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$).

Cualquier exceso de base en el torrente sanguíneo se unirá al ion hidrógeno que

*Los amortiguadores de la sangre mantienen su pH en 7.4. Cuando hay una situación de emergencia, por ejemplo que una persona deje de respirar, se eleva el nivel de CO_2 en la sangre y se provoca una condición conocida como **acidosis**.*

*Otra situación es la hiperventilación debida a estrés físico o mental. La persona respira a tal rapidez que **elimina demasiado CO_2** de los pulmones, generándose una **alcalosis**. En estos casos se produce dolor en el pecho, aturdimiento o sensación de hormigueo en los labios o cerca de la boca. Respirar dentro de una bolsa de papel repone el CO_2 del cuerpo y elimina el desequilibrio.*

libere el dihidrógenofosfato, para generar agua.

Las proteínas también actúan como amortiguador sanguíneo ya que contienen en su estructura, iones carboxilato ($-\text{COO}^{1-}$) que actúan como receptores de iones hidrógeno; y iones $-\text{NH}_3^{1+}$ que son capaces de donar iones hidrógeno para reaccionar con el exceso de base para formar agua.

Estos tres amortiguadores pueden mantener constante el pH de la sangre, pero, la capacidad amortiguadora tiene un límite. Se presentan situaciones críticas cuando ingresan grandes cantidades de ácido o base al organismo o cuando se altera el metabolismo en grado considerable.

Adaptado por Celia Sánchez Mendoza, de: Burns, R. (2003). "Fundamentos de Química" 4ª Edición. Pearson Educación p-498

ANEXO 19-A
Cuestionario
Amortiguadores en la sangre

Nombre _____ Grupo _____

¿Qué hacer?

Lee atentamente las preguntas, reflexiona tus respuestas y contesta, apoyándote con la lectura ***Amortiguadores en la sangre.***

1. ¿Cuál es el pH normal de la sangre?
2. ¿Qué rango de pH puede poner en peligro de muerte, a una persona?
3. ¿Por qué un aumento de CO₂ en sangre produce una acidosis?
4. ¿Por qué una disminución brusca de CO₂ en sangre genera una alcalosis?
5. ¿Por qué respirar dentro de una bolsa de papel mejora la alcalosis?
6. Menciona los sistemas amortiguadores con que cuenta el organismo.
7. ¿Qué tipo de sustancias son los amortiguadores?
8. Explica con ecuaciones cómo funciona el amortiguador dihidrógenofosfato/monohidrógenofosfato (H₂PO₄¹⁻/HPO₄²⁻).
 - a) Cuando se adiciona un ácido
 - b) Cuando se adiciona una base

Puedes apoyarte de la animación que presentan en la siguiente liga:

<http://www.ehu.eus/biomoleculas/buffers/buffer.htm>

Requieres tener instalado Adobe y Flash Player

9. Explica ¿cuándo deja de funcionar adecuadamente un amortiguador?

ALGUNAS EVIDENCIAS DE ALUMNOS

POE: ¡AH CLARO! OTRO MODELO

POE

Dalgado Buendía Ismael 606A

NaHCO_3 Predicción: Yo pienso que ambos son ácidos.
 NH_3 - Tengo dudas con el NaHCO_3 ya que la unión con el sodio puede impedir que el hidrogeno se libere.

- Pienso que el amoniaco es ácido porque en los cultivos (Agricultura) el abono de amoniaco puede acidificar la tierra.

Observaciones:

- El carbonato de sodio (Con el nombre ya sabemos que no es ácido) se disolvió en agua.

- Tanto el NaHCO_3 como el NH_3 dieron un valor mayor de 7 al medir su pH con tiras.

Los siguientes son los valores según la aproximación del color de tres compañeros:

	Nivel de pH	1	2	3	
NaHCO_3		9	10	9	∴ base
NH_3		13	12	10	∴ base

∴ - El frasco de amoniaco era hidróxido de amoniaco, creo. No sé si tenga que ver con eso.

- No tiene sentido el modelo de Arrhenius, no se puede liberar OH del NaHCO_3 ni del NH_3 .

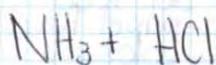
Conclusiones:

- Ambas sustancias están en disolución acuosa y por eso liberaron iones OH . X~~is~~ / falso

POE: CONOCIENDO A BRÖNSTED-LOWRY

Mar López Diana Laura

Predicción.



amoníaco A. clorhídrico.

Yo creo que si se juntan estas dos sustancias habrá una neutralización pues el amoníaco es base y el ácido clorhídrico es ácido, y al reaccionar dará como resultado una sal y agua.

Observaciones.

- Algo que noté es que el HCl aunque en el frasco es de forma líquida, al abrir la botella, inmediatamente sale en forma de vapor.

Inmediatamente después de que colocamos los algodones ambos lados del papel (humedecido con cal morada) comenzaron a colorearse, el HCl de color rosa intenso y el amoníaco de color verde.

Pero conforme fueron pasando los minutos, el papel del lado del amoníaco comenzó a tomar un color amarillo y el color verde se esparció por lo largo del papel, pero el HCl solo avanzó un poco y dejó de avanzar.

Después de unos 20 min el papel se tornó de un color azul y cerca del HCl se formó un arco alrededor del tubo con gotitas de agua.

Explicación:

Yo creo que si hubo una reacción de neutralización pues cuando se unieron el ácido y la base el papel filtro, en una pequeña porción, quedó en un color intermedio.

DÍPTICO: DOS MODELOS

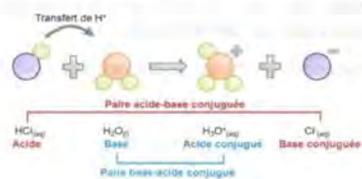
Nombre: Hernández Trejo Samantha Grupo: 606-A

Química IV Área II

Postura

Según lo que hemos estudiado yo pienso que el modelo de Bronsted-Lowry es un complemento del modelo de Arrhenius ya que el modelo de Arrhenius si da una explicación para ciertas sustancias pero no a todas y lo que hace el modelo de Bronsted-Lowry es dar una explicación para las sustancias que no cubría el modelo de Arrhenius, es una definición más general y aunque aun así con este modelo quedaron excepciones fueron más tarde cubiertas por otros modelos.

No pueden ser modelos diferentes ya que tratan del mismo tema, es más bien una ampliación de la información dada por Arrhenius.



Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional Preparatoria Plantel 2

"Erasmu Castellanos Quinto"

Modelos de Arrhenius y Bronsted-Lowry



Johannes Nicolaus Bronsted



Thomas Martin Lowry

Modelo de Arrhenius.

El químico-físico S.A. Arrhenius estudió el carácter conductor de las disoluciones acuosas. Llegó a introducir la teoría de la disociación explicando que estas disoluciones conducen la corriente eléctrica porque el electrolito se disocia formando iones (átomos o grupos de átomos con carga eléctrica).

Arrhenius explicaba el carácter conductor de las disoluciones acuosas de los ácidos de la siguiente manera: **ácido es aquella sustancia que, en disolución acuosa, se disocia dando iones hidrógeno (H^+).**

Las disoluciones acuosas de las bases también conducen corriente eléctrica y Arrhenius las definía como: **base es aquella sustancia que, en disolución acuosa, se disocia dando iones hidroxilo (OH^-).**

Su teoría no fue muy bien recibida al principio ya que tiene ciertas limitaciones como:

- No existía explicación para que los iones estuvieran separados y no volvieran a juntarse.
- Las propiedades de los iones debían ser semejantes a las de la sustancia simple con el mismo elemento.

Modelo Bronsted-Lowry

El químico danés Johannes Bronsted y, paralelamente, el químico británico Thomas Lowry formularon una teoría que respondía cuestiones que aún no estaban explicadas como:

- Algunos óxidos o sales que no tienen átomos de hidrógeno intercambiables y, en sus disoluciones acuosas tienen propiedades ácidas.
- Otras sustancias no tienen grupos hidroxilos y al disolverlos en agua presentan propiedades básicas.
- Existen procesos de neutralización que transcurren en otros disolventes o en ausencia de ellos.
- Los iones H^+ no pueden existir libres en disolución acuosa, uniéndose al agua formando iones H_3O^+ .

Definiendo a los **ácidos** como sustancias que **donan protones** y que actúan como **bases** si los **aceptan** (son llamadas sustancias **anfipróticas**).

Las reacciones ácido/base las podemos escribir:

Par conjugado ácido/base



Par conjugado ácido/base

REFERENCIAS

- Ametller, J., Leach, J., y Scott, P. (2009). Hacia un modelo de conexión entre la teoría y la práctica en el aula para el diseño y la evaluación de la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2803-2808. En <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2803-2808.pdf>
- Arrhenius (1887). *On the Dissociation of Substances Dissolved in Water* Zeitschrift fur physikalische Chemie, I, 631.
- Bachelard, G. (1979). *La formación del espíritu científico*. Capítulo I. La noción del obstáculo epistemológico. Editorial Siglo XXI, pp 15-21
- Barrel, J. (1999): *Aprendizaje basado en Problemas, un enfoque investigativo*. Buenos Aires, Editorial Manantial.
- Birgili, B. (2015). Creative and Critical Thinking skills in Problem-based Learning Environments. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 2(2), 71-80
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A Theory of Knowledge. *Journal of Chemical Education*. 63(10), 873-887
- Bourdieu, P., y Passeron, J. C. (1979). *La reproducción. Elementos para una teoría del sistema de enseñanza*, Barcelona: Editorial Laia.
- Branda, L. A. (2009). El aprendizaje basado en problemas. De herejía artificial a res popularis. *Educación Médica*, 12 (1), 11-23
- Bravo, B., Puig, B., y Jiménez, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación Química*. De Aniversario. 137-142
- Bravo, B., y Jiménez M. P. (2010). ¿Salmones o sardinas? Una unidad para favorecer el uso de pruebas y la argumentación en ecología. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (63), 19-25

Brönsted, J. N. (1923). *Rev. Trav. Chim.* 42, 718

Brown, T., LeMay, E., Bursten, B., y Burnsten, J. (2004). *Química. La ciencia Central*. 9ª. Edición, pp 612-649. México: Pearson Educación.

Brophy, J. (2001). *Subject-Specific Instructional Methods and Activities*. Advances in Research on Teaching. Volume 8, 1-23 Elsevier Science Ltd.

Burns, R. (2003). *Fundamentos de Química*. Segunda Edición, pp 469-501. México: Prentice Hall Hispanoamericana.

Caamaño, A., Mayos, C., Maestre, C., y Ventura, T. (1982). Consideraciones sobre algunos errores conceptuales en el aprendizaje de la Química en el bachillerato. *Enseñanza de las ciencias*, pp 198-200. Comunicación presentada en las primeras jornadas de investigación didáctica de la física y la química. Valencia.

Caamaño, A. (2003). Modelos híbridos en la enseñanza y en el aprendizaje de la química. *Alambique. [Versión electrónica]. Revista Alambique* 35, 6 p.

Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿Una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 39, 8-19

Caamaño, A. (2006). Retos del currículum de química en la educación secundaria. La selección y contextualización de los contenidos de química en los currículos de Inglaterra, Portugal, Francia y España. IV Jornadas Internacionales. *Educación Química* 17(X), 195-208.

Caamaño, A. (2006). Repensar el currículum de química en el bachillerato. Primera trobada de professors de Química de batxillerat. Barcelona, pp 1-12

Caamaño, A. (2010). Argumentar en ciencias. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63, 5-10

Caamaño, A. (2013). Els models d'Arrhenius i de Brönsted-Lowry en la modelització dels acids i les bases: presentació anhistorica i modelització híbrida. *Educació Química*, 16, 24-31 Societat Catalana de Química.

Callone, C., y Torres, N. (2013). ¿Por qué las representaciones semióticas pueden ser obstáculos para la comprensión? Un estudio en el tema ácido-base. *Educación Química*. 24(3), 288-297

Campanario, J. M., y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192

Campanario, J. M. (1995). Los problemas crecen: a veces los alumnos no se enteran de que no se enteran. *Aspectos didácticos de Física y Química (Física)*, 6, 87-126.

Cano, A. (2007). Cognición en el adolescente según Piaget y Vygotski. ¿Dos caras de la misma moneda? *Boletín Academia Paulista de Psicología*, 28(2), 148-166 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94627214>

Carrascosa, J., Gil, D., Vilches, A., Valdés, P. (2006) Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física.*, 23(2), 157-181

Carrera, B., Mazzarella, C. (2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educere*, 5(13), 41-44

Carretero, M., y León, J. A. (1990). Capítulo 21. Desarrollo cognitivo y aprendizaje en la adolescencia. En J. Palacios, A. Marchesi y C. Coll (comps.) *Desarrollo psicológico y educación, I. Psicología evolutiva*. Madrid: Alianza, p 7

Carretero, M. (2005). *Constructivismo y Educación*, 1ª. Reimpresión. México: Editorial Progreso.

Casas, M., Bosch, D. y González, N. (2005). Las competencias comunicativas en la formación democrática de los jóvenes: describir, explicar, justificar, interpretar y argumentar. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 4, 39-52

Champagne, A. B., Klopfer, L. E., and Anderson, J. H. (1980). Factors influencing learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48, 1074-1079.

Chamizo José Antonio (ed.) (2007) La esencia de la química. Reflexiones sobre filosofía y educación. Izquierdo, M. Aspectos epistemológicos en la enseñanza de la ciencia En: Perales F.J. y Cañal P. (eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales*, Editorial Marfil, Alcoy, 2000 pp 27-59. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. México.

Chang, R. (2008). *Química general para bachillerato*. Cuarta edición, pp 510-559, 565-568. China: McGraw-Hill Interamericana.

Coll, C. (1996). Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. *Anuario de Psicología* (69), 153-178.

Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., y Zabala, A. (1999) *El constructivismo en el aula*. Capítulo 2. Isabel Solé. Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje. 9ª. Edición. Editorial Graó páginas 25-45

Contreras, J. (2010). Ser y saber en la formación didáctica del profesorado: una visión personal. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 68(24, 2), 61-81

Corominas, J. (2013). Actividades experimentales POE en la enseñanza de la química y de la física. Alambique. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 74, 69-75

De Manuel, E., Jiménez, M. R., y Salinas, F. (1998a). *Conceptos relacionados con los ácidos y las bases al nivel teórico y molecular: evolución histórica e ideas de*

los alumnos. *XVIII Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. A. Coruña, 369-380

De Manuel, E., Jiménez, M. R., y Salinas, F. (1998b). *Conceptos relacionados con los ácidos y las bases al nivel macroscópico: Evolución histórica e ideas de los alumnos*. 359-368

De Vos, W., y Pilot, A. (2001). Acids and Bases in Layers: The Stratal Structure of an Ancient Topic. *Journal of Chemical Education*, 78(4), 494-499

Demerouti, M., Kousathana, M., y Tsaparlis, G. (2004). Acid-Base Equilibria, Part I. Upper Secondary Students Misconceptions and Difficulties. *The Chemical Educator*, 9, 122-131

Díaz, F., y Hernández, G. (1999). Capítulo 2. Constructivismo y aprendizaje significativo. En *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. 2a. edición, pp 13-19. México: Mc Graw Hill.

Drechsler, M., y 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

Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 3-15

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 6(2), 109-120

Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1985). Ideas científicas en la infancia y en la Adolescencia. Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias. En *Colección: Educación infantil y primaria*. Ediciones Morata, S. A. Ministerio de Educación y Ciencia. Páginas 1-9

Duschl, R., y Ellenbogen, K. (2009). Argumentation and Epistemic Criteria: Investigating Learners' Reasons for Reasons. *Educación Química*. De Aniversario, pp 111-118

Egido, I., Aranda, R., Cerrillo, R., De la Herrán, A., De Miguel, S., Gómez, M., Hernández, R., Izuzquiza, D., Murillo, F. J., Pérez, M., y Rodríguez, R. (2007). El aprendizaje basado en problemas como innovación docente en la universidad: Posibilidades y limitaciones. *Educación y Futuro*, 16, 85-100

Elosúa, M. R. (1993). Estrategias para enseñar y aprender a pensar. En Capítulo 1 al 4, pp 1-19. Madrid, España: Ediciones Narcea

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*. 20(3), 477-488.

Furió, C., Calatayud, M. L., y Bárcenas, S. Deficiencias Epistemológicas en la Enseñanza de las Reacciones Ácido-Base y dificultades de aprendizaje. Universidad Pedagógica Nacional. Digitalizado por Red Académica, en http://www.pedagogica.edu.co/storage/ted/articulos/ted07_03arti.pdf

Furió, C.J. (1994) Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2) 188-199

Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. (2001) Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación Propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), 365-376

Furió, C, y Domínguez, C. (2007). Problemas Históricos y Dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 241–258

Furió, C., Calatayud, M.L., Bárcenas, S. (2007) ¿Comprenden los estudiantes de 2º de bachillerato el comportamiento ácido-base de las sustancias? Análisis de las dificultades de aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis*. 22, 49-66

- Gallagher, S. A., Sher, B. T. Stepien, W. J. and Workman, D. (1995). Implementing Problem-Based Learning in Science Classroom. *School Science and Mathematics*, 95(3), 136-146
- García, J., y García. A. (1996). Epistemología Pedagógica (II). Ediciones Teor. Educ. 8, 5-42 Universidad de Salamanca.
- Garritz, A. y Chamizo, J. A. (2001). *Tú y la Química*. Prentice Hall. México
- Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Sin número, 26-33
- Gil, D. y Vilches, A. (2008). Capítulo 2. ¿Qué deben saber y saber hacer los profesores universitarios? *Este capítulo ha sido concebido como contribución a la Década de la Educación para un futuro sostenible, instituida por Naciones Unidas para el periodo 2005-2014* <http://www.oei.es/decada/>
- Golombek, A. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. IV Foro Latinoamericano de Educación Aprender y Enseñar Ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades. Fundación Santillana
- Gunstone, R. F. (1991). *Reconstructing theory from practical experience*. In B. E. Woolnough (Ed.), *Practical science* (pp. 67–77). Milton Keynes: Open University Press.
- Hawkes, S. J. (1992). Arrhenius Confuses Students. *Journal of Chemical Education*, 69(7), 542-543
- Hein, M., y Arena, S. (2005). *Fundamentos de Química*, pp 365-384. México: Thomson.
- Henao, B. L., Stipcich, M. S., y Moreira, M. A. (2011). La educación en ciencias desde la perspectiva epistemológica de Stephen Toulmin. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 5(1), 232-248

- Hmelo, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266
- Hodson D. (1992). Assessment of Practical Work. Some considerations in Philosophy of Science. *Science and Education*. 1, 115-144
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., and Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*. 42(7), 791-806
- Horton, C. (2004). Student Alternative Conceptions in Chemistry, 1- 81. This paper was printed (without Appendix 2 and with abridged References) in *California Journal of Science Education*, Volume VII, Issue 2 – Spring, 2007. It is also posted at the website www.daisley.net/hellevator/misconceptions/misconceptions.pdf.
- Jasien, P. G. (2010). You Said “Neutral”, but What Do You Mean? *Journal of Chemical Education*, 87(1), 33-34
- Jensen, B. (2006). The Origin of the Term “Base”. *Journal of Chemical Education*, 83(8), 1130
- Jiménez, M. P. (1998). Diseño curricular: Indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 203-216
- Jiménez, M. P. (2007). Chapter 5 Designing Argumentation Learning Environments. In S. Erduran and M. P. Jimenez Aleixandre (Ed.), *Argumentation in Science Education*, pp 91-115. USA: Springer.
- Jiménez, M. P., Gallástegui, J. R., Santamaría, F. E, y Puig B. (2009). *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias*. Proyecto Mind the ap. Financiado por la Unión Europea. 7º. Programa Marco. Universidad de Santiago de Compostela., España: Edita Danú

Jiménez, M. P., y Puig B. (2010). Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 63, 11-18

Jiménez, F. M. (2011). *Los conceptos de ácido y base: concepciones alternativas y construcción del aprendizaje en el aula*. Trabajo de profundización presentado como requisito parcial para optar al título de: Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Bogotá, Colombia

Jiménez, M. R. (2000). Contenidos relacionados con los procesos ácido-base: Diagnóstico y propuestas didácticas al nivel universitario. Memoria de Tesis Doctoral. Memoria presentada para optar al grado de Doctor en Ciencias Químicas. Programa de Doctorado "Didáctica de las Ciencias Experimentales" de la Universidad de Granada.

Jiménez, M. R., Sánchez, M. A., y De Manuel, E. (2001). Aprender química de la vida cotidiana más allá de lo anecdótico. *Alambique*. [Versión electrónica]. *Revista Alambique* 28, 6 p.

Jiménez, M. R., y De Manuel, E. (2002). La Neutralización Ácido-Base a debate. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 451-464

Jiménez, M. R., De Manuel, E., y Salinas, F. (2002). Los procesos ácido-base en los textos actuales y antiguos (1868-1955). *Educación Química* 13(2), 90-100

Jiménez, M. R., De Manuel, E., González, F., y Salinas, F. (2000). La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 451-461

Jorba, J., Gómez, I., y Prat, Á. (Edit) (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Autores: P. Benejam, M. Domínguez, J. L. Estaña, M. Izquierdo, N. López, C.

Lladó, C. Martínez, T. Mauri, B. Mir, J. Palou, D. Quinquer, A. Rigol, A. Rodríguez, N. Sanmartí y M. Teixidor. Madrid: España, Editorial Síntesis. UAB

Kaberman Z., and Yehudith, J. (2007). 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

Kauffman, G. B. (1988). The Brønsted-Lowry Acid-Base Concept. *Journal of Chemical Education* 65(1), 28-31

Kaufman, D. M. (1998). Problem-Based Learning: Using cases to teach about how to deal with Ethical problems. *NCEHR Communications & Education Committee* 8(2), Ed. D., Division of Medical Education, Dalhousie University.

Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. 2ª Edición. México: Santillana.

Kotz, J. y Treichel, P. (2003). *Química y reactividad química*. Quinta edición. pp 156-158, 690-729 México: International Thompson Editores.

Leach, J., and Scott, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: An approach drawing upon the concept of learning demand and social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education*, 38, 115-142

Lemke, J. (1990). *Talking Science. Language, Learning and Values*. Norwood, N.J. USA: Ablex Publishing Corporation.

Lucas, L. M., y Garcia, I. (1989). Contra las interpretaciones simplistas de los resultados de los experimentos realizados en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 11-16

Lucci, M. A. (2006). La propuesta de Vygotsky: La psicología psico-histórica. Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 10(2), 1-11

Lynch, P. (1987). Laboratory Working Schools And Universities; Structures And Strategies Still Largely Unexplored. *Australian Science Teachers Journal*, 32, 31-39.

Maiztegui, A., González, E., Tricárico, H., Salinas, J., Pessoa, A., y Gil Pérez, D. (2000). La formación de los profesores de ciencias en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*. No. 24

Marenales, E. (1996). *Educación formal, no formal e informal. Temas para concurso de maestros*. Editorial Aula

Márquez, C. y Prat, A. (2010). Favorecer la argumentación a partir de la lectura de textos. Alambique. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 63, 39-49

Morales, M. (2007). *Evaluación diagnóstica de planes y programas de estudios. El caso de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM*. Tesis que para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Administración y Desarrollo de la Educación. Tomos I, II y III. Instituto Politécnico Nacional. México.

Nakhleh, M. B. (1992). Why Some Students Don't Learn Chemistry. Chemical Misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196

Nakhleh, M., and Krajcik, J. (1994). Influence of levels of information as presented by different technologies on students' understanding of acid, base, and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1077-1096

Norris, S. P., and Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. 87(2), 224–240

Novak, J. D. Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. 1. Aprendiendo sobre el aprendizaje, pp 19-31. Barcelona, España: Ed. Martínez Roca.

Osborne, J. (2009). Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación. *Educación Química*. Documentos: "Argumentación en el salón de clases", 156-165

Osborne, J. F., and Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441-468.

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., and Duschl Rick (2003). What "Ideas-about-Science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*. 40(7), 692-720

Osborne, R. and Wittrock, M. (1983). Learning Science: a generative process. *Science Education*, 67, 490-508.

Overton, T. L., and Randles, C. A. (2015). Beyond Problem-Based Learning: Using Dynamic PBL in Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(29), 251-259

Plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria 1996, UNAM, México.

Pozo, J. I., y Carretero, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones alternativas: ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia? *Infancia y Aprendizaje*, 38, 35-52

Pozo, J. I. (1996). La psicología cognitiva y la educación científica (Cognitive Psychology and scientific education). *Investigações em Ensino de Ciências*. 1(2), 110-131

Pozo, J. I., y Gómez Crespo, M. A. (1998). Capítulo IV. El aprendizaje de conceptos científicos: del aprendizaje significativo al cambio conceptual. En *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata.

Prat, A. (1998). Habilidads cognitivo-lingüístiques i tipologia textual. En J. Jorba, I. Gómez, y A. Prat (eds.). *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situació d'ensenyament-aprenentatge de les àrees curriculars*, pp. 59-84. Bellaterra: ICE de la UAB.

Programas de Estudio para la Asignatura de Química IV Área 1 de la Escuela Nacional Preparatoria. (1996). México: UNAM.

Programas de Estudio para la Asignatura de Química IV Área 2 de la Escuela Nacional Preparatoria. (1996). México: UNAM.

Rafael, A. (2009). Desarrollo Cognitivo: Las teorías de Piaget y Vygotsky. Master en Paidopsicología. Universidad Autónoma de Barcelona.

Ribas, M. (2002). De la explicación a la argumentación. *Textos de didáctica de la lengua y la literatura*, 29, 11-20.

Rodríguez, L. I. (2004). El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. *Revista Digital Universitaria*, 5(1), 1-18
Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art2/art2.htm>

Ross, B. and Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13 (1), 11-23.

Sánchez, G. y Valcárcel, M.V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 33-44.

Sardá, J., Puig, A. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422

Savery, J. R. and Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *CRLT Technical Report N 16-01* Center for Research on Learning and Technology. Indiana University.

Schmidt, H.G. (1993). Foundations of Problem-Based-Learning-some explanatory notes. *Medical Education* 27, 422-432

Schmidt, H. J. (1995). Students' Misconceptions- Looking for a Pattern. *Science Education*, 81, 123-135 John Wiley & Sons, Inc. 1997 en

<https://stopnickichemistry11.wikispaces.com/file/view/students+misconception+of+i+somerism.pdf>

Schultz, E. (1997). Ionization or dissociation? *Journal of Chemical Education*, 74(7), 868-869.

Sheppard, K. (2006). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(1), 32-45

Solaz, J. J., Sanjosé, V., Gómez, A. (2011) Aprendizaje basado en problemas en la Educación Superior: una metodología necesaria en la formación del profesorado. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. (25), 177-186

Solbes, J., Ruiz, J.J. y Furió, C. (2010). Universidad Debates y argumentación en las clases de física y química. Alambique. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (63), 65-75

Soussan, G. (2003). *Enseñar las Ciencias Experimentales. Didáctica y Formación*. Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.

Stepien, W., Gallagher, S. (1993). Problem-based learning: As authentic as it gets. *Educational Leadership*, 50(7), 25-29

Strike, K. and Posner, G.L. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In. R. Duschl, and R. Hamilton (Eds.) *Philosophy of science, cognitive science and educational theory and practice*. New York: Sumy Press.

Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), 21-25

Talanquer, V. (2006) Commonsense Chemistry: A Model for Understanding Students' Alternative Conceptions. *Journal of Chemical Education*. 83(5), 811-816

Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación Química*. 15(1), 60-66

Timberlake, K. C. (2013). *Química General, Orgánica y Biológica. Estructuras de la vida*. 4ª. pp 368-389, 397-401 Edición. México: Pearson Educación.

Tobin, K., and Tippins, D. Tobin Kenneth (ed.) (1993) Chapter 1. Constructivism as a referent for teaching and learning. In *The practice of constructivism in Science Education*. K. Tobin. pp 3-21 UK: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

Toulmin, S.E. (1993). *Les usages de l'argumentation*. Paris: PUF. (1a. ed. The uses of Argument, 1958).

Treagust, D., Duit, R., and Nieswandt, M. (2000). Sources of students' difficulties in learning Chemistry. *Educación Química*. 11(2), 228-235

Treagust, D., and Duit, R. (2009). Multiple Perspectives of Conceptual Change in Science and the Challenges Ahead. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*. 32(2), 89-104

Trinidad, O. (2010). Producción de argumentaciones escritas en las clases de física. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (63) 50-56

Trinidad, R., y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*. 14, 2, 72-85

Tünnermann, C. (2011) El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, 48, 21-32. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe Distrito Federal, Organismo Internacional. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37319199005>

Vázquez, Á., y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-271

Veslin, J. (1988). Quels textes scientifiques espere-t-on voir les élèves écrire? *Aster*, 6, *Les élèves et l'écriture en sciences*, pp. 91-127.

Villamil, L. E. (2008). La noción de obstáculo epistemológico en Gastón Bachelard. *Espéculo. Revista de estudios literarios*. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <http://www.ucm.es/info/especulo/numero38/obstepis.html>

Vosniadou, S. and Brewer, W. (1992). Mental models of the earth: A study of the conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*. 24, 535-585

Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Buenos Aires: Grijalbo.

Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., and Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. Gabel (ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*, p.p 177-210. New York: Macmillan Publishing Company.

White, R. and Gunstone, R. (1992). Prediction-observation-explanation. In: R. White and R. Gunstone (eds), *Probing Understanding*, pp 44-64. London: The Falmer Press.

Wilkerson, L. A., and Feletti, G. (1989). Problem-Based Learning: One approach to increasing student participation. *Educación Médica y en Ciencias de la Salud*. 51-60. Recuperado de <https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Wilkerson+%26+Feletti%2C+1989>

Zoller, U. (1990). Students' misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (General and Organic). *Journal of Research in Science Teaching* 27(10), 1053-1065.

Zumdhal, S. (1992). *Fundamentos de Química*, pp 539-559. México: McGraw Hill Interamericana.

Para el díptico: <http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4856/html/index.html>

http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/acidosbases/historia.html?0&0

<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/lentiscal/1-cdquimica-tic/HistoriaCiencia/Historia%20de%20Acidos%20y%20BasesB.pdf>

<http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/10863/1/CC%2050%20art%2026.pdf>

Para la animación “Mecanismo de la acción amortiguadora”

Juan Manuel González Mañas. *Curso de Biomoléculas*, Curso orientado a estudiantes de Bioquímica y Biología Molecular. Recuperado: <http://www.ehu.eus/biomoleculas/buffers/buffer.htm>

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Alarcón, N. (2010). *Diseño de una propuesta didáctica para estudiar a los ácidos y a las bases a partir de la contrastación del modelo de Arrhenius frente al modelo de Brönsted-Lowry*. Tesis que para obtener el título de Maestra en Docencia para la Educación Media Superior. Facultad de Química. UNAM

Alonso, M., Gil, M. y Martínez, J. (1992). Los exámenes en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 10(2), 127-138.

Arrhenius, S. (1903). *Development of the theory of electrolytic dissociation*. Nobel Lecture.

Bardanca, M.Z y Rodríguez, M.C. (1993). Evolución de los conceptos ácido-base a lo largo de la enseñanza media. *Enseñanza de las ciencias*, 11(2), 25-129

Brown, A. L. (1992). Design Experiments: theoretical and Methodological Challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2, 141-178.

Brown, T., LeMay, H., Bursten, B. y Burdge, J. (2004). *Química. La ciencia central*. Novena edición. México: Pearson Educación.

Campanario, J. M. (1998). Preguntas y respuestas sobre la evaluación de los alumnos en la enseñanza de las ciencias. *Revista de investigación e innovación educativa*. 19, 69-84

Carretero, M. (1985). El desarrollo cognitivo en la adolescencia y la juventud: Las operaciones formales. En M. Carretero, J. Palacios y A. Marchesi (comps.) *Psicología Evolutiva 3. Adolescencia, madurez y senectud*. Madrid: Alianza.

Duschl, R. A., y Gitomer, D. H. (1996). *Project Sepia Design Principles*. Paper presented at the annual meeting of AERA, Nueva York.

Gil, D., Martínez Torregrosa, J. (1987). Los programas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista del aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*. (3), 3-12.

Gil, D. (1991) ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica). *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 69-77

Harada, E. (2009). Algunas aclaraciones sobre el “modelo” argumentativo de Toulmin. *Contactos*, 73, 45–56

Henao, B. L., y Stipcich, M. S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 7(1), 47-62

Hernández, G., López, N. (2011). Predecir, observar, explicar e indagar: estrategias efectivas en el aprendizaje de las ciencias. *Educación Química*. 9, 4-12

Hofstein, A., and Lunetta, V. N. (2003). *The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century*. pp 28-54. Wiley Periodicals, Inc.

Izquierdo, M. (2000). Aspectos epistemológicos en la enseñanza de la ciencia. En J. A. Chamizo (ed.) (2007) *La esencia de la química. Reflexiones sobre filosofía y educación*. (pp 29-59). México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química.

Jiménez, M. R., y De Manuel, E. Dificultades semánticas del término fuerza en el ámbito de la química: polisemia entre los significados químico y cotidiano. 11 p. XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de La Laguna, España.

Jorba, J., y Sanmartí, N. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de Evaluación continua. Propuesta didáctica para las áreas de Ciencias Naturales y Matemáticas. Capítulo 1. La regulación continua de los aprendizajes*. (pp 1-22), *Capítulo 3. La evaluación diagnóstica inicial*. (pp 96-43), *Capítulo 5. La anticipación y la planificación de la acción*. (pp 185-226). Barcelona, España: Ministerio de Educación y Cultura.

Kousathana M., Demerouti M., y Tsaparlis G. (2005). Instructional Misconceptions in Acid-Base Equilibria: An Analysis from a History and Philosophy of Science Perspective. *Science and Education* 14, 173–193

Nussbaum, L. (1999). La discusión como género discursivo y como instrumento didáctico. *Textos de Didáctica de la lengua y la literatura*, 20, 9-17

Ordenes. R., Arellano, M., Jara, R., Merino C. (2013). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación Química* 25(1), 46-55

Orlandi, M. C. (2004). Piel sana y manto ácido. *Folia Dermatológica Peruana*. 15 (2), 121-124

Pozo, J. I. (2013). *Adquisición del Conocimiento*. 2ª. Edición. Ediciones Morata.

Puig, B., Bravo B., y Jiménez Aleixandre M. P. (2012). Argumentación na aula: Dúas Unidades Didácticas. Proxecto Science Teacher Education Advanced

Methods (S-TEAM) Financiado pola Unión Europea, 7º Programa. Este documento está dispoñible www.rodasc.eu Marco (FP7). 1ª. Edición. Santiago de Compostela, España: Publicado por Danú.

Sánchez, G., de Pro, A. y Valcárcel, M. V. (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: El estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), 35-50

Sanmartí, N., Izquierdo, M. y García, P. (1999). Hablar y escribir, Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*. 281, 54-58

Sanmartí, N. (2008). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. 1ª. Reimpresión. España: Editorial Graó.

Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid. Morata

Sulaiman, Fauziah. (2010). Students' Perceptions of Implementing Problem-Based Learning in a Physics Course. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 7(C), 355–362

Summerlin, L. R., Borgford, C. L., and Early, J. B. (1990). *Chemical Demonstrations. A Sourcebook for Teachers*. Volume 2. Second printing. USA: American Chemical Society.

Summerlin, L. R., and Early, J. L. (1990). *Chemical Demonstrations. A sourcebook for teachers*. Volume 1. 6a. Ed. Washington DC. USA: American Chemical Society.

Vázquez, Á., y Manassero Mas, M. A. (1999). Características del conocimiento científico: Creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 377-395