



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA EL NIVEL MEDIO SUPERIOR
EN EL ÁREA DE LA QUÍMICA
MADEMS

**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 DE BRØNSTED-LOWRY.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN DOCENCIA PARA EL NIVEL MEDIO SUPERIOR

PRESENTA

NATALIA ALARCÓN VÁZQUEZ

TUTORAS

DRA. KIRA PADILLA MARTÍNEZ

DRA. LETICIA GALLEGOS CÁZARES



2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO

Presidente:	Dr. Andoni Garritz Ruiz
Secretario:	Dra. Leticia Gallegos Cázares
Vocal:	M. en C. Roxanna Pastor Fasquelle
1 ^{er} suplente:	Dra. Kira Padilla Martínez
2 ^{do} suplente:	Dr. Adolfo Eduardo Obaya Valdivia

Lugares en donde se realizó la tesis:

Facultad de Química, UNAM

Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico CCADET, UNAM

Escuela Nacional Preparatoria Planteles: 2 “Erasmus Castellanos Quinto”; 4

“Vidal Castañeda y Nájera” y 5 “José Vasconcelos”

TUTORAS DE TESIS

DRA. KIRA PADILLA MARTÍNEZ

DRA. LETICIA GALLEGOS CÁZARES

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Química y a la Escuela Nacional Preparatoria por ser los espacios en los que he podido crecer, desarrollarme profesionalmente y ser feliz. Gracias por darme la oportunidad de avanzar en este proceso de crecimiento.

A mis padres por haberme dado la oportunidad de conocer este mundo. Sinceramente deseo que pronto mejore su salud.

A mis hermanos Arturo y Andrés, con la esperanza de que muy pronto nuestros caminos se crucen nuevamente.

A Joel, compañero de vida, de estudios, de aventuras, de crecimiento y desarrollo personal. Por compartir toda su belleza y sabiduría conmigo, por ser mi Inti e iluminar y dar sentido a muchas cosas en mi vida. Gracias por tu amor, paciencia y apoyo incondicional en todo momento.

Te amo minino.

A ti pequeño Inti, porque esperamos que muy pronto nos acompañes en nuestra próxima aventura.

Al Iztaccihualtl, Citlaltépetl, Cotopaxi y Chimborazo, porque son síntesis y metáfora de vida. Me han mostrado parte de mis fortalezas y debilidades.

A mis sobrinas Andrea, Rosa María y Natali sinceramente deseo se cumplan todos sus sueños.

A Carmen, Arturo y José Antonio, Claudia, Rosario, Olga por formar parte de mi familia y por ser tan generosos conmigo. Disfruto mucho su compañía.

A Carlos *llaverito*, Pepe y Pame por alegrar con sus sonrisas nuestras vidas.

A mis amigos y casi hermanos de la maestría Alfredo, Guianeya, Margarita, Martha y Esther. Gracias por compartir conmigo un espacio y un tiempo en el que juntos vivimos experiencias únicas y enriquecedoras, que nos han llevado a darnos cuenta de lo mucho que nos falta por aprender. Disfrute mucho de su compañía y me dejaron grandes enseñanzas.

A Paty, Yosajandi, Olivia, Adriana y Griselda, amigas y compañeras de aventura porque compartimos el deseo y la ilusión de mejorar nuestro desempeño docente.

A las autoridades de la Escuela Nacional Preparatoria y las del Plantel 2 por las facilidades para desarrollar este trabajo.

A Lety Cinta por ser una gran amiga y compañera con quien comparto muchas cosas.

A Hiram, Maribel Eluani, Hilda y Martha Patricia por el gran apoyo que me brindaron en su momento.

A los asesores de Práctica docente Ángeles Montiel, Arcelia Ramírez y Víctor Pérez, por las facilidades que en su momento me ofrecieron y a los alumnos que amablemente participaron en este trabajo de investigación, sin cuya ayuda no hubiera sido posible concretar esta etapa en mi formación.

Un recuerdo muy especial para mi amiga Biserka Svestarova Pekarkova[†], mi gratitud y cariño por siempre.

A Kira Padilla por todo su apoyo y orientación durante este largo proceso.

Un agradecimiento especial a Lety Gallegos por ser amiga y mi *sherpa* en el descubrimiento del fascinante mundo de la pedagogía. Porque has hecho que se despertara en mí el interés por saber más y porque tus conocimientos y apoyo me permitieron concretar este sueño tan importante.

A todos mis profesores de la maestría y muy especialmente a Martiniano Arredondo, Graciela Pérez, Roxanna Pastor, Andoni Garritz, Mauricio Beuchot, Xochitl Bonilla, Humberto Ruíz, José Antonio Chamizo maestros que dejaron honda huella en mí y me abrieron la posibilidad de conocer otros mundos, fascinantes y maravillosos.

A Ruth Jiménez-Liso por su generosidad.

A Juan Ignacio Pozo que sin saberlo, ha construido el sendero por el cual he podido avanzar y crecer como docente.

A todas las personas que de una u otra forma han contribuido a hacer posible la concreción de este trabajo.

Gracias a todos por enriquecer mi vida con su existencia.

Educación es darle al cuerpo y al alma toda la perfección que merecen, educación tiene que ver con el mejoramiento de las personas, es decir, con el desarrollo de las facultades específicamente humanas.

Platón

La búsqueda de una vida más humana debe comenzar por la educación.

Ernesto Sábato.

Índice

	Páginas
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	
1.1. <i>MARCO CURRICULAR</i>	
• La enseñanza de la Química en el Nivel Medio Superior.....	8
• La Escuela Nacional Preparatoria (ENP).....	9
• Estructura general de los Planes y Programas de Estudio de la ENP	11
▪ Química III (Quinto año de bachillerato).....	12
▪ Química IV para el área II (sexto año del bachillerato).....	15
1.2. <i>MARCO PEDAGÓGICO</i>	
• Antecedentes.....	21
• El conocimiento informal y el formal.....	22
• El cambio conceptual.....	25
• La construcción del conocimiento científico en el aula.....	26
• Las teorías implícitas y la Redescrición Representacional (RR)...	27
• Los procesos de:	
▪ Explicitación progresiva.....	28
▪ Reestructuración.....	29
▪ Integración jerárquica del conocimiento.....	30
1.3. <i>MARCO DISCIPLINAR</i>	
• Dificultades asociadas con el aprendizaje de la Química.....	33
• Las concepciones alternativas.....	35
• Las concepciones alternativas sobre los ácidos y las bases.....	38
▪ Caracterización de los ácidos y de las bases.....	39
▪ Identificación del carácter ácido-base en materiales de uso cotidiano.....	40
▪ Manejo conceptual del marco teórico de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry.....	41
• Manejo del lenguaje.....	42

• Manejo de distintos niveles de descripción de la materia.....	44
---	----

1.4. MARCO CONCEPTUAL

• El estudio de los ácidos y de las bases a través de distintos modelos ácido-base.....	46
• Reseña histórica del proceso de evolución de los modelos ácido-base.....	47
• Los modelos de:	
▪ Arrhenius.....	50
▪ Brønsted-Lowry.....	52
• Comentarios finales.....	58

CAPÍTULO 2. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

• Relevancia del estudio del tema.....	59
• Justificación.....	60
• Preguntas de investigación.....	61
• Objetivos.....	62
• Hipótesis.....	64
• Estructura de la propuesta didáctica.....	65
• Descripción detallada de las actividades que conforman la propuesta.....	67
• Presentación y secuenciación de las actividades.....	70
• Tabla-resumen de la propuesta didáctica	89

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

• Descripción general de la metodología.....	96
▪ Etapa de estructuración.....	96
▪ Etapa de aplicación.....	98
▪ Estrategia para recabar información.....	100
▪ Etapas de exploración.....	101
• Descripción del instrumento de exploración para evaluar el impacto de la propuesta didáctica.....	102

• Criterios de clasificación de las preguntas según el nivel de complejidad.....	103
• Clasificación de las preguntas.....	105
• Categorías de análisis de las preguntas.....	105
•Clasificación con base en el tipo de información obtenida.....	106
• Análisis y forma de evaluación de las respuestas.....	112
▪ Preguntas directas.....	112
▪ Preguntas indirectas.....	117
▪ Preguntas contextuales.....	124

CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Introducción a la presentación de los resultados y su análisis.....	126
4.1.1. Clasificación de las preguntas y aspectos que se analizan.....	126
4.1.2. Forma de analizar y presentar los resultados.....	128
4.1.3. Notación empleada para identificar las tablas o gráficas.....	128
4.1.4. Evidencias.....	129
4.2. PRIMERA PARTE	
4.2.1. Presentación de los resultados y análisis de las respuestas de los alumnos a través de las tres etapas de exploración. Categoría de preguntas directas.....	130
4.2.1.1. Resumen de los resultados de las preguntas directas....	148
4.2.2. Categoría de preguntas indirectas.....	149
4.2.2.1. Resumen de los resultados de las preguntas indirectas.	180
4.2.3. Categoría de preguntas contextuales.....	181
4.2.3.1 Resumen de los resultados de las preguntas contextuales.....	202

4.3. SEGUNDA PARTE

4.3.1. Presentación de productos generados durante el proceso de intervención en el aula.....	203
a. Tríptico del programa para el Congreso de Expertos....	204
b. Tríptico1a: “Las hormigas ¿tienen ácido?.....	206
c. Tríptico 2a “La picadura de la ortiga”.....	208
d. Tríptico 3a “Sexualidad y acidez”.....	210
e. Fotografías del Congreso de Expertos.....	212
f. Reflexión sobre el Congreso de Expertos.....	213
g. Muestra 1 y 2 de las respuestas dadas por dos equipos al resolver el ejercicio de aplicación.....	214
h. Mapa conceptual elaborado por una alumna entrevistada.....	215
i. Registros de la bitácora de una alumna.....	216
j. Muestra 1 y 2 de autoevaluación y coevaluación del trabajo para el Congreso de Expertos.....	224
k. Ejemplos de sugerencias de los alumnos a sus compañeros de equipo.....	226
l. Muestra 1 y 2 de la evaluación de los alumnos sobre el desempeño de la profesora.....	227
4.3.2. Comentarios en torno a los resultados obtenidos.....	231

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.....	232
--------------------------------------	------------

CAPÍTULO 6. PERSPECTIVA.....	235
-------------------------------------	------------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	236
---------------------------------	-----

ANEXOS

1. Análisis comparativo del marco teórico de los dos modelos ácido-base....	245
2. Transformación del instrumento de exploración y de la Propuesta Didáctica.....	252
3. Formatos de evaluación.....	262

INTRODUCCIÓN

El acelerado desarrollo de las distintas ramas del conocimiento, la tecnología y los medios de comunicación han creado un mundo globalizado de constantes y profundas transformaciones que inciden en el medio ambiente y en la sociedad en general. Sin duda el ámbito educativo no ha permanecido ajeno a esta dinámica de cambios ya que durante las últimas décadas, en diversos países entre ellos México, se han llevado a cabo importantes reformas tendientes a reestructurar y fortalecer los planes y programas de estudio; a través de los cuales se busca promover el desarrollo de los individuos para dotarlos de las herramientas y los conocimientos, así como de las habilidades y valores que los capaciten para “*aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser*”. Estos, que son los cuatro pilares de la educación según la UNESCO (1991), deben ser los ejes rectores que guíen el proceso educativo durante toda la vida, de tal manera que sea posible la conformación de sociedades más informadas, conscientes, justas y participativas.

La educación en las distintas etapas tiene propósitos claramente diferenciados y en el nivel medio superior (NMS) puede considerarse como una segunda etapa de alfabetización que supone, no sólo incorporar nuevos sistemas de conocimiento, sino que en este nivel se debe profundizar en el uso y dominio de esos saberes básicos que deben ser proporcionados por la educación básica y, una vez que estos hayan sido dominados por el aprendiz, entonces tendrá mayores posibilidades para lograr un acercamiento más estratégico al conocimiento (Pozo et al., 2002).

La educación científica es una de las vertientes que puede contribuir de manera importante en este proceso de mejoramiento de los individuos y, por ende, de las sociedades y, hoy más que nunca, reviste especial importancia dado el impacto que los avances científicos y tecnológicos han tenido en todas las sociedades, por lo que resulta indispensable y urgente implementar una serie de cambios en las estructuras educativas que contribuyan a lograr la alfabetización científica tan necesaria en la época actual.

Diversos autores reconocen la importancia de la educación en el área de las ciencias en los distintos niveles educativos y a lo largo de toda la vida, en este sentido Guy Claxton, 1991 p. 14 y 15) plantea que:

“el valor de las ciencias en la formación de los jóvenes, radica en la enorme importancia que esta área del conocimiento tiene en la actividad humana ya que a partir de ella es posible promover la búsqueda de mejores maneras y más eficientes de explorar el potencial de la naturaleza sin seguir dañándola ni ahogar al planeta; es la vía a través de la cual las personas pueden incorporarse al mundo de la ciencia ya sea por diversión o por placer; también hace posible que los individuos sean capaces de participar activamente en debates científicos de vital importancia para la sociedad; posibilita o debería posibilitar la reestructuración de los estereotipos negativos que sobre la ciencia y los científicos tiene la sociedad en general; además su valor también radica en que puede ofrecer a la gente un poderoso tipo de instrumento para el pensamiento que le ayude en la toma de decisiones y que ello le permita resolver problemas de tipo personal y colectivo y finalmente, si como sociedad no logramos comprender los aspectos fundamentales de la ciencia, estaremos condenados a ser una sociedad inculta”

Por ello, enseñar ciencias no debe tener como meta principal presentar a los alumnos los productos de la ciencia como saberes acabados y definitivos, en los cuales se debe creer ciegamente, sino que es necesario enseñar a los aprendices que la ciencia es el resultado del quehacer humano, que se trata de un saber histórico gestado a través de muchos años, que dichos conocimiento no son verdades absolutas sino planteamientos provisionales y, por lo mismo, pueden quedar relegados como una aportación, que aunque valiosa para su tiempo, puede resultar inadecuada para otra época. También se debe orientar la enseñanza de tal forma que los alumnos logren una aproximación más disfrutable al estudio de las ciencias, en donde ellos sean partícipes de su propio aprendizaje.

Desde las décadas de los años 60's y 70's la enseñanza de las ciencias se enfocó desde dos perspectivas distintas, la Educación en Ciencias y la Didáctica de las Ciencias (SEP, 2006). Desde el enfoque francosajón de la didáctica de las ciencias, en el proceso de aprendizaje:

- Los contenidos son importantes, pero también se reconoce el valor de la reflexión en torno a las distintas formas de aprender de los individuos, la identificación de las dificultades asociadas con el aprendizaje y la comprensión de la resistencia al cambio de las concepciones del aprendiz.
- El centro de atención se ubica en quien aprende y en las interacciones que el sujeto tiene con la ciencia. Es decir, centra su atención en el aprendiz y en su aprendizaje, más que en la enseñanza y las acciones docentes que intentan promover procesos constructivos de nuevos saberes.
- En las actividades de enseñanza se privilegia el diálogo que permita reconocer los intereses, problemas e inquietudes de los aprendices (Pozo, et al., 2002).
- Se valora la importancia de la interacción entre los estudiantes y el docente.
- Se busca la contrastación de modelos y de argumentos más que la aceptación de saberes establecidos.
- El desarrollo del aprendiz es visto como una relación entre el conocimiento científico y el contexto educativo.
- No se pretende generar recetas pedagógicas, sino desarrollar un conjunto de apoyos o recursos didácticos que contribuyan a facilitar el proceso constructivo de nuevos saberes.

En estos postulados es posible vislumbrar parte de los planteamientos de la perspectiva constructivista de la educación, algunos de los cuales hemos tomado en cuenta para el desarrollo del presente trabajo.

Entre los cambios que han venido operando en el ámbito educativo, se encuentra la intención de reestructurar el modo de enseñar y aprender ciencias. Afortunadamente cada vez son más las personas que están interesadas en promover otro tipo de aprendizajes que resulten significativos y relevantes para la vida de los aprendices.

Sin duda en los últimos años se han dado algunos cambios importantes en la didáctica de las ciencias —al menos en su componente discursivo—; sin embargo, éstos aún no se han llevado a cabo totalmente al aula, por lo que los avances todavía resultan insuficientes para lograr la tan anhelada alfabetización y el cambio de los esquemas educativos que se viven en el aula.

Por supuesto que iniciar la transición hacia un cambio demanda un esfuerzo importante que necesariamente debe involucrar a la sociedad en su conjunto, a los organismos gubernamentales encargados de la educación de un país, a las distintas instituciones educativas, a los cuerpos colegiados y sin duda a los personajes directamente implicados en las actividades educativas, es decir a los docentes y a alumnos.

Mucho se ha escrito en torno a esta necesidad de cambio, aunque desde nuestra perspectiva la transformación debe empezar por el profesor ya que través de un ejercicio reflexivo y de autocrítica, posiblemente logrará tomar conciencia de sus acciones, de sus concepciones sobre lo que implica el aprendizaje y la enseñanza y para ello es fundamental identificar los aciertos y errores durante su quehacer diario con los aprendices como un primer paso para avanzar hacia la transformación de su labor docente y de su forma de implicarse en el proceso educativo.

Otro de los aspectos importantes para iniciar este proceso de cambio es empezar a comprender parte de la compleja problemática asociada con el aprendizaje y la enseñanza, para lo cual resulta indispensable una aproximación a diversas áreas del conocimiento humano como son la psicología, la epistemología, la filosofía, la pedagogía, la didáctica, los aspectos disciplinares, las implicaciones sociales, etcétera de tal manera que ello permita entender al docente las experiencias que vive el alumno cuando se involucra en cualquier actividad de aprendizaje.

Esta visión multidisciplinar de mayor alcance indudablemente permitirá al docente reconocer que su papel ya no puede limitarse a pedir a los alumnos que reproduzcan los contenidos del programa curricular, sino que debe asumir su papel de acompañante a través del sendero cognitivo que permita a los aprendices lograr avances importantes en la construcción de nuevos saberes, en donde ellos tengan una participación activa en ese proceso constructivo.

Sin duda, hablar de educación científica implica abordar un gran número de problemas que pueden ser analizados desde diferentes perspectivas o ámbitos de estudio. El trabajo que aquí se presenta pretende ser una contribución que permita iniciar un proceso de cambio hacia una docencia más centrada en el alumno, y para ello hemos desarrollado una propuesta didáctica que busca incidir en la formación de los alumnos del bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria en torno a un tema que consideramos importante en la formación de cualquier ciudadano, y en particular de aquellos que decidan continuar su

formación académica en el área de las Ciencias biológicas y de la Salud. Nos referimos específicamente al estudio de los ácidos y de las bases.

Somos conscientes que esta propuesta aún no está acabada, es perfectible y la reconocemos como un primer paso de los muchos que debe dar quien sustenta el presente trabajo para iniciar este proceso de cambio, pero para ello es necesario empezar por tratar de entender lo complejo que resulta explicar el aprendizaje; identificar los diversos factores que inciden en éste; entender —al menos en parte— cómo se da la construcción del conocimiento científico; identificar las diferencias entre el conocimiento formal y el informal; reconocer que el aprendizaje de la Química implica un enorme reto cognitivo para el aprendiz debido a que muchos de los planteamientos disciplinares suelen contradecir la información que recibe a través de sus experiencias sensoriales; reconocer la urgente necesidad de ayudar a los alumnos a lograr un mejor manejo conceptual que posibiliten la construcción de nuevos saberes más sólidos y de mayor alcance explicativo.

Todos estos aspectos indudablemente no han sido agotados en el presente documento, sólo se analizan algunos detalles que, desde nuestra perspectiva, inciden directamente en el aprendizaje de los estudiantes en torno al tema que nos ocupa.

En cuanto a los temas que integran esta tesis, el primer capítulo está integrado por varias secciones en las que se abordan aspectos relacionados con el *marco curricular, el pedagógico, el disciplinar y el conceptual*. En el apartado del marco curricular se hace una revisión general de algunos aspectos relacionados con la educación en el Nivel Medio Superior en nuestro país y, de forma específica, se analiza la estructura de los Planes de la Escuela Nacional Preparatoria y de los Programas de estudio de dos asignaturas del área de la Química que se imparten en el bachillerato universitario (Química III y IV). Con este análisis se busca evidenciar parte de la problemática asociada con la estructura y secuenciación de los contenidos de dichos programas a partir del cual se aborda el estudio de los ácidos y de las bases en ambas asignaturas.

En el marco pedagógico se tratan aspectos relacionados con el conocimiento informal y el formal, el cambio conceptual, la construcción del conocimiento científico en el aula, la importancia de las teorías implícitas y el proceso de redescipción representacional además, se analizan algunos detalles sobre la explicitación progresiva, la reestructuración y la integración jerárquica del conocimiento como procesos fundamentales en la construcción de nuevos saberes.

En el marco disciplinar se hace una revisión general de algunas dificultades asociadas con el aprendizaje de la química, las concepciones alternativas en general y de forma específica las que se relacionan con los ácidos y las bases, además se incluye una sección en la que trata el asunto del manejo del lenguaje y el uso de los distintos niveles de descripción de la materia.

Por último y, para cerrar este capítulo, se presenta el marco conceptual específico para abordar el estudio de los ácidos y las bases se parte de una breve reseña histórica y posteriormente se procede a hacer un análisis detallado de los planteamientos de los modelos que son el centro de atención de nuestro trabajo de investigación, es decir de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry.

En el segundo capítulo se hace la presentación de la propuesta didáctica y se inicia con un breve análisis sobre la importancia del tema en la formación de los aprendices que continuarán sus estudios en el área de las ciencias biológicas y de la salud. En este mismo apartado se presenta la justificación y las preguntas de investigación que guiaron el desarrollo del presente trabajo, los propósitos que se pretenden alcanzar y las hipótesis que nos planteamos antes de llevar a cabo este trabajo. Posteriormente, se hace la presentación de la propuesta didáctica que hemos desarrollado, primero a través de una descripción general de su estructura y posteriormente con un análisis detallado de cada actividad. La intención de esta descripción que a primera vista pudiera parecer muy específica, busca facilitar su implementación en el aula por parte de aquellos docentes interesados en trabajarla con sus alumnos.

En el tercer capítulo se describe la metodología seguida para el diseño de la propuesta didáctica que permita visualizar parte de la problemática que tuvimos que sortear para lograr cristalizar parte de nuestros esfuerzos en dicha propuesta. En esta sección también se incluyen algunos detalles de la validación de la propuesta que fue probada con un grupo de estudiantes de la ENP.

Posteriormente, en el cuarto capítulo se presentan y analizan los resultados derivados de la puesta a prueba de nuestra propuesta didáctica. Aquí hacemos un análisis de cada una de las preguntas que conformaron el instrumento de exploración. Es tal la cantidad de

información que se derivó de este análisis que consideramos pertinente presentar un breve resumen al término de cada bloque¹ de preguntas.

En el quinto capítulo se presentan las conclusiones derivadas del análisis de los resultados y finalmente, en el capítulo sexto se incluye una sección en la que se plantean algunas observaciones, recomendaciones y las proyecciones a futuro en torno al trabajo desarrollado.

¹ Las preguntas del instrumento de exploración fueron agrupadas en tres bloques distintos con el propósito de facilitar su análisis. En la metodología se proporcionan una descripción más detallada.

Capítulo 1

Marco teórico

1.1. MARCO CURRICULAR

PRESENTACIÓN

Iniciamos esta sección con la presentación de algunos antecedentes sobre el Sistema Educativo Nacional y sobre el Nivel Medio Superior en nuestro país, también incluimos una reseña de los antecedentes históricos de la Escuela Nacional Preparatoria, para posteriormente analizar los programas de las asignaturas Química III¹ y Química IV para el área II que se imparte en el quinto y sexto años del bachillerato. Con esta revisión pretendemos evidenciar la poca atención que se presta al estudio de dicho tema, aún en una asignatura que es el antecedente conceptual indispensable para la formación de los estudiantes que continuarán sus estudios en el área de las ciencias biológicas y de la salud, también hemos querido hacer notar la inadecuada secuenciación de los contenidos que lejos de promover la comprensión de los conceptos fundamentales, sólo contribuye a generar mayor confusión entre la comunidad estudiantil que con mucha frecuencia tienen un manejo conceptual inadecuado, que suele traducirse en la incapacidad de los alumnos para aplicar correctamente sus conocimientos a proceso ácido-base de mayor complejidad que deben ser abordados en el mismo programa de estudio (Química IV, área II) como es el caso del funcionamiento de los sistemas amortiguadores ácido-base en los procesos respiratorios. Por último hacemos una serie de observaciones y sugerencias relacionadas con la estructura y la secuenciación de los contenidos del programa de Química IV.

1.1.1. LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR

En México, el Sistema Educativo Nacional (SEN) está conformado por tres niveles educativos:

- El básico obligatorio (abarca estudios de preescolar, primaria y secundaria).
- El Medio Superior (NMS) conformado por diversas modalidades y tipos de bachillerato.
- El Superior, que comprende los estudios de Licenciatura y de Posgrado.

¹ Se analiza este programa debido a que constituye el antecedente conceptual previo al curso de Química IV para el área II.

El Nivel Medio Superior (NMS) se ubica como etapa intermedia del SEN y es el principal vínculo entre la educación secundaria y la educación superior (Crispín y Gasca, 2008) en nuestro país.

Actualmente existen tres tipos de programas en el NMS:

- El bachillerato general cuyo propósito principal es preparar a los alumnos para su ingreso a las instituciones de educación superior.
- El profesional técnico, que proporciona formación para el trabajo.
- El bivalente o bachillerato tecnológico, que es una combinación de los dos anteriores.

En México existen diversas instituciones educativas públicas y, entre ellas, la de mayor tradición e importancia en el país, e incluso en América Latina, es la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), institución que ha contribuido de manera importante al desarrollo de los individuos y de la nación. Hoy en día, la UNAM cuenta con una oferta importante para el NMS conformada por el bachillerato universitario, mismo que representa una de las opciones más atractivas para los adolescentes que egresan del nivel básico obligatorio y desean continuar sus estudios en el NMS a través de dos subsistemas: el de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y el del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), ambos se caracterizan por tener una orientación propedéutica (RIEMS, 2008).

En el presente trabajo hemos centrado nuestra atención de manera particular en el NMS y de forma específica en el Bachillerato Universitario de la Escuela Nacional Preparatoria que imparte la UNAM.

1.1.2. LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA (ENP)

El primer antecedente de la Educación en el Nivel Medio Superior (NMS), tiene su origen en 1867 con la creación de la Escuela Nacional Preparatoria. Desde su creación y hasta nuestros días se han implementado una serie de acciones tendientes a cumplir su misión como institución educativa para proporcionar:

...una formación integral, para hombres y mujeres, que les permita contar con: una amplia cultura; los conocimientos sólidos y necesarios para cursar con éxito estudios superiores; una mentalidad analítica, dinámica y crítica que los haga conscientes de su realidad y comprometidos con la sociedad; la capacidad para obtener por sí mismos nuevos conocimientos, destrezas

y habilidades que los posibilite para enfrentar los retos de la vida de manera positiva, responsable y con un alto sentido social, congruente con las necesidades del país” (ENP, 2003 p. 1).

Para cumplir con esta misión, en 1996 la ENP reestructuró sus Planes y Programas de Estudios (Plan 1964), con la intención de fortalecer y potenciar el perfil del egresado al proporcionarle las herramientas, los conocimientos, las habilidades y valores que lo capaciten en la toma de decisiones éticas considerando no sólo el bien propio sino el bien colectivo.

Si bien en su momento los cambios y reformas en los Planes y Programas de la ENP (1996) intentaron dar respuesta a las demandas de la sociedad mexicana y de la comunidad mundial, ante los acelerados cambios y las nuevas demandas educativas de nuestra época, dichos cambios muy pronto quedaron rebasados y resultaron insuficientes. Actualmente y a poco más de 13 años de haberse implementado, aún persisten viejos problemas como:

- La excesiva carga de contenidos y actividades académicas que se realizan durante el ciclo escolar.
- La desvinculación horizontal y transversal entre los diferentes programas y áreas del conocimiento.
- El creciente aumento de la matrícula que hace imposible proporcionar una atención integral y adecuada a los estudiantes.

Sin duda estos y otros factores han impactado negativamente en el proceso de aprendizaje y han contribuido a promover una enseñanza de tipo transmisiva, acumulativa bajo rígidos esquemas tradicionalistas que sólo han inducido aprendizajes memorísticos, no significativos, centrados en el objeto de estudio en donde implícitamente se privilegia la acumulación de saberes más que su comprensión, situación que se ha traducido en manejo conceptual poco adecuado, en la generación de múltiples problemas asociados con la comprensión y uso del conocimiento científico y en un bajo rendimiento en el siguiente nivel de estudios, sólo por mencionar algunos.

Si la Escuela Nacional Preparatoria busca que sus egresados logren una formación integral, tal como lo plantea en su misión como institución educativa, entonces será necesario implementar una serie de cambios a todos los niveles. En este sentido, el aula debe convertirse en el espacio de transformación que debe empezar con el docente, y

continuar con los alumnos de tal manera que ambos se involucren de manera distinta en el proceso de aprendizaje y de enseñanza. Desde esta perspectiva el aprendiz, en lugar de ser un receptor pasivo de información, se convierte en el actor principal de su propio aprendizaje y, por su parte, el profesor deja de ser el poseedor absoluto del saber y pasa a convertirse en guía y facilitador que acompaña a los alumnos en la construcción de nuevos saberes.

1.1.3. ESTRUCTURA GENERAL DE LOS PLANES Y PROGRAMAS DE ESTUDIO DE LA ENP

El bachillerato de la ENP se cursa en tres ciclos anuales, cada uno de los cuales corresponde a distintos niveles de aproximación:

1ª Etapa introductoria (cuarto año)

2ª Etapa de profundización (quinto año)

3ª Etapa de orientación (sexto año)

Una vez que los alumnos terminan la etapa de profundización deben elegir la orientación o área disciplinar hacia donde encaminarán sus estudios profesionales (ENP, 1996). Las distintas opciones que ofrece la ENP son:

- Área de las ciencias físico-matemáticas (área I)
- Área de las ciencias biológicas y de la salud (área II)
- Área de las ciencias sociales (área III) y
- Área de las humanidades y de las artes (área IV)

Las asignaturas de química se estudian en dos de los tres ciclos anuales del Bachillerato (2º y 3º ciclo) y los contenidos abordados en cada curso, así como el nivel de profundidad con el que se revisan, son distintos aunque en algunos temas son retomados como parte del proceso de aprendizaje en espiral que posibilite un nuevo acercamiento a esos conceptos para alcanzar un mayor nivel de profundidad. Este es justo el caso del tema que nos ocupa, ya que en varias asignaturas (Química III y Química IV para las áreas I y II), la química ácido-base forma parte de los contenidos de dichos programas (figura 2. 1).

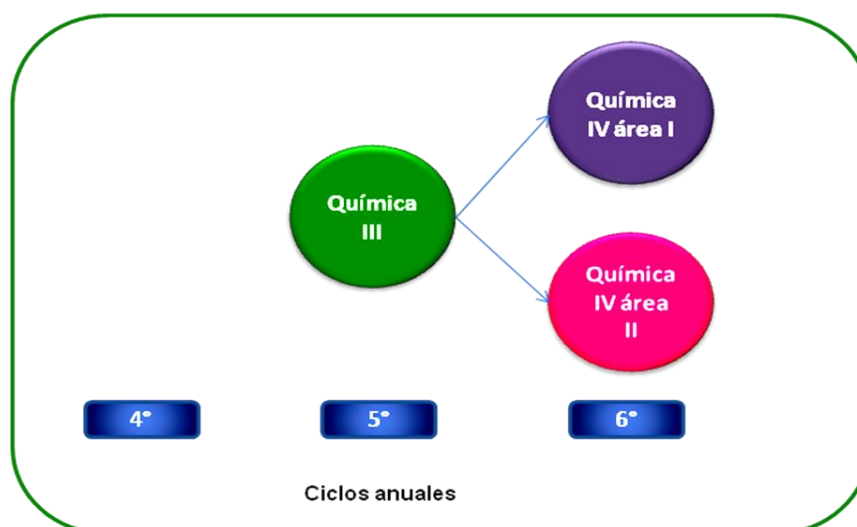


Figura 2. 1. Asignaturas de Química impartidas en quinto y sexto año de Bachillerato de la ENP en los que se incluye el estudio de los ácidos y de las bases.

En cuanto a los Programas de estudio hicimos una revisión general de las asignaturas de Química III y de Química IV para el área II y, con ello buscamos; evidenciar que la estructura de ambos programas no es la más adecuada debido a que promueven aprendizajes memorísticos, acumulativos y no buscan que el alumno profundice en el estudio de los ácidos y de las bases y, por lo mismo, difícilmente lograrán tener un mejor manejo conceptual que les permita conformar nuevas construcciones conceptuales y aplicar sus conocimientos a conceptos más complejos.

Finalmente, y para cerrar esta sección, hacemos una serie de observaciones que pudieran tomarse en cuenta para facilitar el estudio de los ácidos y de las bases en el sexto año del bachillerato.

1.1.3.1. QUÍMICA III (QUINTO AÑO DE BACHILLERATO)

La asignatura de Química III ubicada en el quinto año del bachillerato reviste especial importancia en la formación de los estudiantes debido a que es considerada como:

“el último contacto formal” en donde los alumnos tendrán la oportunidad de adquirir una cultura científica general que les permita desenvolverse adecuadamente en sus comunidades y resolver problemas para actuar a favor de su entorno y de la sociedad de la que forman parte” (Programa de Química III, 1996 p. 2).

A todas luces resulta claro que el cumplimiento de estos propósitos resulta sumamente difícil de alcanzar, y más si se considera que un porcentaje muy alto de estudiantes eligen las áreas de las Ciencias Sociales (área III), y el área de las humanidades y de las

artes (área IV), debido a que no se sienten especialmente atraídos por el estudio de las Ciencias de la Naturaleza en general y de la Química en particular, situación que dificulta el proceso de acercamiento de los alumnos a esta área del conocimiento.

Adicionalmente, el curso también constituye el antecedente formativo de todos aquellos estudiantes que en el sexto año elegirán el área de las ciencias biológicas y de la salud como parte del proceso de formación que los oriente hacia sus estudios profesionales. Para este grupo de alumnos, el panorama se torna aún más difícil debido a que antes de iniciar el curso de Química IV, el estudiante debe tener un nivel de conocimientos generales y un manejo conceptual adecuado en temas como:

- a) La materia y su estructura.
- b) Los tres niveles representacionales (macroscópico, sub-microscópico y simbólico)
- c) El lenguaje químico y la nomenclatura de las sustancias inorgánicas (nombres, fórmulas, símbolos, signos, ecuaciones, etc.)
- d) El uso de diversos modelos teóricos para explicar un mismo concepto (modelos atómicos, de enlace y ácido-base)
- e) Conocimiento y comprensión de las propiedades periódicas de los elementos
- f) La reacción química (cualitativa y cuantitativamente)

Sin duda cada uno de estos temas engloba una enorme variedad de conceptos con un grado de complejidad particular que demandan del aprendiz un gran esfuerzo que le permita aplicar sus conocimientos y profundizar en el estudio de algunos de temas durante el nuevo ciclo escolar.

En cuanto al programa de estudio para la asignatura de Química III, éste se encuentra conformado por 5 unidades temáticas que se deben abordar en 120 horas anuales.

Primera Unidad	La energía, la materia y el cambio.
Segunda Unidad	Aire, intangible pero vital.
Tercera Unidad	Agua. ¿De dónde, para qué y de quién?

Cuarta Unidad Corteza terrestre, fuente de materiales.

Quinta Unidad Alimentos, combustible para la vida.

En la tercera unidad se estudian los ácidos y las bases desde el modelo de Arrhenius además de revisar los cálculos de pH, la neutralización y la formación de sales.

Después de realizar una revisión del programa para la asignatura, decidimos comentar algunos asuntos que, desde nuestra perspectiva, deben ser tomados en cuenta por el docente para mejorar el proceso de enseñanza y facilitar el aprendizaje de los alumnos en torno al estudio de la Química. Por ejemplo, visualizamos una marcada orientación disciplinar que obliga a la revisión de una gran cantidad de contenidos y conceptos que a lo largo de las cinco unidades se pretende vincular con temas de tipo ambiental a los que, desde nuestra perspectiva, no se les dedica mucho tiempo.

En cuanto al estudio de los ácidos y de las bases, al parecer el tema no es prioritario, debido a que en los propósitos generales de la unidad no se hace referencia alguna a su importancia, ni se tiene la intención de hacer un estudio de mayor profundidad, tampoco se considera la posibilidad de abordarlo desde un marco teórico de mayor alcance explicativo ya que sólo se toma en cuenta el modelo de Arrhenius, aún con todas las limitaciones que impone su marco teórico, lo que generará serios conflictos cuando los alumnos ya en sexto año, se enfrentan a conceptos más complejos que Arrhenius no explica adecuadamente.

Lo anterior permite evidenciar parte de la problemática asociada con el estudio del tema en una asignatura de profundización como lo es el curso de Química III y consideramos que sería conveniente aproximarse al tema de una forma diferente a como se ha venido haciendo, para no heredar tantas dificultades a los alumnos.

Tal como se encuentra estructurado el programa de la asignatura y dada la sobresaturación de contenidos, consideramos que el alumno difícilmente logrará un dominio adecuado de los conocimientos fundamentales que se plantearon con anterioridad y que constituyen el antecedente conceptual necesario para aquellos que decidan continuar sus estudios en el área II durante su último ciclo en el bachillerato, así como en sus estudios superiores.

1.1.3.2. QUÍMICA IV PARA EL ÁREA II

En el sexto año del bachillerato se imparte la asignatura de Química IV para el área II, la cual es obligatoria y por su carácter propedéutico constituye el antecedente obligado para aquellos estudiantes que continuarán sus estudios en área de las ciencias biológicas y de la salud.

Desde el punto de vista disciplinario, esta asignatura reviste especial importancia en la formación del estudiante debido a que se trata de un curso introductorio al estudio de la química orgánica, de la bioquímica y de algunos conceptos químicos y fisicoquímicos necesarios para la comprensión global de los procesos biológicos (ENP-Q IV, área II, 1996).

En el programa de la asignatura se plantean como propósitos generales el

“reforzar el aprendizaje experimental, promover la adquisición de habilidades de pensamiento y destrezas que permiten al alumno autonomía en el aprendizaje y aplicación de los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas, desarrollar las competencias químicas como conocimientos, habilidades y actitudes que lo capaciten para cursar los estudios superiores” (ENP-Q IV área II, 1996, p. 2).

y se espera que el alumno logre

“la integración significativa de los conocimientos... además de construir saberes, no sólo en el aspecto cognoscitivo y social, sino también en lo relacionado con el manejo adecuado de sustancias y equipo” *Ibíd.*

El logro de estos propósitos no es tarea fácil. En primer lugar, son demasiados y en segundo, cada uno de ellos resulta ser muy ambicioso y difícil de lograr en un periodo de tiempo tan corto. No se debe olvidar que el proceso de aprendizaje “no se da de forma inmediata” y muchos de los aprendizajes (conceptuales, procedimentales y sobre todo los actitudinales) llegan a manifestarse al cabo de varios años.

El programa de la asignatura está conformado por tres unidades temáticas que deben abordarse en un tiempo de 120 horas anuales (90 teóricas y 30 prácticas) mismas que se enfocan al estudio de:

- Líquidos vitales (unidad 1).
- Química para entender los procesos de la vida (unidad 2).

- La energía y los seres vivos (unidad 3).

A su vez, la primera unidad está conformada por tres temas principales y cada uno agrupa diversos subtemas tal como se muestra a continuación.

LÍQUIDOS VITALES

1.1. *Disoluciones*

- 1.1.1. Estructura del agua y poder disolvente.
- 1.1.2. Concentración (molar y normal).
- 1.1.3. Dilución de disoluciones.
- 1.1.4. Disoluciones isotónicas. Sueros

1.2. *Equilibrio ácido y base para la vida*

- 1.2.1. Ácidos y bases. Teoría de Brønsted-Lowry.
- 1.2.2. Equilibrio, su constante y Principio de Le Chatelier.
- 1.2.3. Concentración de iones H^+ y pH.
- 1.2.4 Acidez estomacal.

1.3. *La sangre, un tesoro vital*

- 1.3. I. Neutralización. Titulaciones.
- 1.3.2. Sistemas amortiguadores. Sangre.

En la descripción de los contenidos 1.2. (tabla 2.1), sólo se propone realizar la clasificación de las disoluciones en ácidas, básicas o neutras, mientras que en el subtema 1.2.1 se plantea definir las disoluciones de acuerdo con el modelo de Brønsted-Lowry para posteriormente clasificarlos como fuertes o débiles.

Una vez concluida la revisión del subtema 1.2.1. se asume que el alumno ha comprendido adecuadamente el modelo de Brønsted-Lowry y se da por sentado que es capaz de utilizar dicho conocimiento para aplicarlo al estudio de temas como: el equilibrio químico y su constante; el principio de Le Chatelier; concentración de iones H^+ y el cálculo del pH, así como la aplicación de sus conocimientos al estudio de la acidez estomacal, que lo lleven a comprender procesos como las neutralizaciones, titulaciones, el uso de los indicadores, el funcionamiento de las disoluciones amortiguadoras, además de vincular esos conocimientos para entender los sistemas amortiguadores presentes en la sangre (tabla 2. 2).

Tabla 2. 1. Cita textual de los contenidos de la carta descriptiva del programa para la asignatura. Tema 1.2 del programa de estudios (ENP-Q IV, área II, 1996).

Temas /subtemas	Descripción de los contenidos	Estrategias didácticas sugeridas
<p>1.2. Equilibrio ácido y base para la vida</p> <p>1.2.1. Ácidos y bases. Teoría de Brønsted-Lowry.</p>	<p>Clasificación de soluciones en ácidas, básicas y neutras.</p> <p>Se definen los ácidos y bases de acuerdo con base en la teoría de Brønsted-Lowry y se clasifican en fuertes y débiles.</p>	<p>Experimentación y análisis de disoluciones de ácidos y bases de diferentes concentraciones y sus relaciones con las medidas de pH.</p> <p>Exposición y ejemplificación de la teoría de Brønsted-Lowry.</p>

Tabla 2. 2. Cita textual de los contenidos de la carta descriptiva del programa para la asignatura. Tema 1.2 (contenidos consecuentes) programa de estudios (Química IV área II).

Temas /subtemas	Descripción de los contenidos	Estrategias didácticas sugeridas
<p>1.2. Equilibrios ácido-base para la vida (continuación).</p> <p>1.2.2. Equilibrio, su constante y Principio de Le Chatelier.</p> <p>1.2.3. Concentración de iones H^+ y cálculo del pH.</p> <p>1.2.4. Acidez estomacal.</p>	<p>Se estudia el concepto de equilibrio químico y se analiza el significado de la constante de equilibrio, en particular para el agua.</p> <p>Se aplica el Principio de Le Chatelier para predecir la dirección de una reacción.</p> <p>Se estudia la relación entre la concentración de H^+ y pH.</p> <p>Finalmente, se aplican estos conceptos al estudio de la acidez estomacal.</p>	<p>Cálculo de la constante de acidez.</p> <p>Demostración experimental del principio de Le Chatelier al variar la concentración de productos o reactivos.</p> <p>Cálculo de pH a partir de las concentraciones de iones H^+.</p> <p>Lectura y discusiones grupales sobre acidez estomacal y la forma de combatirla.</p>
<p>1.3. La sangre, un tesoro vital.</p> <p>1.3.2. Neutralización. Titulaciones.</p> <p>1.3.2. Sistemas amortiguadores. Sangre.</p>	<p>En el resto de la unidad se ponen de manifiesto las interacciones de ácidos y bases en neutralizaciones, titulaciones, indicadores y soluciones amortiguadoras, haciendo énfasis en que la sangre es un sistema amortiguador.</p>	<p>Lecturas relativas al tema y discusión grupal.</p> <p>Titulación ácido-base de algunos productos comerciales de uso cotidiano.</p> <p>Preparación de soluciones amortiguadoras y demostración de sus características.</p> <p>Investigación del sistema amortiguador de la sangre.</p>

Después de este análisis del programa de la asignatura, decidimos incluir algunas observaciones que permitan evidenciar parte de la problemática que el mismo programa genera, dado el enorme catálogo de conceptos abstractos que lo integran, por la forma en la que se están organizados, por la falta de precisión en torno al nivel de complejidad y por el grado de profundidad con el que se debe abordar cada uno, sólo por mencionar algunos aspectos.

- En la presentación de los temas y subtemas se hace una descripción muy general y un tanto imprecisa en torno al nivel de complejidad y al grado de profundidad con el que se deben estudiar cada uno de los distintos contenidos.

Consideramos que estos aspectos deberían estar señalados claramente en el programa, de tal manera que ello permitiera al docente saber qué debe enseñar y hasta qué nivel debe profundizar para abordar en el NMS.

- En cuanto al estudio de los ácidos y de las bases en el programa se indica que el tema debe abordarse desde el modelo de Brønsted-Lowry, recomendación que consideramos poco acertada (tal como está planteada) consideramos indispensable hacer notar al docente que la forma en la que se plantea la introducción al tema a partir del modelo de Brønsted-Lowry, no es la más adecuada. Con base en diversos estudios, se ha demostrado que el modelo con el que los alumnos están más familiarizados y que más utilizan para explicar el comportamiento ácido-base de las sustancias es el de Arrhenius (Demerouti, Kousathana y Tsaparlis, 2005; Drechsler, 2005 y 2007; Lin y Chiu, 2007), por lo que resulta poco conveniente recurrir a un nuevo marco teórico sin apenas hacer mención de las diferencias más relevantes que hay entre los distintos modelos que permitan al alumno visualizar las diferencias, reconocer el marco explicativo de cada modelo, de tal manera que el estudiante empiece a incorporar parte del nuevo modelo a sus esquemas explicativos.
- El programa plantea que se debe revisar el tema de la fuerza de los ácidos y de las bases que lleve a los alumnos a clasificarlos en fuertes y débiles. Desde nuestra perspectiva, se concede poca importancia al tema y con la descripción que se hace parece que se trata de un tema que no representa mayores problemas para su aprendizaje, siendo que algunos investigadores (Jiménez-Liso, 2000b) han evidenciado su alto grado de complejidad, empezando por la asignación de significado del término y su diferenciación de otros significados que se da al concepto de fuerza.

- Existe evidencia suficiente que demuestra que el estudio de los ácidos y de las bases, a pesar de ser uno de los temas que habitualmente han aparecido en los libros de texto y en los cursos curriculares, sigue siendo uno de los que menos se comprende debido en parte, a la forma en la que usualmente se aborda el tema (Jiménez-Liso, De Manuel y Salinas, 2002).
- Sobre los contenidos consecuentes que se incluyen en los subtemas 1.2.2 y 1.2.3, distintos investigadores se han dado a la tarea de estudiar los problemas asociados con el aprendizaje de temas como: el equilibrio químico (Quiléz-Pardo y Solaz-Portolés, 1995); el principio de Le Chatelier (Quiléz-Pardo, 2002) y el manejo de funciones logarítmicas y cálculos de pH (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Derivado de estas investigaciones se ha demostrado que se trata de tópicos de difícil comprensión, incluso para alumnos del Nivel Superior; debido a que muchas de las concepciones alternativas de los estudiantes tienen su origen en las propias concepciones del docente por lo que cada profesor al abordar dichos temas debe hacerlo de una forma más cuidadosa para evitar confundir más a los alumnos; además de promover una mejor comprensión conceptual de dichos temas.

Por la forma en la que son presentados estos contenidos en el programa de la asignatura, da la impresión que su estudio es sencillo y no implica mayor problema para un aprendiz que se aproxima por primera vez al tema, situación por demás alejada de la realidad que se vive en el aula.

- Adicionalmente en la última sección del subtema 1.2.2 y en el 1.2.3 se incluyen temas que demandan un alto nivel de complejidad debido a que el alumno debe aplicar los conocimientos ácido-base aprendidos con anterioridad.

En un estudio realizado por un grupo de profesoras de la Escuela Nacional Preparatoria y de la Facultad de Medicina de la UNAM (Cea et al., 2005) se puso en evidencia el alto nivel de reprobación durante el primer año de la carrera de medicina, principalmente en la asignatura de bioquímica, en donde parte de la problemática se debe a que los estudiantes no tienen un manejo conceptual adecuado de los conceptos básicos (entre ellos los relacionados con los ácidos y las bases).

Después de esta revisión del programa de estudio de la asignatura de Química IV para el área II, consideramos que parte de la problemática puede estar asociada con la forma de abordar esos contenidos en las aulas del bachillerato.

A decir de Garnett, Garnett y Hackling en (1995) resulta evidente la urgente necesidad de realizar mayor investigación con relación al estudio de la química ácido-base, de tal manera que con esa información sea posible promover situaciones de aprendizaje para que el alumno logre un manejo conceptual adecuado de todos estos temas. Resulta comprensible, que si los conceptos más sencillos no son entendidos, entonces los alumnos tendrán verdaderas dificultades cuando aborden temas de mayor complejidad como la fuerza de las especies químicas; la concentración de los ácidos y de las bases; la hidrólisis de las sales; el uso de indicadores ácido-base; las titulaciones; la identificación de las diferencias entre el punto de equivalencia y el punto final de una titulación; la identificación del comportamiento anfotérico de ciertas sustancias; es decir, los temas consecuentes que conforman la primera unidad del programa de Química IV para el área II.

Lejos de pretender que los alumnos se vuelvan expertos en el tema, se debe buscar orientarlos y ayudarlos a ordenar parte del conocimiento que poseen, ampliar su visión a través del estudio de modelos de mayor alcance explicativo, promover el desarrollo del pensamiento abstracto en los aprendices al estudiar a los ácidos y a las bases a través de un modelo que analiza dichos sistemas desde una perspectiva sub-microscópica y que proporciona respuestas más adecuadas para explicar una serie de fenómenos importantes para los organismos vivos, también se debe procurar que el alumno logre una mayor riqueza conceptual que a su vez posibilite la reestructuración de su conocimiento y la multiplicidad representacional que haga posible construcciones más complejas y de mayor alcance explicativo.

Si como docentes empezamos a atender algunos de los muchos obstáculos que se han mencionado aquí, ésta puede ser la vía que nos lleve a transitar hacia una nueva forma de concebir y de vivir la experiencia docente y, al mismo tiempo, a que los alumnos logren construcciones conceptuales más adecuadas.

En la siguiente sección presentamos el marco teórico pedagógico, disciplinar y conceptual en los que se basa nuestra propuesta de trabajo.

1.2. MARCO PEDAGÓGICO

1.2.1. ANTECEDENTES

No existe, en toda la historia de la humanidad, época alguna en la que se haya gestado una avalancha de información y de aprendizajes, tan diversos y cambiantes, como en la época actual en donde la información fluye cada vez a mayor velocidad y en mayor cantidad, de un modo dinámico y por lo mismo menos organizado. Como sujetos de esa sociedad estamos expuestos a un alud de información y conocimientos formales e informales que indudablemente inciden en nuestra forma de concebir el mundo y de relacionarlos con él.

La exposición a esa amplia gama de estímulos provoca que día a día construyamos saberes nuevos, derivados de nuestra experiencia cotidiana y sin apenas ser conscientes de ello. A la par de estas experiencias, y a edades cada vez más tempranas, nos enfrentamos a aprendizajes formales en ambientes escolarizados en donde dicho aprendizaje tiene propósitos claramente diferenciados de los del aprendizaje no formal. Así, a cada momento, estamos inmersos en procesos continuos de aprendizaje con diferente nivel de complejidad que de una u otra forma influyen en nuestra forma de pensar, de actuar y de concebir al mundo.

Con este antecedente resulta fundamental hacer una descripción general de las características y diferencias entre el conocimiento informal o implícito y el conocimiento formal o científico, además de analizar su importancia y las implicaciones de cada uno en el proceso de aprendizaje. Después de esta revisión nos aproximaremos al tema del cambio conceptual y al proceso de construcción del conocimiento científico en el aula. Posteriormente, abordaremos el estudio de la Química como área disciplinar que, al igual que otros campos del conocimiento, tienen su propia problemática, y aunque no nos embarcaremos en un análisis detallado, mencionaremos algunos aspectos que deben tomarse en cuenta para promover procesos de construcción de conocimientos o de redescrición representacional. También trataremos el tema de las concepciones alternativas, y en específico las relacionadas con el estudio de los ácidos y de las bases, lo que nos permitirá entender parte de los problemas que experimentan los alumnos cuando se aproximan al estudio de este tema en particular.

1.2.2. EL CONOCIMIENTO INFORMAL Y EL FORMAL

Desde el momento mismo del nacimiento el ser humano empieza a interactuar con su entorno y, como producto de esa interacción, construye representaciones del mundo físico a través de los sentidos que, en buena medida, son la vía de entrada de numerosos estímulos externos. El resultado de esta interacción es parte de lo que conforma la ciencia intuitiva o conocimiento implícito del individuo (Gómez Crespo, 2005), misma que da lugar a la integración de las concepciones y representaciones a través de las cuales el sujeto intenta explicar lo que sucede en el entorno inmediato. Si bien dichas representaciones suelen ser muy útiles y cognitivamente muy económicas, también es cierto que su potencial explicativo es muy limitado y con ellas es poco probable construir explicaciones complejas y de mayor alcance como las que se derivan del conocimiento formal o científico.

Sin duda el ámbito cotidiano constituye una rica fuente de información que de forma continua incide en nuestra manera de pensar y de actuar en el entorno y, por lo mismo, el conocimiento informal y el aprendizaje que se derivan de esas interacciones tienen características muy particulares y distintas a las del conocimiento escolar. Así, mientras la adquisición del conocimiento cotidiano no necesariamente requiere de un aprendizaje deliberado ni de la toma de conciencia por parte del individuo de estar aprendiendo (Pozo y Gómez Crespo, 1998), en el ámbito escolar sucede lo contrario ya que existen propósitos bien definidos (por la institución, por los docentes y por los alumnos) y en general se asume que el aprendizaje se genera a partir de las dinámicas propias que se dan en los ambientes formalizados.

Cuando un estudiante se enfrenta al conocimiento escolar y al científico, siempre lo hace a través de sus referentes conceptuales, derivados de su propio proceso de aprendizaje cotidiano. Según Pozo et al., (2006 p. 100) el referente informal de los individuos se caracteriza por:

...“darse previo al desarrollo cognitivo del aprendizaje explícito, permite la detección de regularidades en el ambiente, su funcionamiento es independiente de la adquisición de otras funciones cognitivas, es más duradero en sus efectos que el aprendizaje explícito y menos susceptible de interferencias con otras tareas, además de ser cognitivamente más económico”.

mientras que el conocimiento formal se:

...”gesta a través de procesos de aprendizaje intencionados, que se dan en ambientes formales... el conocimiento formal tiene una naturaleza verbal y declarativa y se basa en sistemas de representación externa, es decir en modelos, a través de los cuales se facilita la comprensión de los procesos y fenómenos en estudio... la adquisición y manejo de este tipo de conocimientos suele ser una costosa inversión cognitiva para el aprendiz, debido a que está conformado por complejas estructuras abstractas... suele ser un tipo de conocimiento más consistente y coherente, además de tener un mayor alcance y potencial explicativo que el conocimiento informal o implícito”...

A este respecto el docente, como promotor del aprendizaje, debería tomar en cuenta las características de ambos tipos de conocimiento para ayudar al alumno en el proceso de aproximación al conocimiento formal. Además de reconocer que el conocimiento implícito que se ha gestado en la mente del aprendiz, a través de largos años de interacción con el mundo, no será abandonado fácilmente de un momento a otro, ya que es justo a través de este conocimiento o representaciones que el sujeto conforma su ciencia intuitiva con la que el alumno intenta explicar las regularidades de los fenómenos que ocurren a su alrededor y, aunque suelen tener un limitado margen explicativo, su importancia y valor radican principalmente en su función pragmática y en su carácter predictivo, más que en su poder explicativo de gran alcance (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Gómez Crespo, 2005).

Con esta breve revisión hemos querido evidenciar, de manera muy general, las diferencias y potencialidades de ambos tipos de conocimientos de tal forma que el docente, lejos de pretender erradicar el conocimiento informal o implícito para promover la adquisición del conocimiento científico, se dé a la tarea de construir los puentes cognitivos que permitan al alumno vincular ambos tipos de saberes y gradualmente logren estructurar interpretaciones de mayor consistencia. De tal forma que las explicaciones de los estudiantes gradualmente alcancen un mayor nivel de complejidad que se traduzca en una transición desde una visión estática, en donde la información se encuentra desvinculada a una visión integradora, en donde los fenómenos sean interpretados a través del conjunto de relaciones complejas que lo conforman y en ese proceso el aprendiz, en lugar de establecer análisis sencillos del tipo causa-efecto, interprete los hechos a través de esquemas de interacciones y equilibrio que sin duda implican un mayor esfuerzo cognitivo (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Pozo, 1999 y 2003).

A medida que el docente fomente la transición de los alumnos, desde los principios más sencillos hacia los más complejos, y se promueva la interpretación de los fenómenos ya no como hechos sino a través de las complejas relaciones que se dan dentro de los sistemas, en esa medida será posible un avance importante en el proceso de construcción de nuevas estructuras explicativas más adecuadas y potentes desde el punto de vista científico.

En este proceso, el profesor no debe perder de vista que la aproximación del alumno al conocimiento científico implica un enorme reto cognitivo y que las dificultades asociadas con el aprendizaje de los contenidos disciplinares tiene mucho que ver con las concepciones del aprendiz, las cuales en todo momento compiten con ventaja con el conocimiento científico, que en muchas ocasiones suele contradecir el propio conocimiento intuitivo del alumno.

Y precisamente las diferencias entre ambos tipos de saberes, puede ser aprovechado por el profesor para promover la toma de conciencia por parte del estudiante de su propio conocimiento (qué sabe y cómo lo sabe) y a través de un conjunto de estrategias didácticas, abrir la posibilidad para comparar esos saberes con el conocimiento científico, que permita evidenciar los puntos de divergencia entre ambos marcos explicativos, se fomente la reorganización, la reestructuración y la integración del conocimiento cotidiano en el conocimiento científico, que lleven al alumno a lograr nuevas construcciones más elaboradas y complejas que le permitan interpretar los fenómenos desde diferentes perspectivas. Este proceso de reestructuración, a decir de Pozo y Gómez Crespo (1998), sólo puede lograrse a través de procesos explícitos derivados de la enseñanza formal, en donde de forma gradual y continua se acompañe al alumno en el proceso de redescubrir sus representaciones que lo lleven a lograr nuevas construcciones.

Ahora bien, si el conocimiento implícito difiere del científico no sólo en su contenido, sino sobre todo en los principios desde los que se organizan (epistemológicos, ontológicos y conceptuales), entonces será necesario tener muy presente que el aprender ciencia requiere de un profundo cambio conceptual desde un tipo de saberes hacia otras formas de conocimientos de mayor complejidad (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

El trabajo pionero y de gran influencia desarrollado por Posner, Strike, Hewson y Gerzog, (1982) y los trabajos subsecuentes presentados en 1985 por Strike y Posner son reconocidos como pieza clave en el estudio del cambio conceptual, aunque también es necesario aclarar que se trata de una de las posturas más radicales, debido a que en sus planteamientos subyace la idea de que el cambio conceptual implica la sustitución de un tipo de conocimiento por otro, visión que por lo mismo hoy en día enfrenta numerosas

críticas, porque después de casi tres décadas de investigación se ha demostrado que se trata de una tarea sumamente compleja y al mismo tiempo muy difícil de lograr (Pozo, 1997).

Actualmente se cuenta con una amplia gama de perspectivas, más flexibles, desde las cuales se analiza el cambio conceptual, en las que de manera general se asume que este cambio no implica la sustitución de un tipo de conocimiento por otro, sino que se busca su coexistencia y se pretende que el alumno aprenda a activarlos en función del contexto lo cual nos lleva a asumir que aprender ciencia implica la adquisición y el desarrollo de nuevas formas de razonamiento que no son ni mejores ni peores que las formas del conocimiento cotidiano, sino diferentes (Gómez Crespo, 2005). Antes de definir nuestra postura sobre este tema, consideramos pertinente hacer algunas precisiones que nos lleven a comprender por qué resulta tan complejo lograr el cambio conceptual.

1.2.3. EL CAMBIO CONCEPTUAL

Hablar de cambio conceptual no es un asunto trivial y una de las posibles razones por las que una persona, que se aproxima por primera vez al tema, puede confundirse es que al hablar de cambio conceptual los especialistas suelen hacerlo desde diferentes perspectivas, es decir hablan de distintos tipos de cambio conceptual (Pozo, 2007).

La construcción del conocimiento en general y del conocimiento científico en particular han sido objeto de estudio de distintas áreas del conocimiento que la han analizado desde diferentes perspectivas como la epistemológica, la psicológica y la educativa. Esto ha llevado a conformar diversas propuestas sobre el cambio conceptual (Flores y Pozo, 2007; Flores y Valdez, 2007; Pozo, 2007), situación que ha dificultado la comprensión de dicho concepto y ha generado gran confusión entre la comunidad docente. Así, mientras la epistemología centra su atención en los procesos de construcción del conocimiento científico; la psicología analiza los procesos de desarrollo de las representaciones del individuo y en el ámbito educativo, el interés principal se centra en la adquisición del conocimiento científico por parte del aprendiz y en la construcción de nuevos saberes. A decir de Flores y Valdez (2007) las contribuciones epistemológicas y psicológicas conforman la base conceptual sobre la cual se estructuran los trabajos de cambio conceptual que tuvieron un impacto importante en el ámbito educativo y que en su momento constituyeron un parteaguas en la enseñanza de las ciencias, en este sentido Flores y Pozo (2007 p. 13) reconocen que:

...“mientras la epistemología y la psicología han logrado definir con cierta precisión sus conceptos, en el área educativa existe una gran diversidad de aproximaciones y por tanto de ambigüedades...

...mientras unos conciben el cambio como procesos de síntesis, de adición y de coalescencia, otros plantean la reconstrucción en sentido amplio, con nuevos significados y nuevas formas de interpretación de la realidad que requieren formas diferentes de razonar y argumentar”...

Con base en lo anterior el cambio conceptual implicaría entonces: promover verdaderas reestructuraciones conceptuales a través de procesos continuos de contrastación; reorganización e integración de significados que lleven al aprendiz a vincular parte de su conocimiento implícito con el conocimiento científico y en este proceso iterativo logre nuevas construcciones de mayor solidez conceptual y alcance explicativo (óp. cit., 13).

1.2.4. LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN AL AULA

Lejos de la idea desde la que se asume que aprender implica la acumulación de saberes o la sustitución de las ideas de los estudiantes por las científicas, consideramos que el aprendizaje debe visualizarse como un proceso de cambio durante el cual el aprendiz debe aproximarse a un conjunto de saberes (las teóricas científicas), que en muchos sentidos suelen ser contrarios a su referente implícito. Por ello, la adquisición del conocimiento científico debería visualizarse como un complejo proceso que está integrado por diversos sub-procesos estrechamente relacionados entre sí a través de los cuales se busca que el aprendiz logre no sólo predecir y controlar los sucesos que se presentan a su alrededor (analizados desde sus teorías implícitas), sino que además alcance a comprender el por qué de las cosas mediante la activación de las teorías científicas y que ello lo lleve a estructurar representaciones cognitivas más complejas y de mayor potencial explicativo.

En la siguiente sección se presenta una descripción general sobre los procesos fundamentales implicados en la construcción del conocimiento científico en el aula. Decidimos apoyar el desarrollo del presente trabajo en la visión de Pozo y Gómez Crespo (1998) y Pozo (2001 y 2006) porque consideramos que se trata de una propuesta muy flexible que nos ofrece respuestas para tratar de entender —al menos en parte— lo que sucede durante el proceso de aprendizaje que los alumnos experimentan en el aula y fuera de ella, y lo que en carne propia hemos vivido al aproximarnos al campo de estudio de la pedagogía.

Según Pozo y Gómez Crespo (1998) existen varios sub-procesos sumamente importantes a través de los cuales es posible empezar a entender la construcción del conocimiento científico en el aula y estos son: la reestructuración, la explicitación progresiva y la integración jerárquica del conocimiento.

Antes de abordar estos tres procesos, decidimos considerar algunas ideas sobre las teorías implícitas y explícitas y el proceso de redescrición representacional (RR), debido a que estos planteamientos aportan elementos explicativos valiosos que contribuyen a entender de mejor manera diversos aspectos vinculados con la construcción del conocimiento.

1.2.5. LAS TEORÍAS IMPLÍCITAS Y LA REDESCRIPCIÓN REPRESENTACIONAL (RR)

En los procesos de aprendizaje en ambientes no formales, el conocimiento intuitivo o implícito juega un papel fundamental ya que es justo a través de estos referentes que el sujeto conforma sus esquemas explicativos para entender lo que sucede a su alrededor. Según lo planteado por Pozo y Gómez Crespo (1998), y Pozo (1999 y 2006) este conocimiento implícito se encuentra organizado como “verdaderas teorías implícitas” lo que *supone aceptar que “esas representaciones tienen su origen en procesos cognitivos implícitos, es decir no conscientes, y por tanto difícilmente controlables y modificables, y por lo mismo el sujeto no está en capacidad de usarlas porque no es consciente de poseerlas”* (Pozo, 2003 p. 1) y su cambio o reestructuración sólo podrá darse a través de aprendizajes explícitos que permitan al aprendiz tomar conciencia de su conocimiento implícito.

El estudio entre lo implícito y lo explícito visto como un continuo ha sido analizado desde la psicología cognitiva por Annete Karmiloff-Smith (1994) quien planteó el modelo de Redescrición Representacional (RR), desde el que explica el proceso mediante el cual las representaciones implícitas se transforman en verdadero conocimiento (representaciones explícitas). En este sentido, Karmiloff-Smith reconoce que *“una forma específicamente humana de obtener conocimiento consiste en que la mente explote internamente la información que ya tiene almacenada (tanto innata como adquirida) mediante el proceso de redescibir sus representaciones”, de tal manera que*

*...”la RR es el proceso mediante el cual la información que se encuentra implícita **en** la mente llega a convertirse en conocimiento explícito **para** la mente”... (óp.cit., p. 37, énfasis de la propia autora)...y “el cambio cognitivo humano sólo es posible gracias a procesos previos*

de RR, que convierten la información implícita en conocimiento explícito” (óp.cit., p. 34 y 35)².

A decir de Pozo (2006, p. 153), *“la redescrición implica un proceso de reconstrucción de las representaciones implícitas a partir de nuevos sistemas o estructuras de representación, por lo que la adquisición del conocimiento, en su forma más compleja o completa, implica un verdadero cambio representacional, que exige el empleo de nuevos códigos o lenguajes desde los que sea posible representar esas representaciones”*

Como parte de este proceso de redescrición representacional resulta comprensible que, durante el proceso de aprendizaje se dé la coexistencia de diferentes representaciones y lejos de verla como un problema, habría que valorar esa pluralidad representacional porque este abanico de posibilidades representacionales permitirá al aprendiz contar con una mayor diversidad de esquemas explicativos.

Si bien el modelo de redescrición representacional da una idea más o menos clara de cómo se lleva a cabo el proceso de estructuración de las representaciones en el humano; también se deben tomar en cuenta otros procesos complementarios que se dan en la construcción del conocimiento científico. En los siguientes párrafos mencionaremos sólo algunos aspectos relevantes (sin entrar en demasiados detalles) que permitan comprender de manera global la importancia de cada uno y su estrecha relación en el proceso constructivo del conocimiento científico en el aula.

1.2.5.1. Proceso de explicitación progresiva

Desde el modelo de RR la explicitación es reconocida como una de las fases fundamentales en el proceso de construcción del conocimiento, que permite al aprendiz ir tomando conciencia de sus propias representaciones implícitas y, a través de un proceso continuo de explicitación, se irán redescibiendo sus representaciones como parte del proceso constructivo.

Según Pozo (2003, p. 152) *“la explicitación constituye el espejo desde el cual nuestras representaciones se hacen visibles para nosotros mismos y nos permiten mirarnos a través de ellas”*. Para promover la transición a través de este proceso de RR y lograr que el alumno se vea a sí mismo en el espejo de sus representaciones, el docente podría diseñar un conjunto de estrategias orientadas a lograr este propósito. Por ejemplo, puede

² Si al lector le interesa profundizar en el estudio de este modelo, puede consultar directamente la obra de la autora o revisar el análisis que hace Pozo sobre el mismo (Pozo, 2001 y 2006).

- abrir espacios para promover la exploración, identificación y explicitación de las ideas de los alumnos que le permitan entender parte de su estructura conceptual.
- la interacción y comunicación interpersonal a través de dinámicas persona-persona y a nivel grupal.
- la integración e incorporación gradual de un nuevo lenguaje propio de los modelos científicos (uso de nuevos términos, conceptos y símbolo) en los esquemas explicativos del alumno.
- la experimentación que lleve al estudiante a visualizar las diferencias entre sus propias teorías y las científicas, además del desarrollo de actividades que fomenten el análisis, la reflexión, la contrastación y la discusión en torno a las diferencias de sus propias representaciones frente a las que ofrece la ciencia.

de tal manera que, a través de una diversidad de actividades de explicitación, como las anteriores, el aprendiz empiece a estructurar nuevas representaciones en términos de sistemas conceptuales más potentes y de mayor consistencia que aquellas basadas sólo en sus teorías implícitas.

1.2.5.2. *Proceso de reestructuración*

El proceso de reestructuración implicaría entonces nuevas formas de concebir y organizar el conocimiento y una de las posibles vías para lograrlo sería evidenciando las diferencias e incompatibilidades entre las estructuras conceptuales (entre las representaciones implícitas, las generadas a través del proceso de instrucción en etapas previas y las explícitas nuevas, cuyo potencial explicativo, supera a las anteriores).

La condición más importante para iniciar la reestructuración implica disponer de planteamientos alternativos que promuevan el conflicto entre el nuevo conocimiento y los conocimientos anteriores. Sin embargo, esta condición no es suficiente y se hace necesario ayudar a los estudiantes a organizar todo ese bagaje conceptual que en muchos casos se encuentra entremezclado, por lo que el alumno es incapaz de diferenciar uno de otro; de esta forma, al organizarlo el alumno tendrá mayores posibilidades para interpretar los fenómenos a partir de estructuras cada vez más complejas (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

En el proceso de reestructuración se pueden diferenciar tres procesos distintos de cambio conceptual que implicarían un grado distinto de reorganización y estos son:

- *El de cambio leve* que implica el enriquecimiento o crecimiento de las concepciones a partir de la incorporación de nueva información pero sin cambiar la estructura conceptual existente.
- *El de ajuste* que implicaría la modificación de la estructura conceptual a través de procesos de generalización y discriminación aunque no se lleve a lograr un cambio radical y
- *El radical* que se genera con la reestructuración en un dominio determinado que resulte incompatible con las estructuras anteriores.

La reestructuración debe traducirse y concretarse en un cambio de las estructuras conceptuales desde las formas más simples (del conocimiento cotidiano) hasta las estructuras más complejas de las teorías científicas. Este proceso se da desde los contenidos más específicos a las estructuras conceptuales más elaboradas. Cabe aclarar que no se trata de enseñar a los estudiantes un mayor número de conceptos como tales, sino de generar las condiciones para que el estudio de contenidos específicos, los alumnos aprendan a interpretar los fenómenos en términos de estructuras complejas.

1.2.5.3. *Proceso de integración jerárquica del conocimiento*

Si la adquisición de conocimiento científico implica un proceso de instrucción explícita orientada a promover la reestructuración de las representaciones implícitas, también se debe ayudar a los alumnos a *“reconstruir y redescubrir sus intuiciones situándolas en un nuevo y más potente marco conceptual”* (Pozo, 2002 p. 264), pero teniendo siempre muy claro que no se busca su eliminación ni abandono, ya que éstas construcciones forman parte de la herencia cultural ancestral y del referente que cada individuo construye a través de su interacción con el entorno, y es justo a partir de ellas que el sujeto puede dar sentido y explicar lo que ocurre a su alrededor. Según Pozo y Gómez Crespo (1998, p. 146) *“una ventaja de las teorías científicas frente a las intuitivas, es que las primeras se transfieren con mayor facilidad a situaciones nuevas que las segundas”* y por eso mismo, en un entorno formal de instrucción, se debería promover el diálogo y coexistencia entre los distintos tipos de representaciones (explícitas e implícitas), evidenciando que unos saberes (el científico) poseen una estructura más coherente y consistente que otro tipo de conocimientos, los implícitos.

La integración de una teoría más sencilla en otra más potente se logra porque esta última se caracteriza por tener:

- ❖ *Una mayor capacidad de generalización*, debido a que puede aplicarse en la predicción de hechos en diferentes ámbitos o contextos que la otra teoría no alcanza a cubrir.
- ❖ *Una estructura conceptual más compleja*, desde la que es posible reinterpretar parte de las relaciones e interacciones que se presentan en un sistema, mientras que desde las teorías más sencillas sólo es posible estructurar relaciones lineales del tipo causa-efecto.
- ❖ *Un mayor alcance explicativo* que posibilita la estructuración de explicaciones más elaboradas y consistentes que ayuden a describir los hechos que desde la otra teoría pudieron haber sido descritos, pero no explicados.

De esta forma, un tipo de representaciones, las más potentes (científicas), podrán redescubrir a las más sencillas (cotidianas), pero sin anularlas ya que éstas últimas compiten con ventaja con las científicas en entornos cotidianos porque además de ser útiles son cognitivamente más económicas (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Pozo 1999, 2002 y 2003). Por lo que en todo caso, “*se debería buscar la coexistencia representacional de las diversas formas científicas e intuitivas de conocimiento con la necesaria integración conceptual*” (Pozo 1999, p. 517) que en buena medida permitiría ampliar el abanico representacional de los aprendices.

Así, a través de un proceso de instrucción explícitamente dirigido, el docente deberá promover la vinculación de los distintos tipos de conocimiento orientando a los alumnos para que aprendan a utilizarlos diferencialmente en función del contexto, a multiplicar las perspectivas e integrarlas en una estructura cognitiva que redescriva las relaciones entre esos componentes en un nuevo nivel (Gómez Crespo, 2005).

Finalmente, consideramos que en este proceso de enseñanza los docentes debemos ser los compañeros de viaje de nuestros alumnos en la aventura que implica la construcción del conocimiento; y como guías con un poco más de experiencia, facilitar la construcción, o mejor dicho, la reconstrucción del sendero cognitivo por el que han de transitar.

En la siguiente sección presentamos la revisión de algunos factores importantes que suelen incidir en el proceso de aprendizaje de la Química y que en muchos casos llegan a constituirse en verdaderos obstáculos que interfieren en la construcción de nuevos saberes. En este sentido decidimos tomar en cuenta cuatro factores, tres de los cuales se relacionan directamente con el área disciplinar y un cuarto que se deriva de la estructura curricular de los propios programas de estudio (revisado en la primera sección de este capítulo). En el primer caso se abordan algunos aspectos generales relacionados con: las

concepciones alternativas, la importancia del manejo cuidadoso del lenguaje y el uso de distintos niveles representacionales.

Posteriormente, hacemos un breve paréntesis para adentrarnos en la revisión del marco teórico conceptual de los planteamientos de los modelos de Arrhenius y de Brønsted - Lowry, que sirva como sustento teórico de nuestra propuesta didáctica y que a través de ella se promueva, entre la comunidad estudiantil, una mejor comprensión de ambos modelos, un adecuado manejo conceptual y la incorporación del modelo de Brønsted-Lowry a sus esquemas explicativos.

1.3. MARCO DISCIPLINAR

1.3.1. DIFICULTADES ASOCIADAS CON EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA

La Química es una de las disciplinas que forman parte de las llamadas Ciencias Experimentales. Su objetivo principal es el estudio de la materia, sus características, propiedades y transformaciones a partir de su composición íntima (átomos, moléculas, etc.), objetivo que se intenta desarrollar con diferentes contenidos y niveles de aproximación desde los primeros inicios en la Educación Secundaria y hasta los niveles más avanzados en la Educación Universitaria. En términos generales, lo que se pretende con la enseñanza de la química es que el alumno llegue a comprender, interpretar y analizar el mundo en que vive (Gómez Crespo, 2005), sus propiedades y sus transformaciones, recurriendo a modelos que permitan hacer una interpretación más adecuada de los fenómenos que se desarrollan en su entorno y que tienen influencia directa en su vida diaria.

Para la comunidad docente del área de la química resulta innegable que el aprendizaje de ésta disciplina representa un verdadero reto para los aprendices, debido a que deben enfrentar diversos problemas que dificultan el aprendizaje de la misma. Estos factores, han sido clasificados por Caamaño (2003) en tres categorías principales:

- a) Las características propias de la disciplina.
- b) Las dificultades asociadas con la forma de razonar de los estudiantes.
- c) Los problemas atribuibles al proceso de instrucción.

En la tabla 2.3 se presenta la relación de algunos problemas que inciden en el aprendizaje de la química y, desde nuestra perspectiva, podrían ser tomados en cuenta por el profesor para que, a través de una práctica docente intencionada se logre disminuir el impacto de estos—si no de todos, al menos de algunos— en el proceso de enseñanza y aprendizaje que permita a los alumnos avanzar por el camino de la reestructuración de sus representaciones personales.

Tabla 2. 3. Algunos factores que dificultan el aprendizaje de la química (adaptación de: Caamaño, (2003); Garnett, Garnett y Hackling (1995); Lin y Chiu (2007)).

Factores	Ejemplos
a) Características de la disciplina	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de términos con significado diferente en la vida cotidiana y en el ámbito escolar. • Ambigüedad y limitaciones del lenguaje a través del uso de términos, símbolos, fórmulas, representaciones, etc. • Manejo de distintos niveles de descripción de la materia. • Uso de distintos modelos contextos y por ende de diferentes modelos, teorías y conceptos para estudiar un mismo concepto.
b) Dificultades relativas al pensamiento y la forma de razonamiento de los estudiantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Predominio del pensamiento concreto y un incipiente desarrollo del pensamiento abstracto. • Predominio del pensamiento lineal del tipo causa-efecto. • Uso del pensamiento analógico con escaso nivel de profundidad. • Dificultades para vincular el mundo concreto con el abstracto. • Solidez y arraigo del conocimiento implícito. • Influencia de la percepción macroscópica en el análisis del mundo sub-microscópico. • Tendencia a transferir las propiedades macroscópicas de las sustancias a las propiedades sub-microscópicas de las partículas. • Asignación de características y comportamiento antropomórfico a los objetos. • Bajo nivel de dominio conceptual de los conocimientos antecedentes fundamentales. • Construcción de modelos híbridos alternativos. • Dificultad de comprensión de procesos estructurados en etapas. • Dificultad para transferir un concepto a un contexto distinto de aquel en el que se aprendió.
c) Dificultades atribuibles al proceso de instrucción	<ul style="list-style-type: none"> • Concepciones alternativas y sistema de creencias del propio docente. • Enseñanza tradicional en donde se privilegia la memorización, la acumulación de saberes inconexos y la reproducción de conceptos sin que necesariamente se logre su comprensión. • Enseñanza centrada en el componente conceptual. • Desconocimiento de aspectos pedagógicos que promuevan la construcción de conocimientos por parte del aprendiz. • Desconocimiento de las ideas previas de los alumnos. • Uso de estrategias que no consideran las dificultades de aprendizaje de los alumnos y que en general no facilitan la superación de las mismas. • Presentación de los conceptos, modelos y teorías como planteamientos acabados y definitivos. • Presentación de la parte conceptual de forma poco cuidadosa.

	<ul style="list-style-type: none">• Escasa vinculación curricular (horizontal y transversal) de los conceptos esenciales.• Uso de códigos de representación gráfica con distintos significados, sin que medie una explicación o justificación para su empleo.• Uso frecuente de actividades basadas en algoritmos que no promueven la comprensión de los conceptos, sino más bien su aplicación mecánica.• Empleo de generalizaciones y sobre simplificación de las explicaciones.• Uso de recursos didácticos poco adecuados.
--	--

El listado anterior sólo es una pequeña muestra de los factores que dificultan considerablemente el aprendizaje de la Química. En nuestro caso, no pretendemos hacer una revisión exhaustiva de todos los aspectos citados, porque no es el propósito del presente trabajo, pero sí hemos tomado en cuenta cuatro factores que han sido reconocidos como los principales obstáculos (Garnett, Garnett y Hackling, 1995) que dificultan el estudio de la química ácido-base y que son:

- El desconocimiento de las concepciones alternativas de los alumnos por parte del docente.
- El uso de diferentes modelos para abordar un mismo tema.
- Una revisión de forma poco cuidadosa de la estructura conceptual, además de la superposición de distintos marcos teóricos.
- Poca atención al manejo del lenguaje (uso de términos, símbolos, fórmulas, y manejo indiferenciado de distintos niveles representacionales de la materia, etc.).

Dada la relevancia de estos factores en el estudio de la química ácido-base, los hemos tomado en cuenta para la estructuración de la propuesta didáctica que aquí se presenta y, dada su relevancia, en la siguiente sección se hace una revisión de algunos conceptos importantes que, desde nuestra perspectiva, deben ser considerados por la comunidad docente.

1.3.2. LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

Durante la década de los años setentas y a principios de los noventas, un número considerable de investigadores orientaron sus esfuerzos hacia la búsqueda de nuevas respuestas relacionadas con el papel del conocimiento previo del alumno (concepciones

alternativas) como parte fundamental en el proceso de aprendizaje. Como resultado, hoy en día se cuenta con un enorme catálogo de información relacionada con las concepciones alternativas (Flores et al., 2002; Duit, 2004) que han dado luz sobre:

- la forma en la que los individuos interpretan los fenómenos cotidianos.
- las dificultades que el estudiante debe enfrentar durante el proceso de aprendizaje
- la forma en la que el aprendiz se involucra en dicho proceso y
- las estrategias que se pueden utilizar para estudiarlas o evaluarlas

Ha sido tal el número de estudios realizados, que para 1994 Pfundt y Duit señalaron que *“toda la información generada hasta ese momento resultaba inabarcable”* (García-Franco, 2003, p. 7), situación que nos permite dimensionar el bagaje de conocimientos en torno al tema que se ha generado hasta nuestros días³.

Sin duda, todo este trabajo ha sentado las bases para orientar de manera distinta el proceso de enseñanza de las ciencias. El conocer algunas de las posibles concepciones de los alumnos resulta fundamental en el proceso de la enseñanza-aprendizaje ya que ello permitirá al docente tomarlas como punto de partida para: seleccionar los conceptos relevantes que intenta enseñar a sus estudiantes; plantear los objetivos de las actividades que promuevan de mejor manera el aprendizaje; seleccionar adecuadamente las experiencias (Driver, 1985), de tal manera que ello facilite el proceso de aprendizaje y promueva la reestructuración de las concepciones de los aprendices.

Durante este periodo de más de cuarenta años de investigación se han empleado un sinnúmero de términos como; “ideas previas”, “esquemas alternativos”, “teorías ingenuas”, “teorías de los niños”, “modelos personales”, “versiones personales de la ciencia”, “ideas erróneas”, (Wandersee et al, 1994) entre muchas otras. Para tener una idea de la enorme variedad de términos que se han utilizado, baste mencionar que en 1987 Giordan y De Vecchi (citados por Pozo y Gómez Crespo, 1998) identificaron veintiocho formas distintas para referirse a esos conocimientos y desde entonces seguramente habrán surgido otras tantas expresiones.

³ La bibliografía de Pfundt y Duit (1994) revela que para el año de 1985 se contaba con unos 700 estudios de ese tipo, en tanto que para 1988 su número alcanzaba los 1400, en 1991 su número ascendió a 2000 (Wandersee, 1994) y actualmente en 2009, se cuenta con más de 8000 investigaciones publicadas (Duit, 2004, datos actualizados hasta junio de 2009).

A decir de estos mismos autores, el uso de uno u otro término es el reflejo de las concepciones que sobre la enseñanza y el aprendizaje tiene quien las emplea y, aunque dichas interpretaciones comparten ciertos rasgos comunes, existe un gran desacuerdo sobre cuál es la forma más adecuada de referirse a ellas. En nuestro caso emplearemos el término de concepciones alternativas⁴.

Habitualmente en los procesos de enseñanza tradicional, el conocimiento previo del alumno es concebido como algo que se debe “cambiar o erradicar”. En nuestra opinión, las concepciones alternativas de los estudiantes lejos de ser vistas como obstáculos, se deberían valorar como elementos esenciales en el proceso de aprendizaje, los cuales necesariamente deben ser considerados como punto de partida para el diseño de estrategias didácticas que faciliten y promuevan la reestructuración de nuevos saberes que lleven al alumno a conformar esquemas explicativos más consistentes y de mayor alcance desde el punto de vista científico.

En suma, el plan de acción a seguir implicará entonces:

- ❖ Partir de las concepciones alternativas de los estudiantes para estructurar una propuesta didáctica que permita
 - Promover la toma de conciencia, individual y grupal, de su propio conocimiento a través de procesos de explicitación progresiva
 - Presentar una serie de experiencias y situaciones que conflictuen al alumno con sus propios esquemas explicativos
 - Ofrecer la oportunidad de analizar y construir explicaciones plausibles
 - Promover un acercamiento gradual al estudio de la química, tomando en cuenta algunos aspectos identificados como factores que dificultan su aprendizaje
- ❖ Plantear esquemas explicativos basados en el conocimiento científico
- ❖ Diseñar situaciones de aprendizaje que promuevan la aplicación del nuevo esquema explicativo, es decir, del conocimiento recientemente adquirido, que le permita evidenciar al alumno su efectividad para explicar el fenómeno en estudio y finalmente

⁴ Mismas que definimos como el conjunto de conocimientos que los alumnos poseen como resultado de sus interacciones en contextos formales e informales a través de los cuales trata de explicar lo que sucede en su entorno, aunque dichas explicaciones no logren alcanzar el mismo nivel explicativo que las derivadas del conocimiento científico.

- ❖ Ofrecer al estudiante diversas oportunidades para valorar y aplicar el nuevo conocimiento como una forma más efectiva de explicar los fenómenos en estudio (Driver, 1988).

1.3.3. LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS SOBRE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES

En el área de la química se han estudiado las concepciones alternativas de los alumnos sobre: el cambio químico, las reacciones químicas y sus representaciones, la naturaleza corpuscular de la materia, la estructura molecular, la cantidad de sustancia y su unidad el mol, el equilibrio químico, los modelos (atómicos, de enlace, ácido-base, etc.), los ácidos y las bases, la combustión; la electroquímica; la termoquímica, sólo por mencionar algunos de ellos (Flores, 2002; Talanquer, 2005).

El estudio de los ácidos y de las bases es un tema que tradicionalmente ha formado parte de los contenidos de los libros de texto; así como de los programas curriculares de los cursos de química en los distintos niveles educativos como son: el básico (secundaria), el medio superior (bachillerato) y el superior, en donde en general se abordan dichos temas de forma poco precisa (Demerouti, 2004; Drechsler, 2005 y 2007; Furió 2005) lo que ha ocasionado severas dificultades para la comprensión de los planteamientos de los distintos modelos ácido-base por parte de los alumnos (Hawkes, 1992).

Varios investigadores como Cros y Maurin (1986); Ross y Munby (1991); Schmidt (1991); Nakhleh y Krajcik (1993); Nakhleh (1994); Garnett, Garnett y Hackling (1995); Hand y Treagust (1998) citado por Flores et al. (2002); Furió, Calatayud y Bárcenas, (2000); Demerouti, Kousathana y Tsapalis (2004 a y b); Kind (2004); Furió-Más, Calatayud y Furió-Gómez (2005a); Drechsler y Schmidh (2005); Furió-Más, Furió-Gómez, Calatayud y Bárcenas (2007); Drechsler (2007), han puesto en evidencia una serie de concepciones alternativas relacionadas con el estudio de los ácidos y de las bases en distintos niveles educativos equivalentes al nivel bachillerato y el primer ciclo de enseñanza superior.

La cantidad de información que se ha derivado de estas investigaciones es tal, que resulta poco práctico citarlas todas en este documento, por lo que decidimos centrar nuestra atención en algunas concepciones relacionadas con:

- ❖ La caracterización general de los ácidos, de las bases y de sus reacciones.
- ❖ La identificación del carácter ácido-base de algunos materiales de uso cotidiano.
- ❖ El manejo del marco teórico de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry.

Sin duda, cada uno de estos temas constituye por sí mismo un amplio campo de investigación, por lo mismo sólo tomaremos en cuenta algunas de las investigaciones relacionadas con estos aspectos.

1.3.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ÁCIDOS Y DE LAS BASES

A partir de los trabajos realizados por Cros y Maurin (1986); Hand y Treagust (1988); Ross y Munby (1991); Nakhleh y Krajcik (1993); Garnett, Garnett y Hackling (1995); Griffiths (1994) citado por Demerouti (2004a); Schmidth (2005); Özmen, Demircioglu y Coll, (2009) se han identificado algunas ideas en torno a la: descripción general de los ácidos y de las bases; el uso de distintos sistemas de representación ácido-base; su relación con el pH; las reacciones entre ácidos y bases, así como las características de sus productos, de tal manera que hoy se sabe que un alto porcentaje de estudiantes recurren a cierto tipo de descriptores cuando tienen que definir a un ácido o a una base o cuando se refieren a una reacción ácido-base, tal como se muestra a continuación.

Descripción de los ácidos

- *Los alumnos normalmente recurren* a definiciones de tipo fenomenológicas en las que hacen referencia a su valor de pH.
- Mencionan que los ácidos son claros e incoloros.
- Tienen un sabor agrio y picante.
- No deben ingerirse porque todos son venenosos.
- Su olor es fuerte o acre.
- Un ácido es algo que se come un material, son muy corrosivos y pueden quemar.
- Son fuertes y poderosos.
- Contienen iones hidróxido.

Al describir a las bases, los aprendices asumen que

- Una base es algo que repara a un ácido.
- Las bases no contienen hidrógeno.
- Las frutas son básicas

Sobre las reacciones ácido-base y las características de sus productos consideran que:

- Toda reacción ácido-base es una reacción de neutralización y su pH final es de 7.
- La neutralización siempre resulta en una disolución neutra.
- Los ácidos neutralizan a las bases.
- En una reacción de neutralización siempre se obtiene sal y agua.
- Como una sal no contiene ni hidrógenos ni grupos hidroxilo, su disolución no contiene iones hidronio ni hidroxilo y por lo tanto se trata de una sustancia neutra.

1.3.3.2. IDENTIFICACIÓN DEL CARÁCTER ÁCIDO-BASE EN MATERIALES DE USO COTIDIANO

Cros y Maurin (1986); Ross y Munby (1991); Jiménez-Liso, Torres, González y Salinas (2000); Vidyapati y Seetharamappa, (1995) citado por Peña (2003); (Schmidt y Volke, 2003 citado por Drechsler, 2007) reportaron que para los alumnos:

- Es más fácil proporcionar ejemplos de ácidos que de bases.
- Las disoluciones ácidas son más peligrosas que las disoluciones básicas.
- Los ácidos nunca se deben ingerir y sólo se pueden beber disoluciones de pH=7.
- Las sustancias ácidas que identifican más fácilmente son: frutas, refrescos y vinagre.
- Los ejemplos de sustancias ácidas más utilizados son: ácido clorhídrico, ácido sulfúrico y ácido nítrico.
- Difícilmente reconocen el uso de bases en su entorno cotidiano.
- Las bases que identifican con mayor facilidad son aquellas que tienen el ión hidróxido.
- La mayoría de los alumnos no logran identificar el carácter ácido-base de productos como la leche, el café, el té, el clarasol, etc.
- Lo neutro es sinónimo de inocuo y poco reactivo.
- El agua siempre es neutra y difícilmente aceptan que pueda comportarse como ácido o como base.

1.3.3.3. MANEJO CONCEPTUAL DEL MARCO TEÓRICO DE LOS MODELOS DE ARRHENIUS Y DE BRØNSTED-LOWRY

A partir de diversas investigaciones (Carr, 1984 citado por Demerouti 2004a y b; Hawkes, 1992; Rayner-Canham, 1994 citado por Drechsler, 2007; Garnett, Garnett y Hackling, 1995; Jiménez-Liso, 2000; De Vos, Pilot, 2001; Jiménez-Lizo, De Manuel y Salinas, 2002a; Oversby, 2000; Jiménez-Lizo, De Manuel y Salinas, 2002b; Demerouti, Kousathana y Tsaparlis, 2004 a,b y 2005; Kind, 2004; Furió-Más, Calatayud y Furió-Gómez, 2005a; Drechsler y Schmidth, 2005; Furió-Más, Furió-Gómez, Calatayud y Bárcenas, 2007; Drechsler, 2007) se ha generado información suficiente para evidenciar que muchos docentes y un número importante de autores de libros de texto no son conscientes de sus propias concepciones alternativas, ya que abordan de manera indiferenciada los modelos ácido-base de Arrhenius y de Brønsted-Lowry en los libros y en las explicaciones en el aula, debido a que: desconocen el marco teórico de cada modelo y de modelos anteriores; no hacen evidentes las características, alcances ni las limitaciones de cada modelo que utilizan; en sus explicaciones asumen estar utilizando un determinado modelo, cuando en realidad están usando varios modelos (modelos híbridos) sin ser conscientes de ello; tampoco hacen ninguna aclaración sobre las ventajas del uso de un determinado modelo en lugar de otro.

A este respecto algunos investigadores (Furió et al., 2000 y 2005 a; de Vos y Pilot, 2002) recomiendan, tanto a los docentes como a los autores de los libros de texto, asegurarse de tener muy claro que todo concepto tiene un campo de validez limitado por su propia definición y por el marco teórico en el que fue estructurado, por ello es necesario reconocer que al pasar de un marco teórico a otro (de Arrhenius a Brønsted-Lowry) los conceptos cambian su significado y, por ende, se debe procurar evitar la trasposición de contextos como si de estructuras sedimentarias se tratara, ya que el significado de cada concepto se encuentra estrechamente vinculado a su contexto de aplicación.

A decir de Furió et al. (2000 y 2005a), al no justificar la sustitución de un modelo por otro, se transmite una visión aproblemática, acumulativa y lineal de la construcción del conocimiento científico y de su proceso de evolución histórico; situación que dificulta considerablemente la diferenciación de cada modelo y lleva a los alumnos a asumir, por ejemplo, que el modelo de Arrhenius es parte del modelo de Brønsted-Lowry. Incluso un alto porcentaje de profesores y autores de los libros de texto consideran que el modelo de Brønsted es el modelo de Arrhenius, pero ampliado (Drechsler, 2005 y 2007). Este manejo poco cuidadoso del marco teórico de cada modelo, ha contribuido a promover la superposición del marco conceptual macroscópico (Arrhenius y otros) con el marco sub-

microscópico (Brønsted-Lowry), así como la estructuración y uso de modelos híbridos con los consiguientes problemas que de ello se derivan.

A decir de varios investigadores, los estudiantes están más familiarizados con el modelo de Arrhenius que con el de Brønsted-Lowry, y hay una tendencia generalizada a explicar los procesos ácido-base a partir del modelo de Arrhenius y de otros modelos, mientras que el de Brønsted-Lowry rara vez es utilizado (Cros, 1986; Demerouti, Kousathana y Tsaparlis, 2004; Drechsler, 2005 y 2007), a pesar de que *“el modelo de Brønsted-Lowry sigue siendo el que ofrece el marco teórico más útil para entender a los ácidos y a las bases”* (Rayner-Canham, 2000, p. 131).

Ahora bien, si uno de los problemas que subyace a las concepciones alternativas de los estudiantes sobre los ácidos y las bases, se deben en buena medida a un manejo conceptual poco cuidadoso de los modelos ácido-base, consideramos necesario aproximarse de una manera distinta al estudio de este tema a como se ha venido realizando de manera tradicional, es decir, a través de una serie de acciones que permitan; por un lado, promover la toma de conciencia por parte del docente de sus propias concepciones y que ello lo lleve a considerar las concepciones de sus alumnos en torno a los ácidos y a las bases y, por el otro, a promover situaciones y condiciones de aprendizaje que permitan analizar los planteamientos alcances y limitaciones de cada modelo (partiendo desde las descripciones fenomenológicas, y pasando por el modelo de Arrhenius hasta llegar finalmente al modelo de Brønsted-Lowry), poniendo mayor atención al manejo del lenguaje con relación al uso de términos y conceptos, de tal manera que todo ello facilite una mejor comprensión de la química ácido-base, y se constituya como un primer paso hacia la redescipción y a la multiplicidad representacional que posibilite la estructuración de explicaciones conceptualmente más consistentes y de mayor alcance explicativo.

1.3.4. MANEJO DEL LENGUAJE

Diversos autores han hecho notar la importancia del uso adecuado del lenguaje en cualquier ámbito y especialmente en el educativo ya que éste es un factor clave en el proceso de comunicación con los aprendices. En 1999, Dorothy Gabel reconoció que el aprendizaje de la química es una actividad sumamente compleja debido a que el alumno debe superar una serie de barreras instruccionales, entre las que se encuentra el manejo del lenguaje. A decir de Borsese (2000), la comunicación constituye el fin esencial del lenguaje y en el nivel educativo el lenguaje debe desarrollarse de manera eficaz, de tal

forma que las percepciones del escucha se traduzcan en un flujo adecuado de ideas o imágenes o de ambos, que permitan al sujeto, en este caso el aprendiz, dar sentido a las palabras del emisor a través de las conexiones que pueda establecer con su conocimiento previo. Si las palabras del docente no se vinculan con dicho conocimiento, entonces quedarán “congeladas” dentro de las definiciones y sólo serán repetidas por el aprendiz sin haber sido comprendidas.

Autores como Gabel, (1999); Jiménez-Liso, (2000); Borsese, (2000); Caamaño, (2003) han hecho notar la importancia de hacer un uso cuidadoso del lenguaje en la enseñanza de la química y de forma especial recomiendan poner atención en:

- El uso diferenciado del lenguaje cotidiano y científico
- Evitar el uso ambiguo del lenguaje y
- Hacer un manejo explícito de distintos contextos o marcos teóricos explicativos

El manejo diferenciado del lenguaje cotidiano y científico tiene especial importancia ya que en el entorno escolar suelen coexistir ambos tipos de lenguaje y, a decir de estos investigadores, se concede poca importancia a las diferencias entre uno y otro ya sea en el ámbito cotidiano o incluso entre las distintas áreas disciplinares. Por ejemplo, el concepto de fuerza tiene un significado totalmente diferente si se analiza desde la mecánica o desde la Química, o el concepto de “fuerza de las especies” su connotación es muy distinta si se estudia desde la Biología o desde la Química.

La ambigüedad es otro de los aspectos importantes a considerar, independientemente del contexto o área disciplinar, en donde generalmente se concede poca atención al uso de términos, conceptos, sistemas representacionales, etc. Por ejemplo, la forma de representar una reacción química es a través de la ecuación química. Cuando se aborda el tema con los alumnos, el docente suele olvidarse de explicar a los alumnos el uso y significado de símbolos como la flecha o flechas que permiten diferenciar a los reactivos de los productos, con lo cual un estudiante tiene pocas probabilidades de entender esa simbología.

En cuanto al marco teórico de los distintos modelos o teorías científicas a los que se recurre para explicar distintos fenómenos, con frecuencia se manejan capas o contextos y no se hace una diferenciación adecuada, lo que ha dado lugar a una serie de inconsistencias y como resultado, tanto profesores como alumnos se enfrentan a

incoherencias en el manejo de los distintos modelos ácido-base, lo que ocasiona que se vuelvan difíciles de enseñar y más de aprender (de Vos y Pilot (2001).

Para cerrar esta pequeña sección relacionada con el uso del lenguaje, decidimos citar las palabras de Aldo Borsese que para la ocasión, resultan muy ilustrativas:

“no basta con que los estudiantes aprendan el lenguaje químico sino que es imprescindible que comprendan el significado correcto de la terminología que se usa en química por lo que el docente debe tomar consciencia de la importancia de un manejo escrupuloso del lenguaje, ya que de ello depende la creación del enlace comunicativo entre el propio lenguaje del docente y el de los alumnos y de no hacerlo o no darle la importancia que amerita, se seguirán dando procesos de comunicación discontinua que en realidad son procesos monológicos” (Borsese, 2000 p. 227).

1.3.5. MANEJO DE DISTINTOS NIVELES DE DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA

Para aproximarse al estudio de la materia y sus transformaciones, la química ha desarrollado modelos basados en tres niveles de representación para interpretar los fenómenos químicos. Uno de los primeros autores en destacar la importancia de hacer un manejo diferenciado de los distintos niveles de representación (Casado y Raviolo, 2005), fue Johnstone quien en 1982 propuso para las ciencias naturales en general, y para la química en particular, el manejo de tres niveles de representación⁵; *macroscópico*, *sub-microscópico* y *simbólico* (Garnett, Garnett and Hackling, 1995; Gabel, 1999; Caamaño, 2003; Galagovsky, et al., 2003; Casado y Raviolo, 2005).

- El *nivel macroscópico* se relaciona con la información que recibe nuestro cuerpo a través de la interacción con el entorno. Básicamente el tipo de percepciones que conforman este nivel de representación son un conjunto de sensaciones organolépticas, visuales, auditivas y táctiles a través de las cuales intentamos encontrar regularidades en ese entorno.

⁵ Autores como Caamaño (2003) y Galagovsky et al., (2003), sugieren la existencia de un nivel intermedio entre el macroscópico y el sub-microscópico (para más detalles ver directamente las referencias). En el presente trabajo sólo nos referiremos a los tres niveles propuestos por Johnstone.

- El *nivel sub-microscópico* se refiere a las representaciones abstractas de los fenómenos químicos que un experto en el área asocia con esquemas que constituyen la materia, las moléculas, los átomos y las partículas subatómicas, así como sus interacciones y movimientos. Y es a través de estos esquemas explicativos que el individuo intenta explicar los procesos macroscópicos.
- En el *nivel simbólico* los fenómenos se representan mediante símbolos, números, fórmulas, ecuaciones, estructuras, expresiones matemáticas, gráficos, definiciones, etc.

Diversos estudios realizados por Johnstone (1991); Garnett, Garnett y Hackling (1995); Gabel (1999); Caamaño (2003); Galagovsky et al., (2003); Casado y Raviolo (2005) han demostrado que la comprensión de los niveles de representación simbólico y sub-microscópico, son especialmente difíciles porque pertenecen a un mundo abstracto que se encuentra fuera del alcance de la experiencia directa. Cuando un profesor enseña química maneja y piensa en los tres niveles representacionales de manera simultánea y asume que los alumnos son capaces de utilizarlos de la misma manera, cuando en realidad ellos sólo utilizan una forma de representación, la macroscópica y pocas veces pueden pasar de una a otra y son muchas las dificultades que enfrentan al tratar de establecer conexiones entre los tres niveles representacionales (Gómez Crespo, 2005; Galagovsky et al., 2003).

Esta problemática en torno al uso del lenguaje en general y de los distintos sistemas representacionales en particular, deberían ser tomados en cuenta por el docente como dos aspectos importantes que pueden facilitar o dificultar la comprensión y el aprendizaje de la Química.

Por último habría que considerar las palabras de Johnstone, quien en 1991 (citado por Galagovsky et al., 2003), reconoció que:

...la mayoría de los conceptos que se utilizan en química no tienen un medio sencillo y directo de ser percibidos por vía sensible, condición que dificulta considerablemente su comprensión...

A este respecto, y como una manera de paliar el problema, Nakhleh (1993) propone el uso de estrategias de aprendizaje para promover una mejor comprensión y manejo del nivel sub-microscópico, a través del empleo de modelos, analogías y recursos gráficos computacionales que faciliten la aproximación de los alumnos al nivel sub-microscópico.

1.4. MARCO CONCEPTUAL

1.4.1. EL ESTUDIO DE LOS ÁCIDOS Y DE LAS BASES A TRAVÉS DE DISTINTOS MODELOS ÁCIDO-BASE

El estudio de los ácidos y de las bases es uno de los temas que tradicionalmente ha sido objeto de análisis de numerosas investigaciones a lo largo de la historia de la Química y a través de varios siglos han surgido un conjunto de planteamientos que en su momento intentaron explicar la naturaleza y funcionamiento de estos sistemas. Este proceso de evolución histórico de alguna forma está plasmado en la estructura curricular de los cursos de química y en los libros de texto en donde se suele abordar el tema de una forma muy peculiar. A lo largo del tiempo se han hecho numerosos cambios, nuevas anexiones de distintos marcos explicativos que en su momento dieron respuesta a situaciones de estudio muy particulares, pero que en nuestra época han perdido validez o simplemente su marco de aplicación es muy limitado frente a otros planteamientos teóricos “más actuales”. Cada adaptación nueva se ha ido incorporando de forma indiferenciada al anterior cuerpo de conocimiento dando lugar a una estructura conceptual sumamente compleja y estratificada y en ocasiones incoherente, situación que subyace en la estructura de los libros de texto y en las asignaturas curriculares (de Vos y Pilot, 2001).

Con el desarrollo del presente trabajo nos hemos percatado de la importancia que tiene el componente histórico en el estudio de las disciplinas científicas, ya que a partir de éste es posible evidenciar el proceso de evolución que los conceptos han experimentado a lo largo de la historia, permitiéndonos ubicarlos contextualmente para visualizar parte de las diferencias entre los distintos modelos teóricos y de forma específica los modelos de Arrhenius y el de Brønsted-Lowry, lo que nos ha llevado a comprender que los conceptos y definiciones de un modelo no son, en muchos sentidos, ni equivalentes ni equiparables porque el marco teórico desde el que está estructurado uno y otro, es totalmente distinto.

Si como docentes buscamos que los alumnos logren tener un manejo conceptual más adecuado del tema, es necesario tomar en cuenta el componente histórico; los antecedentes contextuales en los que surgieron los distintos planteamientos o marcos explicativos ya que el contexto⁶ en buena medida determina, los conceptos, los planteamientos, los significados, los alcances y las limitaciones de los distintos modelos (de Vos y Pilot, 2001) y al no tomar en cuenta los antecedentes históricos, sólo

⁶ Entendido como el conjunto de ideas que poseen cierta coherencia interna y buscan explicar la naturaleza ácido-base de las sustancias.

seguiremos confundiendo más a los alumnos y dificultando el proceso de comprensión y aprendizaje de los estudiantes.

Consideramos indispensable hacer notar a los aprendices que a lo largo de la historia, el conocimiento científico ha evolucionado y que han surgido diferentes modelos a partir de los cuales es posible abordar un mismo tema, que no todos los modelos son iguales, que cada uno tiene un margen limitado de aplicación y que en buena medida la ciencia y la enseñanza de la ciencia —entre sus múltiples propósitos— buscan “*el diálogo entre modelos*” (Pozo, 2003, p. 4) y para lograrlo, se hace necesario identificar cuál de todos ellos resulta más potente y adecuado en función de lo que se quiera averiguar.

En la siguiente sección presentamos una breve reseña histórica que permita visualizar de manera muy general, este proceso de evolución histórico relacionado con los ácidos y las bases. Posteriormente haremos un análisis con mayor detalle del marco teórico de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry debido a que constituyen el fundamento teórico disciplinar en el que se apoya nuestra propuesta didáctica.

1.4.2. RESEÑA HISTÓRICA DEL PROCESO DE EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS ÁCIDO-BASE

El antecedente histórico relacionado con el uso de materiales con características ácidas se remontan a la época del antiguo Egipto en donde ya se conocían y utilizaban materiales como el vinagre y el natron⁷ (Córdova, 1989 y 1998).

El descubrimiento de los ácidos minerales, como el ácido nítrico y el ácido sulfúrico descubiertos en 1160, significó un avance importante en las actividades experimentales ya que ello permitió: ampliar el espectro de pruebas de laboratorio; el perfeccionamiento de las técnicas de análisis y el descubrimiento de nuevas sustancias; sin embargo, aún no se contaba con información que permitiera interpretar los hechos observados (Córdova, 1998; Jiménez-Liso, 2000).

Los primeros intentos por desarrollar interpretaciones teóricas sobre las características ácido-base de las sustancias fueron planteadas⁸ en el Siglo XVII. Robert Boyle fue uno de los primeros en caracterizar a los álcalis por su sensación aceitosa al tacto y a los ácidos por la efervescencia que producen al reaccionar con los metales, además fue el primero en emplear los extractos vegetales, hoy conocidos como indicadores, y registrar sus observaciones sobre los cambios de color que éstos experimentan al contacto con los

⁷ Mezcla de carbonato, bicarbonato y sulfato de sodio que se usaba para la limpieza personal, en la elaboración de vidrio y en los procesos de momificación.

⁸ Algunas aportaciones valiosas fueron hechas por Glauber, Lemery y Boyle (Jiménez-Liso, 2000).

ácidos o las bases (Córdova, 1989 y 1998). Las aportaciones hechas por Boyle representaron un avance importante en el proceso de clasificación de las sustancias.

El siglo XVIII es identificado como *la “era del nacimiento de la Química Moderna, porque en esta época se logra conformar parte de la estructura teórica básica que da sustento a la Química en general y a la química ácido-base en particular”* (Jiménez-Liso, 2000).

El primer intento para explicar la composición de los ácidos, desde un punto de vista teórico, se atribuye a Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), quien estudió las reacciones de distintas sustancias y a partir de sus observaciones *planteó que todos los ácidos contenían oxígeno*⁹ (Córdova, 1989 y 1998; Caamaño, 2003). En su momento, esta explicación resultó muy valiosa; sin embargo, ésta fue abandonada debido a sus limitaciones explicativas. Por ejemplo, el fuerte carácter ácido del HCl no podía ser explicado debido a que en su estructura el oxígeno no está presente.

En 1815 el químico inglés Humphry Davy (1778-1829), con base en sus experimentos afirmó que el comportamiento ácido de las sustancias se debía a la presencia de hidrógeno y no al oxígeno como lo había propuesto Lavoisier.

En 1838 Justus Von Liebig (1803-1873) afirmó que la presencia de hidrógeno en una sustancia no bastaba para demostrar su comportamiento ácido, sino que el hidrógeno debía ser sustituible (Córdova, 1989; Jiménez-Liso, 2000).

Aunque Davy y Liebig hicieron aportaciones realmente valiosas para entender el carácter ácido de las sustancias a partir de la presencia del hidrógeno en su estructura, es a Svante Arrhenius a quien se le concede el mérito, porque a partir de su teoría de disociación electrolítica, afirmó que los iones hidrógeno libres (H^+) son los responsables de las características ácidas de las sustancias (Jiménez-Liso, 2000).

En 1884 Svante Augustus Arrhenius¹⁰ (1859-1927) presentó su disertación doctoral y los planteamientos que hizo en su trabajo de tesis causaron gran revuelo entre la comunidad científica y no fueron aceptados sino varios años después.

Ante los problemas que el modelo de Arrhenius enfrentó para resolver algunos aspectos importantes en torno al comportamiento ácido-base de las sustancias, en 1923 y de forma independiente Johannes Nicolaus Brønsted (1879-1947) y Thomas Martin Lowry (1874-1936) plantearon una nueva forma de visualizar a los sistemas ácido-base. De los

⁹ Oxígeno significa: *“generador de ácidos”* (Caamaño, 2003).

¹⁰ En esta sección sólo haremos algunos comentarios generales sobre los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry, porque más adelante analizaremos con detalle el marco teórico de cada modelo.

planteamientos hechos por ambos científicos surgió el modelo que hoy lleva sus nombres.

Ese mismo año, Gilbert Newton Lewis (1875-1946) también hace una serie de consideraciones que lo llevan a estructurar otro modelo ácido-base de mayor alcance explicativo al dimensionar de manera diferente los conceptos ácido-base, con lo cual supera con mucho las limitaciones que el modelo de Brønsted-Lowry no resuelve satisfactoriamente. Por ejemplo, Lewis define a los ácidos y a las bases en términos de especies capaces de intercambiar pares de electrones.

A pesar de que el modelo ionotrópico¹¹ propuesto en 1909 por E. C. Franklin es anterior al de Brønsted-Lowry, sus planteamientos son más generales porque no limita sus explicaciones al tipo de disolvente. Franklin clasificó las sustancias en función del tipo de ion que se intercambian (cationotrópicas si se intercambia un catión y anionotrópicas si es un anión). Por ejemplo, en un sistema anionotrópico, el ácido acepta el anión que dona la base (Jiménez-Liso, 2000).

Después de los modelos propuestos por Brønsted-Lowry y Lewis, surgieron otros modelos que han explicado sistemas ácido-base más complejos cuyos planteamientos tienen un mayor alcance explicativo. Por ejemplo, desde el modelo de Lux y Flood (1939) se ofrece una definición que permite explicar parte de los procesos ácido-base que se llevan a cabo en el suelo sometido a elevadas presiones. Ellos plantearon que en los procesos ácido-base la partícula que se intercambia entre el ácido y la base es el ion óxido.

El modelo de Usanovich (1939), el más general de todos, considera que un ácido reacciona con las bases para formar sales, genera cationes que se combinan con aniones o con electrones y una base da aniones o electrones que se combinan con los cationes (*óp. cit.* p. 29).

A pesar de la importancia de las contribuciones de estos últimos modelos, no entraremos en mayores detalles debido a que nuestro centro de atención se ubica en el marco teórico de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry mismos que abordaremos a continuación.

¹¹ También conocido como modelo de los sistemas disolventes (Jiménez-Liso, 2000).

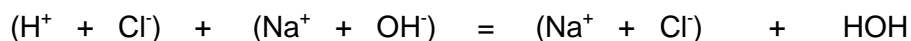
1.4.3. LOS MODELOS DE ARRHENIUS Y DE BRØNSTED-LOWRY

Diversos investigadores (Schmidt, 1991; Córdova, 1998; de Vos y Pilot, 2001; Jiménez-Liso, 2000, 200b; Peña, 2003; Drechsler, 2005; Demerouti, Kousatana y Tsaparlis, 2005; Furió-Más, Furió-Gómez, Calatayud y Bárcenas, 2005) se han dado a la tarea de estudiar y analizar de cerca los planteamientos, alcances y limitaciones de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry y, a partir de sus observaciones, hemos estructurado la siguiente sección en la que se incluye un análisis más detallado que permita una mejor aproximación al marco teórico de cada modelo.

1.4.3.1. MODELO DE ARRHENIUS

En 1884 el químico sueco Svante Augustus Arrhenius presentó su disertación doctoral, en la cual abordó dos asuntos importantes: *el primero tenía que ver con la “interpretación de la conductividad eléctrica en electrolitos extremadamente diluidos”, y el segundo relacionado con “la teoría de los electrolitos”* (Furió-Más et al., 2005 p. 126). Al estudiar el comportamiento de los ácidos y de las bases desde la perspectiva de la conductividad eléctrica, Arrhenius logró relacionar las propiedades de los ácidos y de las bases con la presencia de iones hidrógeno libres (H^+) e iones hidróxido (OH^-) (Arrhenius, 1903; Jiménez-Liso, 2000), por lo que desde este modelo:

- Un ácido es definido como una sustancia que contiene hidrógeno y en disolución acuosa se ioniza (completamente si son fuertes y parcialmente si son débiles) liberando al medio iones hidrógeno (H^+); una base es aquella sustancia que contiene al grupo hidróxido y al ionizarse (completamente si son fuertes y parcialmente si son débiles) liberan al medio iones hidróxido (OH^-) (de Vos y Pilot, 2001).
- Explica el carácter básico de algunas disoluciones de óxidos metálicos por la producción de iones OH^- que se generan durante el proceso de disociación de los respectivos hidróxidos (de Vos y Pilot, 2001; Furió-Más et al., 2005).
- Denomina neutralización a la reacción que se lleva a cabo entre un ácido y una base.
- Los productos que se obtienen de una neutralización son: agua, como producto principal, y sal, como producto secundario.
- La representación de la neutralización está dada por la siguiente ecuación (Arrhenius, 1903):



o



“Esta ecuación es equivalente a la formación de agua a partir de los iones H^+ y OH^- y con ello se demuestra que la formación de agua es independiente de la fuerza del ácido o de la base” (óp cit. p. 51 y 52).

Desde el marco conceptual de este modelo, hay algunas aportaciones que ofrecieron respuestas valiosas a determinados problemas. Por ejemplo, Arrhenius ofreció una explicación adecuada para entender el comportamiento anfiprótico de algunas sustancias como el hidróxido de aluminio ($Al(OH)_3$) y el hidróxido de zinc ($Zn(OH)_2$); explicó el carácter básico de la disolución acuosa de algunas sales como el cloruro de amonio (NH_4Cl) y el carbonato de sodio (Na_2CO_3) (Furió-Más et al., 2005, p. 127).

Por aquella época, Arrhenius enfrentó severas críticas de los investigadores contemporáneos como Werner, Franklin, Hantzsch y Ley (Peña, 2003) quienes evidenciaron los aspectos que dicho modelo no lograba resolver satisfactoriamente, por ejemplo:

- Sus explicaciones se limitan al medio acuoso y no ofrece una interpretación adecuada para entender las reacciones que se llevan a cabo en fase gaseosa, en medio sólido o en disoluciones no acuosas (Furió-Más et al., 2005).
- Tiene dificultades para explicar los procesos de disociación de ácidos que presentan enlace de tipo covalente (Demerouti, Kousatana y Tsaparlis, 2005).
- Enfrenta serios problemas para demostrar la existencia del ion hidrógeno libre en medio acuoso (H^+) debido a que se trata de una partícula muy pequeña que posee una elevada densidad de carga, lo que da lugar a un potente campo eléctrico, por lo que su poder polarizador debe ser muy grande. Los iones hidrógeno tienden a rodearse de moléculas de agua formando estructuras que pueden ser iones H_3O^+ , $H_9O_4^+$ o estructuras más complejas como $H^+(H_2O)_{21}$ (Furió-Más et al., 2005; Córdova, 1998).
- Tiene serias dificultades para explicar el comportamiento ácido-base de diversas sustancias. Por ejemplo, casos como el amoníaco o los alcaloides¹² que a pesar de no tener iones OH^- en estructura, se comportan como bases o de sustancias como el sulfuro de sodio (Na_2S), el cianuro de potasio (KCN), el carbonato ácido

¹² Como la nicotina, efedrina, mescalina, morfina, heroína, etc. (Córdova, 1989 p. 34).

de sodio (NaHCO_3), o diversos ejemplos de óxidos metálicos, anhídridos, etc. (Córdova, 1989; Furió-Más et al., 2005; Drechsler, 2005).

- Al emplear el término “neutralización” para referirse a las reacciones ácido-base, Arrhenius induce la idea de que la disolución resultante siempre será neutra (Schmidt, 1991) y a través de la ecuación que plantea (Arrhenius, 1903):



sugiere que en una reacción de neutralización el ácido y la base se consumen mutuamente (Furió-Más et al., 2005) y, finalmente

- No puede explicar las reacciones de neutralización que experimentan los óxidos sometidos a elevadas temperaturas durante los procesos de fabricación del cemento y del vidrio (Furió-Más et al., 2005).

Dadas las limitaciones de su modelo y las fuertes críticas que tuvo que enfrentar, Arrhenius se vio orillado a plantear una hipótesis auxiliar para poder explicar el concepto de hidrólisis, en la que afirmó que el agua, además de disolver y disociar al soluto, participa como medio de reacción. Al mismo tiempo, asumió que la hidrólisis de las sales y la neutralización son procesos distintos (Furió-Más et al., 2005).

Con tal cantidad de problemas sin resolver, resulta evidente el limitado alcance explicativo de su propuesta por lo que era inminente la sustitución de este marco explicativo por otro modelo de mayor alcance. A decir de Furió-Más et al. (2005) la sustitución de un modelo por otro inicia cuando el modelo vigente es sometido a prueba y se hacen evidentes los problemas que no puede resolver satisfactoriamente. Cuando un modelo nuevo supera los inconvenientes del modelo anterior, entonces puede sustituirlo dado su mayor alcance explicativo y es justo lo que sucede con el modelo planteado por Brønsted y Lowry.

1.4.3.2. MODELO DE BRØNSTED-LOWRY

En 1923 y de manera independiente, Johannes Nicolaus Brønsted (en Dinamarca) y Thomas Martin Lowry (en Inglaterra) centraron sus observaciones en el papel del ion hidrógeno para estudiar a los ácidos y a las bases en dichos sistemas (Brønsted, 1923; Lowry, 1923 citado por Demerouti, Kousatana y Tsaparlis, 2005). Las aportaciones de ambos investigadores dieron lugar a una nueva conceptualización de los procesos ácido-base. No está por demás aclarar que el modelo de Brønsted-Lowry no es una ampliación

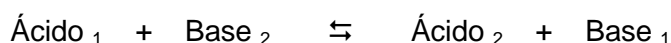
del modelo de Arrhenius, sino que se trata de un modelo totalmente diferente debido a que sus planteamientos están hechos desde una perspectiva distinta.

Para su época, el modelo de Brønsted-Lowry tuvo profundas implicaciones ya que planteó una nueva forma de ver a los ácidos y a las bases (desde el nivel sub-microscópico), mientras que Arrhenius recurrió al uso de distintos niveles representacionales (macroscópico, sub-microscópico y simbólico), por ello los planteamientos de uno y otro modelo no pueden ser equivalentes. Ésta es una de las razones que justifican la revisión del marco teórico de cada modelo de forma diferenciada, por lo que a través de un análisis comparativo es posible visualizar con mayor claridad los puntos de divergencia entre ambos modelos.

Tanto Brønsted como Lowry hicieron contribuciones a partir de las cuales se logra conformar el marco teórico de su modelo. Hemos querido resaltar las aportaciones hechas por cada investigador, de tal manera que ello permita visualizar sus aportaciones individuales, para posteriormente hacer evidente la forma en la que se complementan dando lugar al modelo que hoy lleva el nombre de ambos investigadores.

A partir de las observaciones publicadas en 1923, Brønsted:

- Reconoció que los ácidos y las bases se relacionan entre sí a través de la ecuación



- es decir, durante la reacción ácido-base (identificada como un equilibrio) se forman los respectivos pares conjugados (él los denominó ácidos y bases correspondientes).
- Reconoció que el carácter ácido-base de las sustancias es independiente del disolvente.
 - Resaltó la importancia de manejo adecuado de las cargas en las especies iónicas que participan en los equilibrios ácido-base.
 - No le confirió ninguna posición especial al ion hidróxido como partícula responsable de las propiedades básicas de las sustancias.
 - Reconoció que la neutralidad es un concepto arbitrario y afirmó que el agua no se puede seguir considerando como especie neutra.
 - Planteó que los equilibrios ácido-base están presentes en las reacciones de neutralización, de hidrólisis, en las reacciones con indicadores, etc.

Por su parte Lowry (1923 citado por Demerouti, Kousatana y Tsaparlis, 2005 p. 180):

- Rechazó la existencia de los iones H^+ como entidades libres¹³
- Afirmó que la partícula que se intercambia es el ion hidronio, el cual fue representado con la expresión H_3O^{+14} .
- Planteó que a través del proceso de ionización se da la transferencia de protones, los cuales pasan de una especie química a otra y
- Afirmó que *“la acidez de los ácidos fuertes aparentemente sólo se desarrolla en mezclas y nunca en compuestos puros”* (óp cit., p. 180).

A partir de las aportaciones de Brønsted y de Lowry se conforma un solo marco teórico, cuyos planteamientos podrían expresarse de la siguiente manera:

- Los ácidos son partículas¹⁵ o especies químicas, (iones o moléculas) capaces de ceder protones (Lowry citado por Jiménez-Liso, 2000; Caamaño, 2000; de Vos y Pilot, 2001; Furió-Más et al., 2005; Drechsler, 2005 y 2007).
- Las reacciones ácido-base son definidas como sistemas en equilibrio en las que se presenta la transferencia reversible de protones del ácido hacia la base y viceversa.
- En estas reacciones, siempre están presentes el ácido, la base y sus respectivas especies conjugadas (dando lugar a la formación de los respectivos pares conjugados). La ecuación general que representa esta reacción es

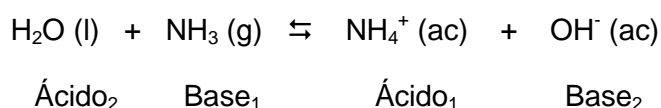
$$\text{Ácido}_1 + \text{Base}_2 \rightleftharpoons \text{Ácido}_2 + \text{Base}_1$$
- Las reacciones ácido-base tienden al equilibrio, por lo que en el equilibrio siempre estarán presentes; el ácido, la base y los pares conjugados de ambas especies (de Vos y Pilot, 2001).

¹³ Termodinámicamente se ha demostrado que la existencia de los iones H^+ libres es poco probable (Hawkes, 1992).

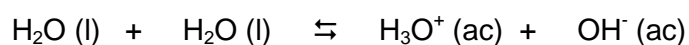
¹⁴ El ion hidronio (H^+) no existe libre en disolución acuosa, sino como ion H_3O^+ debido a que forma un enlace covalente coordinado con una molécula de agua ($H^+ + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+$), a esta especie química también se le conoce como protón (Caamaño y Obach, 2000).

¹⁵ En su comunicado de 1923, Brønsted utiliza términos como: sustancia y especies iónicas; mientras que Lowry emplea el término de partículas. Al referirse al modelo de Brønsted-Lowry, varios investigadores (de Vos y Pilot, 2001; Furió-Más et al. 2005) manejan una gran variedad de términos como: especies químicas, partículas elementales, sustancias elementales etc. Con el fin de tener un manejo consistente de la terminología asociada con este modelo, decidimos emplear el concepto de especies químicas porque lo consideramos un término más preciso que es utilizado por diversos autores como Caamaño y Obach (2000); Caamaño (2003) y Demerouti, Kousatana y Tsaparlis (2004a, b y 2005).

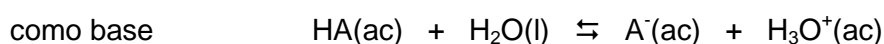
- Las reacciones ácido-base se definen en términos de su mecanismo de reacción como una transferencia reversible de protones del ácido a la base (de Vos y Pilot, 2001).
- Las reacciones de neutralización son un caso particular de las reacciones ácido-base (de Vos y Pilot, 2001; Furió-Más et al., 2005).
- Los procesos que Arrhenius consideraba como disociaciones (el caso específico del amoníaco) son reinterpretados como reacciones ácido-base en donde el agua interviene como especie ácida (Furió-Más et al., 2005) según la siguiente ecuación:



- Consideran transferencias protón por protón de un ácido a una base (de Vos y Pilot, 2001).
- El modelo de Brønsted-Lowry no se limita al uso del agua como el único medio de reacción y explica adecuadamente las reacciones ácido-base en distintos medios (Furió-Más et al., 2005).
- El anfoterismo deja de ser un concepto particular de algunas bases para convertirse en un concepto más general (Furió-Más et al., 2005). En el caso del agua este comportamiento se explica desde el punto de vista sub-microscópico (de Vos y Pilot, 2001) a partir del proceso de autoionización del agua (Spencer et al., 2007),



de tal manera que el comportamiento del agua como base o como ácido queda representado por las siguientes ecuaciones:



Por lo que el agua es considerada como donador o como aceptor de protones dependiendo de la especie química con la que reaccione.

- Proporciona una explicación más sencilla sobre el funcionamiento de las disoluciones amortiguadoras (Drechsler, 2005; Bodner, 2008).

- Desde este marco teórico se generaliza el carácter relativo de la acidez y de la basicidad de las sustancias (de Vos y Pilot, 2001; Jiménez-Liso, 2000b).
- La hidrólisis de las sales y la neutralización en disolución acuosa se consideran como reacciones ácido-base de transferencia protónica (Furió-Más et al., 2005).
- Este nuevo marco conceptual no requiere hipótesis *ad hoc* para explicar la hidrólisis de sales neutras ya que dichos procesos se asumen como reacciones ácido-base.

Con esta revisión del marco teórico de ambos modelos, es evidente que el modelo de Brønsted-Lowry comparado con el de Arrhenius tiene un mayor alcance explicativo, sus planteamientos son distintos, ofrece mejores respuestas y resuelve satisfactoriamente algunos problemas que el modelo anterior no podía atender; sin embargo, también presenta ciertas limitaciones que han sido reconocidas por diversos investigadores, mismas que citamos a continuación:

- Se concede demasiada importancia al ion hidrógeno, por lo que enfrenta serios problemas cuando el disolvente es una especie no protonada (Jiménez-Liso, 2000; Demerouti, Kousatana y Tsaparlis, 2005).
- Todas las reacciones ácido-base se expresan como sistemas en equilibrio; consecuentemente, los ácidos, las bases y los pares conjugados de ambas especies químicas, siempre estarán presentes en la disolución.
- La naturaleza general de las definiciones de este modelo ocasiona un vacío cuando los conceptos se aplican al contexto cotidiano o cuando se recurre al uso del lenguaje coloquial (de Vos y Pilot, 2001).
- No explica el proceso de transferencia entre los iones óxido que muestran un comportamiento ácido-base, ni de aquellos procesos en donde los protones no intervienen (Jiménez-Liso, 2000).
- No ofrece una explicación adecuada sobre las reacciones de neutralización entre óxidos a elevadas temperaturas, ni tampoco permite entender las reacciones orgánicas e inorgánicas en las que se forman complejos de coordinación (Furió-Más, et al., 2005).

Con la intención de cerrar este análisis comparativo de los dos modelos, en el anexo 1 se presenta una tabla comparativa que integra parte de la información que aquí se ha desarrollado además de información adicional para evidenciar las ventajas y las limitaciones de cada modelo, así como sus principales diferencias que sirva de apoyo para desarrollar el tema en el aula.

1.4.4. COMENTARIOS FINALES

Después del análisis anterior son evidentes las diferencias entre los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry, así como las limitaciones que el mismo contexto impone a cada uno. Si bien la propuesta de Brønsted-Lowry no es el modelo más general, ni el que tiene mayor alcance explicativo de todos, cabe aclarar que este modelo ofrece explicaciones adecuadas, permite abordar conceptos de mayor complejidad y sus explicaciones tienen mayor potencial que el modelo de Arrhenius.

Investigadores como Hawkes (1992) y Drechsler (2005 y 2007) recomiendan abordar el tema de ácidos y bases primero, desde el modelo de Brønsted-Lowry y posteriormente, el de Arrhenius, pero sólo como un pie de página histórico. Después de analizar esta sugerencia consideramos que para el bachillerato de la UNAM, ésta no es una forma didácticamente adecuada para aproximarse al estudio del tema, debido a que los alumnos están más familiarizados con el modelo de Arrhenius como resultado de sus procesos de instrucción anteriores y resultaría ingenuo pretender que los estudiantes dejarán de utilizar sus conocimientos previos (ubicados principalmente en el nivel fenomenológico y en el modelo de Arrhenius) para manejarse conceptualmente a través del modelo de Brønsted-Lowry. Por ello, se decidió retomar parte del conocimiento con el que los alumnos llegan al aula, para abordarlo nuevamente a través de un análisis comparativo en el que, además de presentar el marco teórico del modelo de Brønsted-Lowry, se haga un análisis comparativo de ambos modelos que permita evidenciar las diferencias entre uno y otro.

Si a través de la instrucción no se promueve una clara diferenciación (entre los diferentes modelos) que coadyuve en el proceso de reestructuración conceptual, los conceptos del nuevo modelo serán adicionados al conjunto de conocimientos anteriores con la consiguiente estructuración de modelos híbridos en donde la información indiferenciada dificultará considerablemente el proceso de aprendizaje. Por ello, es necesario explicitar con toda claridad que cada modelo (Brønsted-Lowry y Arrhenius) proporciona información distinta, ya que sus planteamientos sobre los ácidos y las bases, se hacen desde

diferentes perspectivas por lo que las interpretaciones de uno y otro necesariamente son distintas; además de que su alcance explicativo no es el mismo. Consideramos que estas explicaciones son necesarias si se pretende que los alumnos sean capaces de conformar representaciones conceptuales más complejas y coherentes, en las que se haga evidente la incorporación de nuevos descriptores derivados del proceso de instrucción enfocado a ampliar sus representaciones.

Sin duda, el manejo de modelos híbridos es uno de los riesgos que se presentarán durante este proceso de aprendizaje; sin embargo, actualmente nuestra concepción sobre los modelos híbridos se ha redescrito y reconocemos que estas construcciones forman parte de una etapa “intermedia” ya que, en la medida que los alumnos tengan oportunidad de aproximarse a un conocimiento más organizado y conceptualmente diferenciado, paulatinamente irán percibiendo las diferencias entre cada modelo y, a medida que la interacción con el nuevo cuerpo de conocimientos sea más prolongada, el aprendiz podrá hacer un uso diferenciado de sus representaciones implícitas, de las que se conformaron a partir de los procesos de instrucción previa y de las recientemente estructuradas a través de la propuesta didáctica. De tal manera que, al cabo de un tiempo —no se olvide que la construcción o reconstrucción de conocimientos o representaciones no es un proceso automático, ni que se pueda observar en el corto plazo, sino de largo plazo—, logrará estructurar representaciones más elaboradas, con mayor congruencia y coherencia y más cercanas a las representaciones científicas.

Finalmente queremos recalcar que no buscamos “eliminar” el conocimiento implícito de los estudiantes, sino que pretendemos ayudarlos en el proceso de organización y reestructuración de sus representaciones de tal forma que ello posibilite el avance hacia la integración jerárquica de los saberes previos en los nuevos que, a su vez, permitan ampliar el abanico representacional sobre los ácidos y las bases.

Capítulo 2

Presentación de la propuesta

PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

2.1. RELEVANCIA DEL ESTUDIO DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES

Los ácidos y las bases son sustancias que han estado presentes a lo largo de la historia de la humanidad y es tal su importancia que muchos procesos importantes dependen de un adecuado equilibrio entre dichos sistemas.

En la época actual se suele dar por sentadas muchas ideas y pocas veces se analizan las características de las propiedades ácido-base en los materiales y productos de uso cotidiano. Por ejemplo, gran parte de la población suele utilizar los términos “ácido” y “base” con bastante frecuencia; sin embargo, son pocos los que tienen un manejo adecuado de dichos conceptos y rara vez se llega a reflexionar sobre su significado y las implicaciones de dichas expresiones (Jiménez-Liso, 2000a), a pesar de que este tipo de sustancias se encuentran implicadas en actividades tan cotidianas como la alimentación (son importantes en los procesos de producción, preparación, manejo y conservación de los alimentos); en los productos destinados al cuidado de la salud (como el caso de los medicamentos cuyas características y funciones son sumamente específicas); en los productos para el aseo personal y los que se usan para el aseo del hogar, en la industria, en la agricultura, sólo por mencionar algunos ejemplos.

Desde nuestro punto de vista, se trata de un contenido básico para la formación disciplinar de los estudiantes inscritos en un curso de profundización del área de las Ciencias Químico-biológicas y de la Salud, en donde resulta fundamental una revisión más cuidadosa que promueva una mejor comprensión de los conceptos fundamentales relacionados con el tema, así como de otros contenidos consecuentes cuyo nivel de complejidad es mayor, tal es el caso de los complejos procesos biológicos como son la respiración; los cambios ácido-base implicados en el intercambio gaseoso que se presentan en la sangre; el funcionamiento del sistema renal en donde pequeños cambios en la acidez de la orina pueden ser un indicio del estado de salud del individuo y su desatención puede traer severas consecuencias si no son atendidos oportunamente, también es posible entender parte de los complejos mecanismos a los que recurren ciertas especies animales y vegetales para defenderse de sus depredadores, en donde las sustancias ácido-base son factor clave en el proceso de supervivencia.

Otro tipo de proceso que guarda estrecha relación con los sistemas ácido-base son los cambios bioquímicos que se activan durante la realización de ejercicio como la natación,

el ciclismo, el trabajo en el gimnasio, en carreras de resistencia como un maratón, o en actividades como el montañismo, la escalada en roca, el patinaje, etcétera, en donde la cantidad de ácido láctico que se genera debe ser regulada adecuadamente para reducir los efectos negativos de esta sustancia en el desempeño de los atletas de alto rendimiento. Dada la relación y relevancia de las reacciones ácido-base en una amplia gama de procesos y actividades cotidianas, resulta evidente su importancia en la vida de cualquier ciudadano.

Tal como se planteó en el primer capítulo, el estudio de la química ácido-base tradicionalmente ha formado parte de los contenidos curriculares en los programas de estudio de los distintos niveles educativos, y recurrentemente aparecen en los libros de texto. A pesar de ser un tema tradicional, los estudiantes enfrentan serias dificultades para su aprendizaje y adecuada comprensión debido en parte al manejo conceptual inadecuado de los docentes y de los autores de los libros de texto quienes incurren en una serie de imprecisiones y superposiciones de distintos marcos teóricos; no conceden mucha importancia a las diferencias entre cada modelo ni toman en cuenta las razones que justificaron la sustitución de un modelo por otro. Todo ello lleva al alumno a asumir que los distintos modelos ácido-base sólo son versiones más amplias y complejas que la anterior, lo que irremediablemente los lleva a tener un manejo conceptual inadecuado del tema, así como una gran confusión que no les permite reconocer de todas las propuestas explicativas, cuál es la que tiene el mayor alcance.

2.2. JUSTIFICACIÓN

Ante la evidencia de la importancia del tema y de las dificultades asociadas con su estudio, resulta clara la necesidad de implementar una serie de acciones tendientes a resolver -al menos en parte- la problemática vinculada con el estudio de estos sistemas. Por ello, se consideró pertinente centrar nuestra atención en el modelo de Brønsted-Lowry como punto de partida para estudiar los sistemas ácido-base, de tal manera que esto contribuyera a que los alumnos logaran una mejor comprensión de dichos conceptos.

Cuando se empezó a desarrollar el presente trabajo, se tenía en mente estructurar la propuesta basada sólo en los planteamientos de Brønsted-Lowry; sin embargo, esta idea tuvo que ser abandonada porque, en un primer sondeo realizado a los alumnos durante

la Práctica Docente II y III¹, encontramos en la respuestas de los estudiantes que el modelo de Arrhenius es uno de los que más conocen y utilizan para responder, por ello resultaba totalmente inadecuado partir del modelo de Brønsted-Lowry para estudiar la química ácido-base haciendo caso omiso del conocimiento previo de los alumnos, el cual por cierto era manejado de forma poco adecuada. Por todo ello, se hizo necesario replantear la propuesta de trabajo tomando como punto de partida los conocimientos previos de los estudiantes para intentar promover un mejor manejo conceptual, así como la reorganización y la reestructuración de dichos saberes. Adicionalmente, se requería revisar el modelo de Brønsted-Lowry como una alternativa explicativa desde la cual es posible responder las preguntas que Arrhenius no contesta adecuadamente.

Por supuesto que esta revisión no podía hacerse de forma desarticulada, sino que se requería de una estrategia integradora que permitiera al alumno tener una visión más amplia de ambos planteamientos, por lo que se decidió recurrir al análisis comparativo de los dos modelos; ya que ello nos permitiría, por un lado, evidenciar las insuficiencias y limitaciones del modelo de Arrhenius; y por el otro, lograr una aproximación gradual al nuevo marco teórico que posee un mayor potencial y alcance explicativo.

Fue así que la propuesta didáctica quedó conformada por un conjunto de actividades desde las que se busca lograr un mejor manejo conceptual del tema, en donde el núcleo fuerte de la propuesta lo constituye el análisis y la contrastación de los dos marcos teóricos, y el resto de las actividades agrupadas en dos líneas principales (la verde y la azul) constituyen un valioso recurso de apoyo.

La línea verde integra actividades de tipo experimental, de investigación documental y de vinculación del ámbito cotidiano con el escolar y el científico, mientras que la línea azul agrupa las actividades teórico-conceptuales entre las que se encuentra el análisis comparativo de los dos modelos (ver figura 2.1).

2.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Las preguntas que guiaron el desarrollo del presente trabajo principalmente fueron dos. La primera surgió de la inquietud por averiguar

¿Cuál podría ser una estrategia que permitiera fomentar una mejor comprensión de los conceptos ácido-base, así como un manejo conceptual más adecuado de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry a través de la

¹ Asignatura del programa de estudios de la maestría que entre sus propósitos busca que el estudiante trabaje directamente con alumnos del Nivel Medio Superior.

cual se pudieran sortear parte de las dificultades reportadas en la literatura y a su vez permitiera al alumno; contrastar sus conocimientos previos con los saberes científicos; reestructurar dichos saberes a través de la vinculación de los ámbitos cotidiano con el escolar y el científico y ampliar sus esquemas explicativos y representacionales en torno al tema de los ácidos y las bases?

La respuesta a esta pregunta se materializó en una propuesta didáctica integrada por diversas actividades con las cuales se pretende lograr diversos propósitos.

Una vez que la propuesta didáctica quedó estructurada, nos acometió una nueva inquietud que nos llevó a indagar sobre

¿Cuál sería el efecto, en el aprendizaje de los alumnos, al estudiar a los ácidos y a las bases a partir de una propuesta didáctica basada en el análisis y contrastación del marco explicativo del modelo de Arrhenius frente al de Brønsted-Lowry?

A través del presente trabajo se intenta dar respuesta a las dos inquietudes y se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

General

- Estructurar una propuesta didáctica que tome en cuenta los planteamientos pedagógicos, epistemológicos, didácticos y psicológicos implicados en el proceso de aprendizaje; que permita al alumno aproximarse al estudio de los ácidos y las bases a través de la contrastación del modelo de Arrhenius frente al de Brønsted-Lowry; que posibilite la optimización del aprendizaje y promueva la reorganización y reestructuración de sus conocimientos previos, así como una mayor multiplicidad representacional al incorporar elementos explicativos de mayor alcance en torno al tema de los ácidos y las bases.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Desarrollar una acción docente más centrada en el alumno, tomando en cuenta sus inquietudes, necesidades y problemas asociados con su etapa de desarrollo.

- Implementar una serie de cambios al interior del aula que permitan promover una participación más activa de los alumnos, en donde ellos se conviertan en los actores principales, en los constructores de su propio aprendizaje, y que a través del trabajo escolar sean capaces de ampliar sus esquemas representacionales y ello les permita entender y explicar algunos procesos y fenómenos ácido-base que ocurren a su alrededor.
- Fomentar actitudes y valores como el respeto, el compromiso, la cooperación, la participación, la comprensión y valoración de la otredad, el desarrollo de habilidades para la comunicación oral y escrita que le permitan defender sus ideas a través de la argumentación y la negociación como posibles vías de conciliación con sus pares.
- Promover una actitud más positiva hacia el estudio de la Química al tomar como punto de partida las necesidades, inquietudes e intereses de los alumnos.
- Abordar el estudio de los ácidos y las bases de una forma más organizada y significativa a través de la cual el alumno tenga la oportunidad de vincular e integrar parte de sus conocimientos informales a los formales, y que las nuevas construcciones se constituyan como un conocimiento relevante en su vida y en su continuo proceso de aprendizaje.
- Reconocer los modelos ácido-base que subyacen en las respuestas de los alumnos para explicar las características y comportamiento de los ácidos y las bases.
- Retomar parte del conocimiento previo del estudiante para iniciar la revisión del modelo de Arrhenius que lleve al aprendiz a reconocer por un lado el valor y la importancia de las aportaciones hechas en su momento por este científico para explicar el comportamiento de las sustancias ácido-base y, por el otro, identificar las principales limitaciones que impone su marco teórico.
- Promover la comprensión de las razones que justificaron la sustitución del modelo de Arrhenius por el de Brønsted-Lowry.
- Propiciar situaciones de conflicto cognitivo al contraponer los conocimientos previos del alumno frente a la nueva información que ofrece el modelo de Brønsted-Lowry.

- Facilitar la aproximación del alumno a los planteamientos hechos por Brønsted-Lowry visualizándolo como la vía alterna desde la cual es posible explicar de mejor manera el comportamiento ácido-base de las especies químicas.
- Favorecer la comprensión de este nuevo modelo a través de un acercamiento gradual que permita al aprendiz incorporar poco a poco los planteamientos teóricos de dicho modelo a sus esquemas explicativos.
- Promover el reconocimiento de las diferencias fundamentales entre los dos modelos ácido-base que lleven al alumno a lograr un manejo conceptual diferenciado de cada uno y que ello a su vez se traduzca en respuestas conceptualmente más adecuadas, consistentes y de mayor potencial explicativo.
- Propiciar la creación de un espacio en el que se promueva la aplicación de los nuevos conocimientos y al mismo tiempo se constituya como la oportunidad para identificar el uso de un modelo u otro, el manejo conceptual adecuado o inadecuado en las definiciones y explicaciones que aparecen en los libros de texto.
- Aprovechar este espacio para que el alumno evalúe las respuestas, propias y las de sus compañeros, planteadas durante la exploración diagnóstica y ello lo lleve a reflexionar y a tomar conciencia del grado de avance en su propio proceso de aprendizaje.
- Involucrar al alumno en un conjunto de actividades de evaluación continua en las que se fomente la expresión oral y escrita de la parte conceptual, emocional y afectiva involucrada en todo el proceso de aprendizaje.

2.5. HIPÓTESIS

Con la propuesta didáctica se pretende que el alumno tome conciencia de sus propios conocimientos sobre el tema; los ponga a prueba y los contraste con los planteamientos de los marcos teóricos de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry; se aproxime a un nuevo marco explicativo, de mayor potencia y alcance que lo lleve a estructurar explicaciones conceptualmente más adecuadas y de mayor complejidad; que incorpore gradualmente a sus esquemas explicativos el modelo de Brønsted-Lowry; reestructure parte de sus conocimientos previos y logre una mayor consistencia conceptual para construir sus propias explicaciones. También se espera que el alumno sea capaz de hacer un uso diferenciado de los conceptos de cada modelo; reconozca las

inconsistencias conceptuales presentes en diferentes fuentes de consulta, como son los libros de texto; se percate de la importancia del estudio de los ácidos y de las bases para explicar fenómenos cotidianos y que ello lo lleve a entender procesos biológicos de gran relevancia. Establezca relaciones socio-afectivas positivas con sus pares, se comprometa con la realización de las actividades escolares, se involucre activamente en su propio proceso de aprendizaje, desarrolle una actitud más positiva hacia el estudio y aprendizaje de la química, construya nuevos saberes y avance en el proceso de reestructuración de sus conocimientos previos.

2.6. ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Es claro, para quien sustenta el presente trabajo, que un aprendizaje integral de amplio espectro no se logra con la aplicación de una propuesta, por muy bien estructurada que pudiera estar. Reconocemos que los posibles cambios, sean estos conceptuales, procedimentales o actitudinales, no se verifican en el corto plazo ni se dan de forma total, sino que esos procesos son graduales y en algunos casos pueden hacerse evidentes en el largo plazo.

Por ello, consideramos fundamental realizar una intervención continua, orientada desde una perspectiva menos tradicionalista y más constructiva, en la que el centro de atención deje de estar en los contenidos y en el docente, de tal manera que el proceso de enseñanza se oriente hacia el estudiante, tomando en cuenta los intereses, necesidades e inquietudes que lleven al alumno a interesarse más en su propio aprendizaje y a reconocerse como sujeto capaz de aprender y de construir nuevos saberes.

La propuesta se encuentra integrada por un conjunto de actividades agrupadas en dos líneas principales (ver figura 2. 1)². La primera la hemos identificado como línea verde, la cual agrupa las actividades de apoyo y vinculación y; la segunda, la línea azul, integra distintas actividades orientadas a promover la contrastación del marco teórico de los dos modelos ácido-base.

² Para identificar las distintas tablas o figuras que se presentan a lo largo de todo el texto se recurrió a un sistema de notación en donde el primer dígito corresponde al capítulo en el que se ubica la tabla o figura y el segundo número corresponde al orden secuencial de presentación. En los capítulos 3 y 4, además se anexa un tercer número que se refiere a la pregunta del cuestionario de exploración (ver aclaración en la sección 4.1.3.).

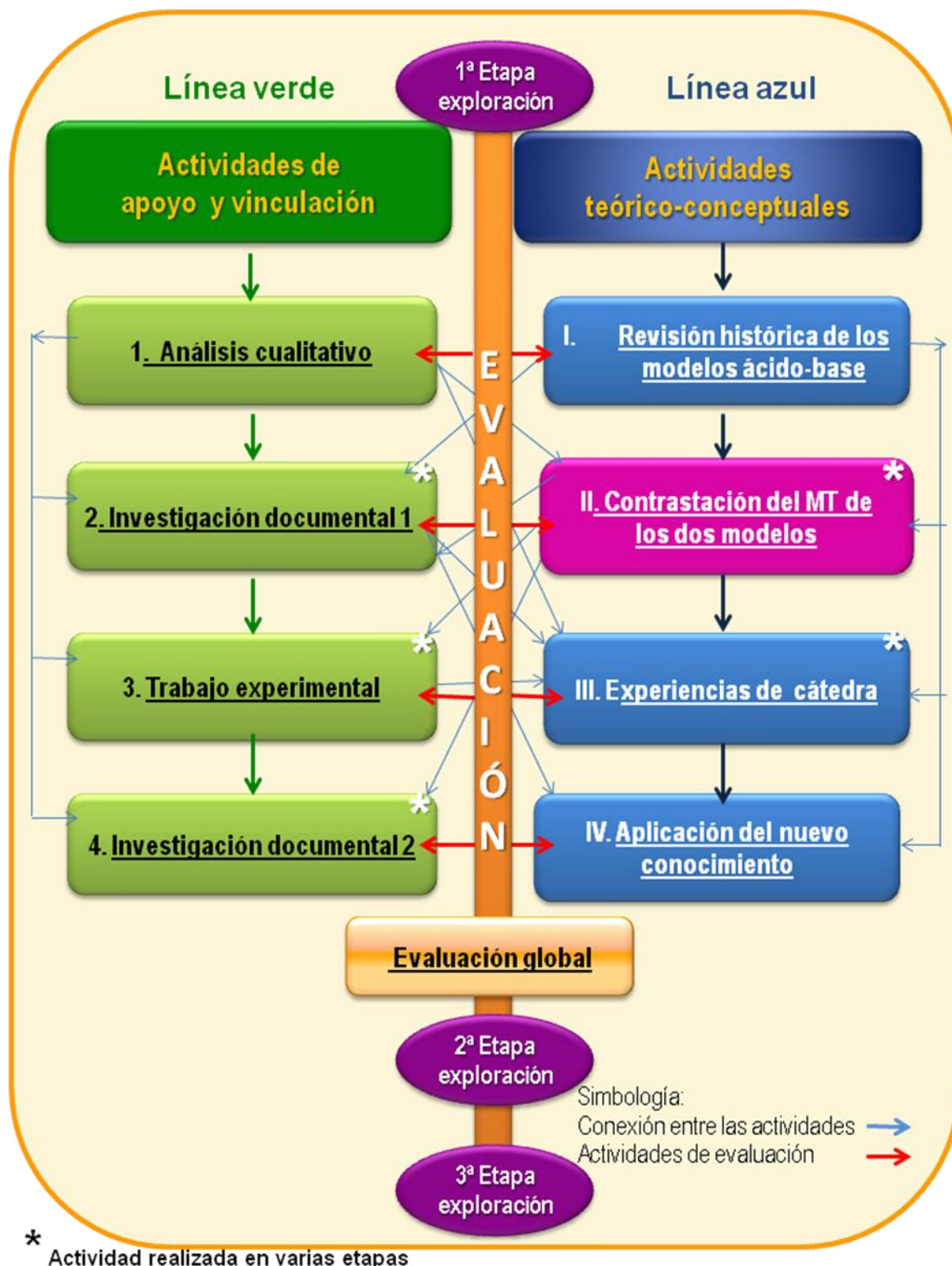


Figura 2. 1. Estructura general de la propuesta didáctica.

Nota aclaratoria. El proceso de evaluación, representado con el marco anaranjado, es continuo y se lleva a cabo en todas las actividades que conforman la propuesta.

2.7. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE CONFORMAN LA PROPUESTA DIDÁCTICA

A continuación se ofrece una descripción detallada que permita al lector tener mayor claridad respecto a cada actividad, su secuenciación, los propósitos que se pretenden alcanzar con cada una, de tal manera que ello facilite su proceso de implementación en el aula. Conviene aclarar que las actividades de cada línea están intercaladas para dar continuidad al hilo conductor de la propuesta³.

LÍNEA VERDE.

ACTIVIDADES DE APOYO, VINCULACIÓN Y APLICACIÓN

La línea verde inicia con un primer acercamiento al estudio de los ácidos y las bases a través de un análisis de hechos y fenómenos de la vida diaria sobre los cuales es poco probable que los estudiantes se hayan detenido a reflexionar. Esta actividad constituye una excelente oportunidad debido a que, por un lado permite vincular el ámbito cotidiano con el escolar y el científico y por el otro promueve la explicitación de las ideas de los alumnos, ocasión que debe aprovechar el docente para identificar posibles concepciones alternativas, el manejo conceptual adecuado o inadecuado de los alumnos sobre el tema, así como de los diferentes referentes explicativos a los cuales recurren los aprendices. Esta se constituye como una valiosa oportunidad para obtener información desde la cual se pueda estructurar una intervención docente enfocada a atender las necesidades del alumno.

Con el desarrollo de la dinámica se espera que el alumno se involucre en el planteamiento y diseño de una actividad experimental que lo lleve a encontrar respuestas a las inquietudes surgidas durante la discusión grupal de esta primera sesión.

Con la realización de la actividad experimental se busca que el estudiante compruebe la validez de sus conocimientos previos (ubicados principalmente en el modelo de Arrhenius) y en caso de no ser así, considere otro marco explicativo de mayor poder predictivo como una vía a través de la cual es posible estructurar explicaciones conceptualmente más adecuadas que le permitan explicar de mejor manera los hechos y fenómenos analizados en clase. Los resultados que se generen durante la sesión experimental pueden constituirse como el origen de nuevas inquietudes.

³El orden de presentación de las dos líneas obedece a la secuenciación que se ha considerado como la más adecuada para desarrollar el trabajo en el aula y aunque el núcleo fuerte de la propuesta se ubica en la línea azul, consideramos que el estudio del tema debe iniciarse de una forma menos teórica y más vinculada con el contexto cotidiano que le resulte más familiar al alumno.

El trabajo en el laboratorio puede ser aprovechado por los alumnos para obtener información adicional que enriquezca y complemente el trabajo de investigación documental que deben presentar durante el Congreso de Expertos, actividad que cierra esta línea de trabajo.

No está por demás aclarar que este conjunto de actividades no se llevan a cabo en un estricto orden secuencial, sino que se intercalan (ver tabla secuencial de la propuesta en este mismo capítulo) con las actividades que integran la línea azul o línea teórico-conceptual, misma que se describe a continuación.

LÍNEA AZUL. ACTIVIDADES TEÓRICO-CONCEPTUALES (CONTRASTACIÓN DEL MARCO TEÓRICO DE DOS MODELOS ÁCIDO-BASE)

La segunda línea está conformada por un conjunto de actividades teórico-conceptuales-experimentales que constituyen el núcleo fuerte de la propuesta entre las que se encuentran: una revisión de los antecedentes teóricos de los distintos modelos ácido-base; el análisis comparativo o contrastación del marco teórico del modelo de Arrhenius frente al de Brønsted-Lowry. Dicho análisis se complementa con la realización de algunas experiencias de cátedra con las que se busca evidenciar las limitaciones de un modelo y evidenciar el mayor alcance explicativo del otro modelo.

Con la revisión histórica de los distintos marcos explicativos se busca retomar parte de los conocimientos previos del alumno y a través de la elaboración de un friso cronológico⁴ evidenciar el proceso de evolución histórica de los hechos planteamientos, aportaciones que en su momento surgieron como una vía para entender el comportamientos de los ácidos y bases. Esta revisión sirve como antesala para explicar a los alumnos las razones que justifican la revisión del tema a la luz de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry

La siguiente actividad, el corazón de la propuesta, se lleva a cabo en varias sesiones debido a que se requiere destinar el tiempo suficiente para hacer la presentación, el análisis y la contrastación de los planteamientos de ambos modelos.

Con esta actividad se busca que el alumno tome conciencia de aquello que sabe sobre el tema y se percate, a través de distintas demostraciones experimentales, del limitado alcance explicativo del modelo de Arrhenius y gradualmente se aproxime al modelo de

⁴ Es una representación gráfica que facilita la ubicación en el tiempo de distintos hechos y contextos históricos que permiten evidenciar el proceso de evolución de los modelos teóricos (Pozo y Postigo, 2000).

Brønsted-Lowry visualizándolo como una propuesta que, en muchos aspectos, supera las limitaciones del modelo anterior, de tal manera que a través del análisis y la contrastación, el estudiante reconozca que se trata de dos modelos totalmente diferentes.

Para cerrar esta línea de actividades, y como parte del proceso de aprendizaje, se abre un espacio para que el alumno aplique sus nuevos conocimientos que lo lleven a evidenciar la efectividad del nuevo marco teórico. Simultáneamente se busca que el alumno evalúe algunos planteamientos, detecte posibles inconsistencias conceptuales en sus propias respuestas y en las de sus compañeros, así como en las explicaciones que se presentan en los libros de texto o en las páginas de consulta en internet.

Un tercer conjunto de actividades que consideramos de vital importancia son las de evaluación, las cuales se llevan a cabo a través de todas y cada una de las actividades que conforman la propuesta, con ello se pretende dar seguimiento al avance de los estudiantes a través de todo el proceso y lograr una evaluación integral de los aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales logrados durante el periodo de intervención en el aula.

Todo el conjunto de actividades, las de apoyo y vinculación, las de análisis y contrastación de los modelos, además de las de evaluación, se describen con más detalle en la siguiente sección.

PRESENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y SECUENCIACIÓN**Actividad 1 (línea verde)****¿Cómo las clasificarías?**

Tipo de actividad : En el aula. Actividad de vinculación y aplicación a través de un análisis cualitativo.

Propósitos

A través de la observación y análisis de un conjunto de imágenes se espera que el alumno:

- Reflexione sobre sus ideas en torno al carácter ácido-base de algunos materiales de uso común
- Explícite dichas ideas, escuche y valore las aportaciones de sus pares.
- Compare sus conocimientos previos con los de sus compañeros y con las explicaciones que ofrece la ciencia.

Implementación

Para llevar a cabo este tipo de actividad se debe partir de situaciones cotidianas que resulten familiares y despierten el interés de los alumnos, con lo cual las probabilidades de captar su atención son mayores y resultará más fácil motivarlos e involucrarlos en su proceso de aprendizaje. Al desarrollar estas actividades en forma colectiva se fomentan ejercicios de reflexión, autoanálisis de lo que sabe y por qué lo sabe; también se promueven procesos comunicativos con sus compañeros, así como la contrastación de ideas, el intercambio de significados, la defensa de sus ideas a través de la argumentación, procesos que en suma, constituyen actividades de alto valor formativo.

Una forma eficaz de lograrlo es a través de una tarea que involucre a los alumnos, primero en pequeños grupos de trabajo que expongan y discutan sus ideas, seguido de la presentación, argumentación y análisis de dichas ideas frente a todo el grupo. En esta actividad el profesor debe proporcionar ayuda y orientación, en las discusiones de equipo y en la discusión grupal, pero siempre en un segundo plano. También puede apoyar, al cierre de la discusión, presentando algunas explicaciones estructuradas desde la ciencia.

En este tipo de actividades es fundamental valorar las diversas respuestas que se pueden generar sin descalificar ninguna de ellas, por el contrario, deberán utilizarse como punto de conflicto que promueva el planteamiento de propuestas por parte de los estudiantes.

Se pide analizar por equipo de cuatro a cinco personas una determinada imagen sobre la cual cada persona deberá reflexionar primero, para posteriormente escuchar el punto de

vista de sus compañeros, además de explicitar sus propias ideas. El profesor solicita la colaboración de todo el grupo para definir cuatro o cinco categorías que permitan agrupar las imágenes que cada equipo analiza.

El equipo elabora una pequeña lámina con las ideas más relevantes que permitan dar cuenta de las razones que los llevaron a clasificar el material asignado en una u otra categoría, esta exposición se hace en plenaria para que cada equipo presente sus ideas y explique su razonamiento.

Cada equipo escucha con atención los argumentos del resto de los equipos y deberá defender su punto de vista a través de la contra argumentación.

Para el cierre de la actividad todo el grupo registra en su cuaderno la clasificación final de los materiales analizados.

Actividad 2 (línea verde)	<i>¡Diseña un plan de trabajo para corroborar tus ideas!</i>
----------------------------------	---

Tipo de actividad: Extra aula. Trabajo de indagación documental y experimental planteado como una pequeña investigación.

Propósitos

Se pretende que el estudiante participe activamente en el diseño de un plan de trabajo para la realización de actividades experimentales y a través de dicha propuesta analice y reflexione sobre sus concepciones, investigue y plantee hipótesis que le permitan identificar el carácter ácido-base de diversos materiales de uso cotidiano.

Implementación

En las actividades enfocadas como pequeñas investigaciones, el alumno debe encontrar respuestas a un determinado problema a través de la realización de un trabajo de investigación documental. Este tipo de actividades constituyen una aproximación al trabajo realizado por los científicos, sin embargo, el docente siempre debe tener muy presente que los alumnos pueden requerir de su apoyo para estructurar de mejor manera el plan de trabajo que les permita desarrollar eficientemente las actividades en el laboratorio.

En esta actividad, el alumno participa activamente en la formulación de hipótesis, en el diseño de estrategias de trabajo experimental, en la propuesta e implementación de innovaciones procedimentales que permitan dar respuesta a las interrogantes generadas durante la actividad anterior (actividad 1). Es el alumno quien propone el equipo, los materiales y los reactivos que piensa utilizar.

Para llevar a cabo el trabajo experimental, es necesario que el diseño propuesto por los estudiantes, sea revisado por el profesor y ajustado por los alumnos según las necesidades y planteamientos de cada equipo, de tal manera que cuando dicho plan haya sido reestructurado, el equipo podrá acceder al laboratorio para ponerlo en práctica.

El profesor debe procurar que los equipos avancen simultáneamente en este proceso de estructuración y ajuste de la propuesta, de tal manera que durante la sesión experimental todos puedan trabajar simultáneamente y tengan oportunidad de comparar resultados y analizarlos en plenaria durante la puesta en común.

Se pretende que los alumnos comuniquen y compartan sus resultados con el resto del grupo y analicen en forma conjunta las respuestas a las preguntas que los llevaron a desarrollar el trabajo experimental, además de generar nuevas inquietudes que lleven a los alumnos a involucrarse en un nuevo proyecto de investigación.

Actividad 3 (línea azul)***Investiguemos***

Tipo de actividad: Extra aula. Trabajo de indagación documental planteado como una pequeña investigación.

Propósitos

Se pretende que el alumno realice una investigación documental a través de la cual recabe información sobre los distintos marcos explicativos desde los que se ha intentado comprender el comportamiento ácido-base de las sustancias químicas a lo largo de la historia.

Implementación

Al final de la sesión anterior se sortean los distintos modelos, de tal manera que cada equipo centre su atención en aspectos como: el nombre de quien hizo el planteamiento; la época siglo y año; antecedentes teóricos y aspectos relevantes; contexto histórico (ubicación de sucesos contemporáneos); alcances y limitaciones del modelo; importancia

de dicho marco teórico para la época en la que fue planteado; vigencia de dicho modelo o sustitución por otro de mayor alcance explicativo, etcétera.

El docente debe pedir a los alumnos que registren los datos completos de las fuentes de información consultadas.

El profesor deberá preparar una serie de materiales de apoyo para los alumnos en caso que alguno de los equipos no consiguiera parte de la información necesaria para llevar a cabo el análisis a nivel grupal.

Actividad 4 (línea azul)***Revisemos la historia de los modelos ácido-base***

Tipo de actividad:

En el aula. Actividad de análisis de los planteamientos y ubicación temporal de distintos marcos explicativos surgidos a través de la historia.

Propósitos

Se espera que el alumno comparta y revise la información recabada por cada miembro del equipo, seleccione la información más relevante y colabore en la construcción de un friso cronológico que le permita tener una visión global del proceso de transformación de los distintos marcos teóricos que se han planteado a lo largo de la historia para explicar el comportamiento de los ácidos y de las bases.

Implementación

La sesión inicia con la explicación sobre la forma de construir un friso, posteriormente se fusionan dos equipos que investigaron sobre un mismo marco teórico para compartir información y escribir en un cuarto de hoja de papel bond una síntesis en la que incluyan los aspectos más relevantes de dicho modelo.

El profesor traza en el pizarrón dos líneas paralelas que sirvan para armar el friso grupal. Posteriormente cada equipo ubicará su síntesis en el sitio que le corresponda en la línea del tiempo. Una vez armado el friso, se procede al análisis de los hechos y momentos en los que surgieron las distintas propuestas explicativas para lo cual se debe elegir a un ponente quien proporcionará una breve explicación de los aspectos más relevantes del marco explicativo con el que trabajaron.

Una vez concluida la revisión de la línea del tiempo, se pide a 2 o 3 voluntarios una reflexión de toda la información revisada en forma grupal. Finalmente el docente puede complementar y ayudar a cerrar la sesión.

Este análisis también se puede aprovechar para explicar las razones que justifican la selección de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry como dos marcos teóricos diferentes a partir de los cuales se estudiarán los ácidos y las bases.

Actividad 5 (línea azul)***Revisemos y organicemos la información***

Tipo de actividad:

En el aula. Revisión, análisis, explicación y contrastación del marco teórico de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry.

Propósitos

A través del análisis comparativo de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry se pretende que el alumno:

- Reconozca sus propios conocimientos sobre los ácidos y las bases mismos que en general se ubican en el nivel fenomenológico y en el modelo de Arrhenius.
- Identifique las limitaciones que lo lleven a comprender las razones que justificaron la sustitución del modelo de Arrhenius por el de Brønsted-Lowry y reconozca las principales diferencias entre ambos marcos explicativos.
- Logre un manejo conceptual adecuado del modelo de Arrhenius y gradualmente incorpore e integre parte de los planteamientos de Brønsted-Lowry a sus esquemas explicativos.

Implementación

Para el desarrollo de esta actividad se requieren varias sesiones⁵ (de 8 a 12) debido a que es necesario revisar el marco teórico del modelo de Arrhenius y a través de dicho análisis, se busca evidenciar la insuficiencia de sus explicaciones para comprender el comportamiento ácido-base de distintos materiales. También se revisa el modelo de

⁵ Una sesión tiene una duración de 50 minutos de clase.

Brønsted-Lowry, de tal manera que se logre la aproximación gradual a los planteamientos teóricos y al final logre reconocer las diferencias de ambos modelos.

En sus explicaciones, el profesor debe poner especial atención en aquellos aspectos que han sido identificados como puntos críticos en el aprendizaje del tema. Por ejemplo, en el uso diferenciado de distintos niveles representacionales y en el manejo cuidadoso del lenguaje durante la presentación de cada marco teórico a través de la contrastación de ambos modelos, que lleven al alumno a retomar parte de sus conocimientos previos y a compararlos con las explicaciones teóricas, de tal manera que el estudiante en forma gradual logre avanzar en el proceso de reestructuración de sus ideas que lo lleven a lograr un manejo conceptual adecuado (MCA) de cada marco explicativo.

Como actividades complementarias y de apoyo a las explicaciones del marco teórico, se intercalan las experiencias de cátedra con las que se busca promover situaciones de conflicto respecto a los planteamientos del modelo de Arrhenius, de tal forma que se pongan en evidencia las limitaciones que impone su marco teórico. Estas demostraciones experimentales se describen más adelante.

Al ir avanzando en este análisis se introducen los conceptos del nuevo modelo el cual ofrece mejores respuestas a situaciones que Arrhenius no resuelve adecuadamente. Durante la explicación también se deben hacer notar el mayor potencial explicativo del modelo de Brønsted-Lowry, así como sus alcances y limitaciones.

Actividades 6, 7, 8 y 9 (línea azul)***Reuniendo la evidencia***

Tipo de actividades:

En el aula. Experiencias de cátedra.

Fuera del aula. Predicciones y planteamiento de hipótesis.

Propósitos

Con la realización de estas actividades experimentales demostrativas, se espera que el alumno:

- Reconozca algunas limitaciones del modelo de Arrhenius.
- Enfrente el conflicto cognitivo entre sus ideas y la evidencia experimental, así como con las explicaciones teóricas que ofrece el modelo de Brønsted-Lowry.

Implementación

El uso de las experiencias de cátedra tiene como propósito ilustrar las limitaciones que se han explicado durante la revisión del marco teórico del modelo de Arrhenius y estas se van intercalando conforme se avanza en la presentación del mismo.

Actividad 6 ¿Reacciones en medio no acuoso?	
<p>Con esta actividad se busca demostrar que las reacciones ácido-base no sólo ocurren en medio acuoso, tal como lo planteó Arrhenius, sino que también se pueden llevar a cabo en medio sólido y en fase gaseosa.</p>	<p>Materiales</p> <p>Reacción en medio sólido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carbonato de calcio (sólido) y fenolftaleína (sólida) <p>Reacción en fase gaseosa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disoluciones concentradas de ácido clorhídrico (HCl) e hidróxido de amonio (NH₄OH).

Actividad 7 Y estos, ¿qué son?	
<p>Se trata de una actividad extra clase en donde los alumnos deben predecir el carácter ácido-base de algunas sustancias a partir de su fórmula química.</p>	<p>Ejemplos de sustancias que se plantean:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Óxido de sodio (Na₂O), óxido de magnesio (MgO), amoníaco (NH₃), carbonato ácido de sodio (NaHCO₃), carbonato de sodio (Na₂CO₃), hidruro de litio (HLi), ion amonio (NH₄⁺) bióxido de carbono (CO₂), bióxido de azufre (SO₂).

Actividad 8 **Revisemos y contrastemos nuestra hipótesis**

Durante esta sesión en el aula se revisan y comparan en plenaria, las hipótesis de los estudiantes

Actividad en el aula

Cada equipo plantea su hipótesis y explica las razones que los llevan a clasificar a la sustancia que les tocó analizar como ácido, base o como una sustancia neutra. Se hace el registro de las hipótesis de cada equipo y se seleccionan aquellos casos que generen controversia para determinar sus características ácido-base durante la sesión experimental.

Actividad 9 **¿Reacciones de neutralización qué no son neutras?**

Se busca demostrar que hay sustancias ácidas y básicas que no tienen el mismo grado de acidez a pesar de tener la misma concentración.

También se busca ilustrar que no todas las reacciones entre un ácido y una base son reacciones de neutralización, tal como lo planteó Arrhenius.

Sustancias

- Disolución de ácido clorhídrico 3M
- Disolución de ácido acético 3M
- Disolución de carbonato ácido de sodio 3M
- Disolución de hidróxido de sodio 3M
- Indicador universal y su escala colorimétrica

Se hacen las demostraciones y se pide a los alumnos que expliquen lo sucedido.

Actividad 10 (línea azul) **Analicemos algunos casos**

Tipo de actividad: En el aula. Aplicación, auto-evaluación y coevaluación.

Propósitos

Con esta actividad se pretende que el alumno:

- Cuente con un espacio para aplicar sus nuevos conocimientos evidenciando el distinto alcance explicativo de ambos modelos.

- Evalúe sus respuestas e identifique posibles concepciones alternativas expresadas en el cuestionario diagnóstico.
- Identifique y diferencie los planteamientos de cada marco teórico y los aplique para la evaluación de sus propias respuestas.
- Reflexione sobre la consistencia y poder explicativo de sus conocimientos previos, comparados con el marco teórico de los dos modelos ácido-base.

Implementación

Durante el proceso de aprendizaje, la toma de conciencia de lo que el individuo sabe y cómo lo sabe es fundamental ya que es a partir de este ejercicio de auto reflexión que el estudiante podrá tener la oportunidad de reconocer lo adecuado o inadecuado de sus explicaciones previas. Esta actividad se realiza a partir de las respuestas proporcionadas por los mismos alumnos durante la etapa de exploración diagnóstica y se lleva a cabo después de concluida la revisión del marco teórico de los dos modelos ácido-base.

Para llevar a cabo esta actividad, previamente, el profesor debe seleccionar las concepciones alternativas más comunes identificadas durante la etapa de exploración diagnóstica y a lo largo de las distintas sesiones, y sin decir a los alumnos que se trata de sus propias respuestas, les pide que las analicen e identifiquen posibles errores o un manejo conceptual adecuado (MCA). Se pide a los alumnos que reescriban la respuesta correcta, la cual debe ser presentada y comentada en plenaria.

Posteriormente el docente informa a los estudiantes que algunas de las respuestas analizadas, son las que ellos mismos plantearon en la etapa diagnóstica. En este punto resulta muy importante escuchar sus argumentos para identificar el posible origen de dichas concepciones.

Actividad 11 (línea verde) ¡Vamos al laboratorio!

Tipo de actividad: En el laboratorio. Trabajo experimental (complemento de la actividad 2).

Propósitos

Con la realización de esta actividad se pretende que el alumno:

- Cuento con un espacio para someter a prueba sus hipótesis, corrobore la validez y alcance de sus conocimientos previos e identifique posibles concepciones alternativas.
- Participe activamente en el diseño de la actividad experimental a través de la investigación documental, la reflexión, la observación y el análisis de determinados fenómenos.
- Manipule materiales, equipo y sustancias químicas durante la realización de la actividad experimental.
- Trabaje colaborativamente con sus compañeros, los escuche, valore sus opiniones y comparta sus conocimientos con ellos.

Implementación

La realización de la actividad experimental está a cargo de cada equipo, ya que son ellos los que se organizan, determinan la mejor manera de trabajar en el laboratorio, deciden el formato para recabar los resultados (formato de consenso grupal), de tal manera que al término de la experimentación todos los equipos comparten sus datos con el resto de sus compañeros. Esta forma de trabajo busca promover el respeto, la convivencia armónica, el consenso, el compromiso y la socialización.

Es conveniente que el profesor inicie la sesión haciendo una recapitulación de lo que sucedió durante las sesiones previas retomando algunas hipótesis planteadas. Si el docente lo considera necesario puede plantear sugerencias para hacer más eficiente el trabajo en el laboratorio.

Una vez concluida la experimentación, el profesor modera e invita a los estudiantes a participar en el proceso de análisis, discusión y conclusión.

Actividad 12 (línea azul) En esta esquina Arrhenius, y en esta otra, Brønsted-Lowry

Tipo de actividad: En el aula. Síntesis comparativa de ambos modelos (etapa de cierre, complemento de la actividad 5).

Propósitos

Con esta actividad se busca que el alumno:

- Sintetice la información más relevante de los dos modelos ácido-base y que pueda utilizarla para evaluar algunas respuestas suyas y de sus compañeros que fueron planteadas durante la exploración diagnóstica, así como algunas explicaciones que aparecen en los libros de texto consultados.

Esta actividad corresponde a la etapa de cierre del análisis comparativo en donde se retoman parte de las explicaciones del marco teórico de los dos modelos ácido-base y se elabora una tabla comparativa con los conceptos, definiciones, planteamientos, alcances y limitaciones de cada marco explicativo.

Implementación

Una vez concluida la revisión de ambos modelos, se lleva a cabo la etapa de cierre en la que se retoman y se comparan los conceptos, definiciones, explicaciones que ofrece cada modelo, se contrasta su distinto alcance explicativo. Este proceso de síntesis es desarrollado por los alumnos con la guía del profesor.

Con el desarrollo de esta actividad se busca que los alumnos (de ser posible sin hacer uso de sus notas) recuerden, retomen y propongan los aspectos más importantes para integrarlos a un cuadro-resumen que incluya los planteamientos que conforman el marco teórico de los dos modelos ácido-base. Cada sugerencia se analiza al interior de pequeños equipos de trabajo para posteriormente hacer las correspondientes anotaciones en el pizarrón.

Una vez que todos los equipos han hecho su aportación, en plenaria se discute la pertinencia de cada enunciado.

En esta actividad el docente funge como coordinador y moderador del trabajo de síntesis realizado por el grupo, aunque también puede hacer recomendaciones que ayuden a obtener un cuadro comparativo mejor estructurado y que sirva a los estudiantes como documento de consulta para el desarrollo de la siguiente actividad.

Actividad 13 (línea azul)***Y los libros, ¿qué dicen y cómo lo dicen?***

Tipo de actividad: En el aula. Aplicación de los nuevos conocimientos y evaluación.

Propósitos

Con la realización de esta actividad se busca que el alumno cuente con un espacio para:

- Aplique sus conocimientos nuevos e identifique los conceptos, términos y modelo(s) que subyace(n) en cada definición.
- Reconozca el manejo conceptual consistente o inconsistente en las definiciones que presentan las fuentes de información consultadas (libros e internet)
- Reestructure las definiciones en las que se detecten inconsistencias conceptuales
- Analice ejemplos de definiciones en las que se manejen modelos híbridos y reconozca el manejo conceptual inconsistente
- Reestructure los enunciados tomando en cuenta los planteamientos de cada modelo.

Implementación

Se pide a tres o cuatro voluntarios que anoten en el pizarrón las primeras definiciones que registraron en su cuaderno durante la primera investigación sobre los planteamientos de los distintos marcos teóricos (actividad 3). Es muy importante que los alumnos también anoten la referencia completa de la fuente consultada.

El resto de los alumnos forman pequeños equipos de tres o cuatro personas para analizar las distintas definiciones e identificar los elementos explicativos de cada modelo, así como las posibles inconsistencias conceptuales.

El análisis que empezó por equipos se lleva a una discusión plenaria en donde todos opinan y en forma grupal se integra el análisis de cada definición. Es recomendable que el profesor plantee uno o dos ejemplos adicionales para que sean resueltos de manera individual.

Actividad 14 (línea verde) Congreso de expertos

Tipo de actividad: Extra aula. Trabajo de indagación documental 2 orientado como una pequeña investigación desarrollado en varias etapas.

Propósitos

Con esta actividad se busca que el alumno:

- Se involucre en una actividad de investigación en donde se promueva el intercambio de ideas, escuche y valore las aportaciones de sus pares, reconozca la importancia del trabajo en equipo, se comprometa con la realización de una determinada tarea
- Vincule los conocimientos cotidianos con los saberes escolares y científicos y que ello le permita ampliar sus representaciones asociadas con la importancia y aplicación de los ácidos y las bases a su vida diaria.
- Comunique de forma oral y escrita los resultados de su investigación.

*Implementación**Etapas iniciales* (investigación extraclase)

El “Congreso de Expertos” es una actividad que sirve para cerrar esta línea de actividades en donde todo el grupo participa trabajando de manera conjunta en pequeños equipos de 3-4 personas (dependiendo del tamaño del grupo). Cada equipo elige el tema sobre el que quiere realizar una investigación documental en la que el hilo conductor se relacione con los ácidos y las bases.

Al inicio del ciclo escolar el docente debe proporcionar una serie de indicaciones en torno a la calendarización de actividades. Por ejemplo, se deben programar las fechas para la elección del tema y los integrantes del equipo; el periodo de investigación y búsqueda de la información; la fecha para la entrega del primer borrador; el periodo de revisión y entrega de observaciones del borrador que permita al equipo avanzar en el desarrollo del trabajo; la entrega de un segundo borrador por parte de los alumnos, así como la devolución del mismo con las observaciones y sugerencias para el equipo, por parte del docente; la presentación oral de los trabajos en el “Congreso de Expertos” y la evaluación de los trabajos por parte de todo el grupo.

Etapa de desarrollo

Una vez establecido el calendario, el docente debe dar seguimiento a cada actividad fuera del horario de clase. Dicho seguimiento consiste en hacer las revisiones y observaciones respectivas a los borradores de cada equipo. Si algún equipo requiere una asesoría especial, se debe programar un espacio para atenderlos personalmente.

La realización de todas las actividades extraclase listadas en la etapa inicial requiere de un tiempo aproximado de cinco a seis semanas.

Etapa final

El día del evento, los alumnos presentan su trabajo frente al grupo durante un tiempo de 5-8 minutos, posteriormente se destinan de 2 a 3 minutos para que el público asistente plantee algunas inquietudes relacionadas con el tema.

Al finalizar la presentación de cada equipo, los asistentes evalúan cuatro aspectos de cada trabajo presentado: dominio del tema, calidad de la exposición, la temática y el cartel. Al finalizar las exposiciones la hoja de evaluación se introduce en una urna y el docente hace el conteo de los votos, mismos que debe presentar al inicio de la siguiente sesión.

Actividad 15 (línea verde)

Y los ganadores son...

Tipo de actividad:

En el aula. Actividad de cierre y reconocimiento del trabajo realizado por todo el grupo.

Propósitos

Con esta actividad se pretende que el alumno:

- Valore su trabajo, el de su equipo y el del grupo.
- Reconozca el esfuerzo realizado por todos y opine sobre el resultado global del grupo durante el desarrollo de esta actividad.

Implementación

Esta actividad se realiza al inicio de la siguiente sesión después del “Congreso de Expertos”, en donde el profesor debe mostrar a todo el grupo los resultados de las

votaciones e invita a los alumnos a expresar su opinión a los logros de cada equipo y del grupo en general.

Para el cierre de la sesión, el docente debe reconocer el trabajo de cada equipo y felicitar a todo el grupo por el esfuerzo realizado.

LÍNEA AMARILLA.**ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN***Propósitos generales*

- Dar seguimiento al proceso de enseñanza a través de una evaluación continua que permita al docente identificar algunas situaciones que favorecen o dificultan el aprendizaje.
- Incorporar el componente afectivo-emocional en el proceso de evaluación que permita entender a los alumnos y humanizar el proceso de enseñanza
- Atender los aspectos conceptuales, actitudinales, procedimentales, emocionales y motivacionales que promuevan una evaluación integral del desempeño de los alumnos.
- Promover la reflexión de los alumnos, así como el hábito de escribir y redactar un escrito que permita recapitular sobre las actividades realizadas en cada sesión.
- Reconocer y valorar el trabajo realizado por cada alumno y por el grupo en general
- Promover ejercicios de autoevaluación y coevaluación como una forma de auto regulación de su propio aprendizaje y que contribuya a mejorar su desempeño académico.

Actividad 16 (línea de evaluación). *Bitácora de clase*

Tipo de actividad: En el aula. Actividad de evaluación y seguimiento del proceso enseñanza-aprendizaje (en el aula y trabajo extra clase).

Propósitos

Se pretende que el alumno cuente con un espacio para expresar sus inquietudes, dudas, emociones y sugerencias en torno a las actividades de aprendizaje que se realizan en cada sesión. También se busca que el alumno poco a poco desarrolle el hábito de la escritura, la redacción, la síntesis y la recapitulación sobre todo lo ocurrido durante la sesión de trabajo en el aula.

Implementación en el aula

Desde la primera sesión se pide a los alumnos llevar una bitácora de clase en la que deben hacer los registros de cada sesión tomando en cuenta la guía para llevar la bitácora (ver anexo 3). El profesor debe explicar al grupo los propósitos que se persiguen con la realización de esta actividad y cuál es el beneficio e importancia de llevar una bitácora.

Al final de cada sesión un grupo de cinco a diez voluntarios entrega su bitácora para revisión. El docente debe leer con atención cada uno de los registros y hacer los comentarios pertinentes que permitan al alumno saber que el profesor ha leído su bitácora.

Al inicio de cada sesión, el profesor comenta las principales inquietudes de los estudiantes. Como parte del proceso de regulación, el docente debe tomar en cuenta los comentarios y sugerencias de los alumnos para mejorar el trabajo grupal.

Actividad 17 (línea de evaluación) *Evaluación continua*

Tipo de actividad: En el aula. Evaluación y seguimiento

Propósitos

Con este tipo de actividad se pretende:

- Dar seguimiento al desempeño y aprendizaje de los alumnos a lo largo del proceso de intervención en el aula.
- Reconocer y valorar cada una de las aportaciones y actividades realizadas por el estudiante como parte del proceso de aprendizaje.

Implementación

Todas las actividades que conforman la propuesta didáctica se toman en cuenta y se evalúan. Si el docente lo considera conveniente puede incorporar otras formas de evaluación como resolución de ejercicios, participaciones en clase, investigaciones documentales, elaboración de anteproyectos, borradores, exámenes escritos, juegos, etcétera.

Actividad 18 (línea de evaluación)	<i>Evaluemos</i>
---	-------------------------

Tipo de actividad:

En el aula. Autoevaluación y coevaluación del trabajo para el Congreso de Expertos.

Evaluación del desempeño del docente.

Propósitos

Con estas actividades de evaluación se pretende que el estudiante:

- Reflexione sobre su propio desempeño
- Reconozca las situaciones que promueven o las que dificultan el avance y la realización del trabajo de investigación en equipo para el Congreso de Expertos.
- Evalúe el desempeño de sus compañeros e identifique las fortalezas y debilidades del equipo.
- Plantee algunas sugerencias que pudieran ayudar a sus compañeros a mejorar su desempeño en equipo.
- Cuento con un espacio para expresar libremente su opinión sobre el trabajo realizado por el profesor y que estos comentarios sirvan para regular y mejorar el desempeño del docente.

Implementación

Se destina una sesión especial para que los alumnos lleven a cabo la autoevaluación de su desempeño, además de la coevaluación (ver anexo 3) en donde cada estudiante evalúa el desempeño de sus compañeros de equipo con quienes realizó el trabajo de investigación para el Congreso de Expertos. En dicha coevaluación, el alumno puede hacer una serie de comentarios y recomendaciones a sus compañeros para mejorar su desempeño y a su vez él reciba sugerencias de sus pares.

Una vez que los alumnos terminan de evaluar y coevaluar, el docente recoge los documentos y los comenta al inicio de la siguiente sesión con todo el grupo.

Se aprovecha esta misma sesión para realizar la evaluación del desempeño docente en donde el alumno contesta en forma anónima, con lo cual puede expresar libremente su opinión.

Actividad 19 (línea de evaluación) <i>Evaluación sensorial</i>
--

Tipo de actividad:

En el aula. Evaluación general del proceso.

Propósito

Con esta actividad se pretende que el estudiante cuente con un espacio para expresar su opinión sobre sus emociones, temores, intereses, estado de ánimo, aspectos positivos o negativos que pudieron haber favorecido o dificultado el aprendizaje durante el periodo de trabajo.

Implementación

Esta es una actividad muy valiosa debido a que los estudiantes tienen la oportunidad de expresar oralmente su opinión sobre todos aquellos aspectos que consideren valiosos y que de alguna manera influyeron positiva o negativamente en el proceso de aprendizaje.

Se ha denominado evaluación sensorial a esta actividad porque se pide que expresen las sensaciones y emociones vividas en términos de sus percepciones sobre el color, sabor, y textura del curso.

Los comentarios de los alumnos suelen ser muy valiosos para el profesor.

2.8. Tabla–resumen de la propuesta didáctica

Tabla 2 1. Descripción de las actividades que conforman la propuesta didáctica.

Nº	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	SE ESPERA QUE EL ALUMNO	TIEMPO SESIÓN ⁶	RECURSOS
1	¿Cómo los clasificarías?	Análisis cualitativo. Pequeña investigación (primera fase).	Actividad desarrollada por parejas, equipos pequeños. Presentación de las ideas principales frente a todo el grupo. Discusión en plenaria (explicitación de ideas, argumentación, escucha y análisis de la opinión de sus pares). El profesor guía el análisis y la discusión en plenaria y en caso necesario plantea algunos casos especiales.	A través de la observación y análisis de un conjunto de imágenes: Reflexione sobre sus ideas en torno al carácter ácido-base de algunos materiales de uso común Explicita dichas ideas, escuche y valore las aportaciones de sus pares. Compare sus conocimientos previos con los de sus compañeros y con las explicaciones que ofrece la ciencia.	1	Serie de 15 imágenes impresas (1 por equipo). Gis/plumones, pizarrón/pintarrón.
INICIAN ACTIVIDADES PREPARATORIAS PARA EL CONGRESO DE EXPERTOS (ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN)						
2	¡Diseña un plan de trabajo para corroborar tus ideas!	Pequeña investigación (segunda fase)	Los alumnos hacen una propuesta, por escrito, para identificar las características ácido-base de las sustancias analizadas en la actividad 1. Actividad extraclase por equipos de 4 a 6 personas. La propuesta se entrega una semana después para su revisión. El profesor revisa y orienta a los alumnos.	Participe activamente en el diseño de un plan de trabajo para la realización de actividades experimentales y a través de dicha propuesta analice y reflexione sobre sus concepciones, investigue y plantee hipótesis que le permitan identificar el carácter ácido-base de diversos materiales de uso cotidiano.	-----	Hojas de papel.

⁶ Una sesión tiene una duración de 50 minutos.

3	Investiguemos	Investigación documental (Pequeña investigación)	Los alumnos realizan una primera investigación sobre los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry (actividad extraclase). El grupo y el profesor revisan la información durante la sesión de la actividad 4.	Realice una investigación documental a través de la cual recabe información sobre los distintos marcos explicativos desde los que se ha intentado comprender el comportamiento ácido-base de las sustancias químicas.	—	Libros de texto, internet y cuaderno.
4	Revisión histórica de los modelos ácido-base.	Revisión de los antecedentes históricos	Revisión histórico-cronológica de los distintos planteamientos explicativos. Elaboración de un friso cronológico por parte de todo el grupo, análisis y discusión en plenaria. Explicación de las razones que motivaron la elección de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry como marcos de referencia para estudiar a los ácidos y a las bases.	Comparta y revise la información recabada por cada miembro del equipo, seleccione la información más relevante y colabore en la construcción de un friso cronológico ⁷ que le permita tener una visión global del proceso de transformación de los distintos marcos teóricos que se han planteado a lo largo de la historia para explicar el comportamiento de los ácidos y de las bases. Desarrolle habilidades de ubicación espacio-temporal que le permitan manejar la dimensión temporal para situar en el tiempo los distintos acontecimientos dando sentido a los eventos históricos.	2	Materiales de apoyo (lecturas con información específica de cada modelo). Cuaderno, lápices de colores, papel bond, marcadores.
5	Revisemos y organicemos la información (análisis comparativo).	Explicación y contrastación de modelos	Revisión del marco teórico del modelo de Arrhenius. Revisión simultánea del marco teórico de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry, a través de un análisis comparativo de ambos planteamientos. (ver actividad complementaria de cierre y recapitulación.	Compare los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry y reconozca sus propios conocimientos sobre los ácidos y las bases mismos que en general se ubican en el nivel fenomenológico y en el modelo de Arrhenius. Identifique las limitaciones que lo lleven a comprender las razones que justificaron la sustitución del modelo de Arrhenius por el de Brønsted-Lowry y reconozca las principales diferencias entre ambos marcos explicativos.	8	Proyector de acetatos, acetatos, gis/plumones, pizarrón/pintarrón.

⁷ Es una representación gráfica que facilita la ubicación en el tiempo de distintos hechos y contextos históricos que permiten evidenciar el proceso de evolución de los modelos teóricos (Pozo y Postigo, 2000).

				Logre un manejo conceptual adecuado del modelo de Arrhenius y gradualmente incorpore e integre parte de los planteamientos de Brønsted-Lowry a sus esquemas explicativos.		
REVISIÓN DE LOS AVANCES DE LA PROPUESTA DE TRABAJO (ACTIVIDAD 2, EXTRACLASE)						
REUNIENDO LA EVIDENCIA (ACTIVIDADES DEMOSTRATIVAS)						
6	<p>¿Reacciones en medios no acuosos?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sólidos • Gases 	Experiencias de cátedra	Presentación de experiencias de cátedra (en medios no acuosos) con la participación de alumnos voluntarios.	<p>Reconozca algunas limitaciones del modelo de Arrhenius.</p> <p>Enfrente el conflicto cognitivo entre sus ideas y la evidencia experimental, así como con las explicaciones teóricas que ofrece el modelo de Brønsted-Lowry.</p>	1/4	<p>Sustancias, material y equipo (ver anexo de actividades y materiales).</p> <p>Proyector de acetatos, acetatos, gis/plumones, pizarrón/pintarrón.</p>
7	<p>Y estos, ¿qué son?</p>	Pequeña investigación	<p><i>Actividad extraclase</i></p> <p>El profesor propone cuatro o cinco ejemplos de sustancias de uso general en un laboratorio escolar de Química.</p> <p>Los alumnos hacen el análisis de los ejemplos de sustancias químicas sobre las que se requiere conocer su carácter ácido-base y proponen posibles soluciones para corroborar sus hipótesis.</p> <p>La selección de las sustancias se hizo tomando en cuenta las concepciones alternativas identificadas en la exploración diagnóstica y las reportadas por distintos investigadores.</p>	<p>Explícite sus concepciones y plantee hipótesis.</p>	—	<p>Cuaderno y lápiz.</p>

8	Revisemos y contrastemos nuestras hipótesis (trabajo grupal)	Pequeña investigación (continuación)	<i>Actividad en el aula.</i> Presentación de experiencias de cátedra que permita contrastar las hipótesis planteadas por los alumnos, se solicita la participación de algunos voluntarios. Los alumnos analizan y comparan sus hipótesis con sus observaciones y elaboran un breve análisis que entregan al final de la sesión).	Observe, reflexione, analice y contraste sus hipótesis.	1/2	Sustancias, material y equipo (ver anexo de actividades y materiales). Proyector de acetatos, acetatos, gis/plumones, pizarrón.
9	¿Reacciones de neutralización que no son neutras?	Experiencias de cátedra con la participación de alumnos	El profesor plantea una serie de preguntas que lleve a los alumnos a plantear un plan de acción para diferenciar cuatro sustancias que no se encuentran etiquetadas. Los alumnos proponen y dos voluntarios llevan a cabo las actividades. El profesor guía la actividad y promueve actividades de reflexión y de análisis.	Contraste sus concepciones sobre las reacciones de neutralización y las reacciones ácido-base.	1/4	Sustancias y material de laboratorio.
10	Analicemos algunos casos	Pequeña investigación. Actividad de aplicación y evaluación	Actividades en el aula. Abrir un espacio para analizar casos particulares relacionados con algunas concepciones alternativas detectadas en las actividades previas y en la exploración diagnóstica, de tal manera que esta actividad sirva como una oportunidad para la contrastación de conocimientos.	Cuenta con un espacio para aplicar sus nuevos conocimientos evidenciando el distinto alcance explicativo de ambos modelos. Evalúe sus respuestas e identifique posibles concepciones alternativas expresadas en el cuestionario diagnóstico. Identifique y diferencie los planteamientos de cada marco teórico y los aplique para la evaluación de sus propias respuestas. Reflexione sobre la consistencia y poder explicativo de sus conocimientos previos, comparados con el marco teórico de los dos modelos ácido-base.	1	Gis/plumones, pizarrón/pintarrón.

11	¡Vamos al laboratorio!	Pequeña investigación actividad experimental	<p>Actividad en la que el alumno participa activamente a lo largo de todas las etapas: el diseño, el planteamiento de hipótesis, la puesta en marcha, la obtención de resultados, el análisis y la discusión son actividades que están a cargo de los estudiantes (trabajo previo, actividad 2).</p> <p>Adicionalmente se solicita la elaboración de un informe final de la actividad, en la que se incluya: la investigación previa, el diseño del experimento, los resultados obtenidos, el análisis de resultados, las conclusiones, los comentarios de cada integrante del equipo y sugerencias de trabajo o propuestas de modificación.</p> <p>El profesor guía el trabajo (previo y durante la sesión) en el laboratorio, así como la discusión, proporciona ejemplos de casos para su análisis.</p>	<p>Cuente con un espacio para someter a prueba sus hipótesis, corrobore la validez y alcance de sus conocimientos previos e identifique posibles concepciones alternativas.</p> <p>Participe activamente en el diseño de la actividad experimental a través de la investigación documental, la reflexión, la observación y el análisis de determinados fenómenos.</p> <p>Manipule materiales, equipo y sustancias químicas durante la realización de la actividad experimental.</p> <p>Trabaje colaborativamente con sus compañeros, los escuche, valore sus opiniones y comparta sus conocimientos con ellos.</p>	4 (para grupos numerosos)	<p>Propuesta metodológica desarrollada por los alumnos.</p> <p>Muestras de materiales: seleccionadas por cada equipo.</p> <p>Equipo básico de seguridad para realizar actividades en el laboratorio.</p> <p>Gis/plumones, pizarrón/pintarrón.</p> <p>Hojas para el informe.</p>
12	En esta esquina: Arrhenius y en esta otra, Brønsted-Lowry	Explicación y contrastación de modelos Actividad de síntesis y cierre. Complementa la actividad 5	<p>Actividad de cierre o recapitulación.</p> <p>Análisis comparativo en plenaria completando un cuadro con los planteamientos, alcances y limitaciones de cada modelo.</p> <p>Actividad de cierre en plenaria, recopilación de la información y comparación de cada marco teórico.</p>	<p>Sintetice la información más relevante de los dos modelos ácido-base y que pueda utilizarla para evaluar algunas respuestas tuyas y de sus compañeros que fueron planteadas durante la exploración diagnóstica, así como algunas explicaciones que aparecen en los libros de texto consultados.</p>	2	<p>Gis/plumones, pizarrón/pintarrón.</p> <p>Material de apoyo utilizado durante las sesiones anteriores (ver anexo de actividades y materiales).</p>
13	Y los libros, ¿qué dicen? y ¿cómo lo dicen?	Actividad de aplicación de información y evaluación.	<p>Análisis comparativo de las definiciones de algunos libros que los alumnos utilizan con más frecuencia (el profesor puede proporcionar algunos ejemplos).</p>	<p>Aplique sus conocimientos nuevos e identifique los conceptos, términos y modelo(s) que subyace(n) en cada definición.</p>	1	<p>Investigación previa de los alumnos y ejemplos</p>

			<p>Análisis grupal para la identificación de los planteamientos de cada modelo.</p>	<p>Reconozca el manejo conceptual consistente o inconsistente en las definiciones que presentan las fuentes de información consultadas (libros e internet).</p> <p>Reestructure las definiciones en las que se detecten inconsistencias conceptuales.</p> <p>Analice ejemplos de definiciones en las que se manejen modelos híbridos y reconozca el manejo conceptual inconsistente.</p> <p>Reestructure los enunciados tomando en cuenta los planteamientos de cada modelo.</p>		<p>específicos proporcionados por el profesor (ver anexo de actividades y materiales).</p> <p>Gis/plumones, pizarrón/pintarrón.</p>
14	Congreso de Expertos.	Pequeña investigación documental	<p>Presentación de los trabajos de investigación realizados por cada equipo.</p> <p>Vinculación con su entorno atendiendo los propios intereses de los alumnos.</p> <p>Ampliar su perspectiva de conocimiento con relación a la importancia de los ácidos y las bases en los fenómenos cotidianos.</p> <p>Nota: Esta actividad está proyectada como una oportunidad para que los alumnos apliquen parte de sus conocimientos teóricos nuevos (de los modelos de Brønsted-Lowry o de Arrhenius), sin embargo con el quinto grupo de trabajo con el que se probó la propuesta, no fue posible llegar hasta ese punto debido a las limitaciones de tiempo.</p>	<p>Se involucre en una actividad de investigación en donde se promueva el intercambio de ideas, escuche y valore las aportaciones de sus pares, reconozca la importancia del trabajo en equipo, se comprometa con la realización de una determinada tarea</p> <p>Vincule los conocimientos cotidianos con los saberes escolares y científicos y que ello le permita ampliar sus representaciones asociadas con la importancia y aplicación de los ácidos y las bases a su vida diaria.</p> <p>Comunique de forma oral y escrita los resultados de su investigación.</p>	2 Grupos numerosos, 3 sesiones.	<p>Auditorio o salón para exposiciones.</p> <p>Cartel de cada equipo y tríptico informativo.</p> <p>Opcional: cañón, computadora, proyector de acetatos.</p> <p>Urna para votaciones.</p>
15	Y los ganadores son...	Actividad de cierre y valoración del trabajo grupal.	<p>Los alumnos evalúan y seleccionan los mejores trabajos.</p> <p>Premiación de los trabajos ganadores.</p> <p>Reflexión por equipo y análisis grupal de</p>	<p>Valore su trabajo, el de su equipo y el del grupo.</p> <p>Reconozca el esfuerzo realizado por todos y opine sobre el resultado global del grupo.</p>	½	Ninguno.

			la experiencia de trabajo que vivieron.			
ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN						
16	Bitácora de clase	Actividad de evaluación y seguimiento del proceso enseñanza-aprendizaje.	<p>Desde la primera sesión se pide a los alumnos llevar una bitácora de clase en la que deben hacer los registros de cada sesión tomando en cuenta la guía (ver anexo).</p> <p>El profesor debe explicar al grupo cuál es el propósito de dicha actividad, y cuál es el beneficio de llevar una bitácora.</p> <p>Los registros en la bitácora se llevan a lo largo de todo el proceso de intervención en el aula.</p> <p>Cada sesión el profesor revisa las bitácoras de 5 a 10 voluntarios.</p> <p>El profesor toma en cuenta los comentarios de los alumnos que permitan mejorar la clase y el trabajo grupal.</p>	<p>Cuenta con un espacio para expresar sus inquietudes, dudas, emociones y sugerencias en torno a las actividades de aprendizaje que se realizan en cada sesión.</p> <p>Desarrolle el hábito de la escritura, la redacción, la síntesis y la recapitulación sobre todo lo ocurrido durante la sesión de trabajo en el aula.</p>	—	Una libreta que el alumno elige.
17	Evaluación continua	Actividad de evaluación y seguimiento	<p>Todas las actividades que conforman la propuesta didáctica se evalúan.</p> <p>Si el docente lo considera conveniente puede incorporar otras formas de evaluación.</p>	<p>Se espera:</p> <p>Dar seguimiento al desempeño y aprendizaje de los alumnos a lo largo del proceso de intervención en el aula.</p> <p>Reconocer y valorar cada una de las aportaciones y actividades realizadas por el estudiante como parte del proceso de aprendizaje.</p>	Tiempo extra clase para realizar la evaluación de cada actividad	
18	Evaluemos	Sesión de evaluación	<p>Ejercicio de evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autoevaluación 	<p>Reflexione sobre su propio desempeño</p> <p>Reconozca las situaciones que promueven o</p>	1	Formatos de evaluación.

			<ul style="list-style-type: none"> • Coevaluación • Del profesor <p>Se realiza en distintos momentos. Por ejemplo, la auto y coevaluación puede plantearse después del Congreso de Expertos.</p> <p>La evaluación del profesor puede realizarse en la penúltima sesión.</p> <p>Para el grupo 5 se tuvo que aplicar en dos sesiones contiguas debido a que disponíamos de poco tiempo.</p>	<p>las que dificultan el avance y la realización del trabajo de investigación en equipo para el Congreso de Expertos.</p> <p>Evalúe el desempeño de sus compañeros e identifique las fortalezas y debilidades del equipo.</p> <p>Plantee algunas sugerencias que pudieran ayudar a sus compañeros a mejorar su desempeño en equipo.</p> <p>Cuente con un espacio para expresar libremente su opinión sobre el trabajo realizado por el profesor y que estos comentarios sirvan para regular y mejorar el desempeño del docente.</p>		
19	Evaluación de cierre	Evaluación grupal en plenaria	Evaluación “sensorial” del bloque de actividades que conforman la propuesta didáctica.	Con esta actividad se busca que el estudiante cuente con un espacio para expresar su opinión sobre sus emociones, temores, intereses, estado de ánimo, aspectos positivos o negativos que pudieron haber favorecido o dificultado el aprendizaje durante el periodo de trabajo.	1	Hoja de papel

Capítulo 3

Metodología

METODOLOGÍA

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

El desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo en dos etapas principales: *la etapa de estructuración y la de aplicación* a través de la cuales se logró: conformar el instrumento de exploración conceptual y la estructuración de la propuesta didáctica.

La etapa de estructuración se realizó en varias fases, mismas que se llevaron a cabo durante los cuatro semestres que dura la maestría (de agosto de 2006 a Junio de 2008). A su vez, en cada fase se desarrollaron diversas actividades que finalmente permitieron conformar la propuesta didáctica que aquí se presenta.

Debido a una serie de circunstancias que quedaron fuera de nuestro control, se hizo necesario disponer de un semestre adicional para implementar la etapa de aplicación, misma que se realizó durante el periodo de agosto a diciembre de 2008.

En la siguiente sección nos disponemos a presentar una descripción general de las actividades que se desarrollaron durante cada etapa que permitan dar cuenta del proceso de transformación del trabajo realizado. En el anexo 2 se presentan una serie de documentos que permitan dar seguimiento a dicho proceso.

3.1.1. ETAPA DE ESTRUCTURACIÓN

El primer semestre (de agosto a diciembre de 2006) parte del tiempo se dedicó a realizar una revisión bibliográfica general que permitiera delimitar el tema disciplinar que se abordaría.

A mediados del segundo semestre (de febrero a junio de 2007) fue posible definir el tema y su alcance, por lo que se inició la investigación bibliográfica correspondiente que permitiera obtener información sobre: las concepciones alternativas relacionadas con el estudio de los ácidos y las bases; el diseño de instrumentos de exploración; las estrategias didácticas para trabajar el tema en el aula; aspectos pedagógicos relacionados con el aprendizaje y la enseñanza, etcétera. Posteriormente se hizo la revisión, análisis y selección de algunos materiales a partir de los cuales se fue estructurando tanto el instrumento de exploración como la propuesta didáctica.

A lo largo de este proceso se tuvo interacción permanente con docentes y alumnos porque consideramos que la opinión de ambos enriquecería considerablemente nuestro trabajo. Por ejemplo, una vez que se logró conformar la primera versión del cuestionario

de exploración, se pidió a un grupo de cinco docentes de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) su opinión, observaciones y sugerencias para ajustar dicho documento al nivel y a las características de la población estudiantil de la ENP, adicionalmente se realizó una prueba piloto con un grupo de diez alumnos con la intención de identificar posibles problemas de redacción que hicieran difícil la comprensión de las preguntas. Con la información recabada se hicieron los ajustes necesarios atendiendo a las recomendaciones tanto de profesores como de alumnos.

De manera simultánea, durante el segundo semestre, se llevó a cabo la primera intervención en el aula¹, la cual tuvo una duración de cuatro horas de trabajo directo con un grupo de 25 alumnos (*grupo 1*) del turno vespertino del plantel 4. Durante estas dos sesiones se realizó una práctica para la identificación de las características ácido-base de algunas sustancias de uso cotidiano y una sesión posterior para escuchar los comentarios de los estudiantes.

Durante el tercer semestre (de agosto a diciembre de 2007) buena parte del tiempo se dedicó a trabajar de forma simultánea con dos grupos (*grupos 2 y 3*) de sexto año del turno matutino de los planteles 5 y 2 para tomar a uno de ellos como grupo control y al otro como piloto. El tiempo de intervención en el aula fue de 12 y 18 horas respectivamente. Se inició el trabajo con ambos grupos y al cabo de algunas sesiones se hicieron evidentes las diferencias entre ambos grupos debido en buena medida a las distintas dinámicas y estrategias didácticas que cada profesor implementa al trabajar en el aula. Cabe mencionar que las actitudes de los alumnos de uno y otro grupo eran notoriamente diferentes, por lo que la comparación entre ambos grupos resultó ser totalmente inadecuada. No obstante esta situación, se decidió continuar y concluir con las actividades de trabajo programadas con cada grupo de estudiantes.

Debido a estas diferencias detectadas entre ambas poblaciones, se realizaron una serie de ajustes y adaptaciones tanto al instrumento de exploración como de la propuesta didáctica, situación que al final del periodo de intervención en el aula generó información que no permitía comparar los resultados entre uno y otro grupo, e incluso tampoco era posible analizarla al interior de cada grupo poblacional.

De acuerdo con el programa de actividades se tenía contemplado realizar una serie de entrevistas a una muestra de alumnos (10 % de la población) del grupo piloto, desafortunadamente al concluir el tiempo de intervención en el aula se perdió contacto con los estudiantes y no fue posible llevarlas a cabo antes del término del ciclo escolar, lo

¹ Con este término nos referimos de forma específica al tiempo de interacción directa con los alumnos.

único que se consiguió fue entrevistar a tres alumnos que ya se encontraban en su primer semestre de licenciatura.

La Práctica Docente III se llevó a cabo durante el cuarto semestre (de febrero a junio de 2008) y se trabajó con un grupo de sexto año del turno vespertino del plantel 4. El grupo (*grupo 4*) estaba formado solamente por 17 alumnos, situación que resultaba muy conveniente para realizar la aplicación de la propuesta. A decir de la profesora titular, los alumnos se habían mostrado apáticos, desmotivados, con una asistencia irregular, no cumplían con las actividades programadas y era notorio su manejo conceptual inadecuado de ciertos conocimientos básicos que se habían trabajado durante la primera etapa del ciclo escolar². No obstante esta situación, se puso en marcha el plan de trabajo y, aunque percibimos un ligero cambio de actitud en los muchachos, era notorio el gran esfuerzo que tenían que hacer para asistir, para participar y trabajar en casa y en el aula. En este caso, el periodo de intervención en el aula tuvo una duración de 18h; sin embargo el grado de avance fue muy limitado y no se pudo aplicar toda la propuesta.

Durante el periodo de intervención en el aula y como parte de las actividades extra aula, se entrevistó a cinco alumnos que representa el 29% de la población.

En cuanto a la aplicación de las tres etapas de exploración programadas sólo fue posible realizar dos porque el ciclo escolar estaba terminando y durante las siguientes tres semanas los alumnos estarían ocupados en la presentación de los exámenes finales y posteriormente resultaría imposible volver a establecer contacto con ellos.

Dadas las circunstancias se hizo necesario destinar tiempo adicional, durante un quinto semestre, para llevar a cabo la etapa de aplicación de la propuesta.

3.1.2. ETAPA DE APLICACIÓN

Durante el quinto semestre que corresponde al periodo de agosto a diciembre de 2008, se trabajó con un grupo de 65 alumnos del turno matutino inscritos en la asignatura de Química IV para el área II que se imparte en el sexto año del bachillerato en el plantel 2.

El grupo (*grupo 5*) estaba conformado por alumnos regulares (sin adeudo de materias) cuyas edades fluctuaban entre los 16 y los 18 años de edad. El promedio general del grupo en química, era de 8.4, situación que por principio resultaba muy favorable y prometedora para realizar la aplicación de la propuesta.

² Cabe aclarar que en ese momento los alumnos ya habían estudiado a los ácidos y a las bases en la primera parte del ciclo escolar anual en la asignatura de Química IV para el área II.

El trabajo que se realizó con este grupo tuvo una duración de 5 ½ semanas equivalentes a un tiempo de 22 horas de intervención en el aula, durante las cuales se aplicó la propuesta y las tres etapas de exploración, adicionalmente se entrevistó a una muestra de alumnos (figura 3. 1).

Cabe aclarar que inicialmente el grupo estaba constituido por un total de 65 alumnos; sin embargo, al hacer el análisis de las respuestas sólo se tomaron en cuenta los que habían contestado el cuestionario en las tres etapas de exploración, por lo que al final la población grupal quedó conformada por 45 estudiantes.



Figura 3. 1. Esquema general de trabajo con el grupo 5.

Con este grupo se aplicaron las tres etapas de exploración escritas utilizando para ello el mismo instrumento ajustado en su versión final, de tal manera que se pudiera hacer el análisis comparativo de las respuestas en los tres momentos de exploración que permitiera identificar el perfil general del grupo y el proceso de evolución individualizado de cada alumno.

Al inicio del trabajo con el grupo 5 se hizo una consulta para saber cuántas personas estarían dispuestas a participar en las entrevistas. Consideramos importante tomar en cuenta la opinión de los estudiantes porque a muchas personas no les agrada ser entrevistadas, esto lo detectamos durante el contacto que tuvimos con los grupos anteriores. De los alumnos que manifestaron su interés en participar en las entrevistas (22 aceptaron), se convocó a diez, de los cuales sólo fue posible entrevistar a cuatro personas (9% de la población).

La selección de los entrevistados se hizo tomando en cuenta:

- la tendencia contrastante de las respuestas de estos alumnos comparadas con las del resto del grupo
- el proceso de evolución de sus respuestas a través de los tres momentos de exploración

- el mejor manejo conceptual de los distintos conceptos y de
- la consolidación de esos conocimientos en el largo plazo (2 meses después de aplicada la propuesta didáctica)³

Con la realización de estas entrevistas se buscaba contar con un espacio de interacción más personal con los estudiantes que nos permitiera: conocer parte de sus antecedentes académicos, su afinidad por la asignatura, su dominio del tema, las ideas que subyacen a sus respuestas escritas y que en algunos casos se traducen en concepciones alternativas. También se buscaba profundizar y contrastar ciertos conceptos que quedaron plasmados en el documento escrito en los tres momentos de exploración, de tal manera que ello nos permita tener una idea más general de cómo es que los alumnos estructuran sus explicaciones y cómo emplean parte de su conocimiento.

En la sección de análisis de resultados se presentan los datos que ponen en evidencia el perfil general del grupo y de la muestra de alumnos entrevistados.

3.1.3. ESTRATEGIA PARA RECABAR INFORMACIÓN

El programa de actividades encaminado a recabar información contempló las modalidades escrita y oral a partir de las cuales fuera posible identificar:

- a. Los conocimientos previos y el dominio conceptual de los alumnos sobre los ácidos y las bases.
- b. El manejo conceptual y el grado de avance logrado por los estudiantes después del proceso de intervención en el aula (exploración a corto plazo).
- c. Posibles reestructuraciones conceptuales o nuevas construcciones.
- d. Persistencia del conocimiento recientemente reestructurado (en el largo plazo).
- e. Las ideas que subyacen a sus respuestas escritas (a través de la entrevista) que permitiera tener una noción de la forma en la que el alumno estructura sus explicaciones.

³ También se contactó a un pequeño grupo de alumnos cuyo grado de avance resultó más limitado en su momento aceptaron asistir a la entrevista, sin embargo, no acudieron y por ello no se logró concretar dichas entrevistas.

3.1.4. ETAPAS DE EXPLORACIÓN

Para dar seguimiento al proceso de aprendizaje de los estudiantes se estructuró el plan de exploración en tres momentos diferentes (tabla 3.1) con la intención de identificar:

En la primera etapa de exploración (previo al proceso de intervención en el aula)

- El nivel de conocimientos previos y dominio del tema.
- Posibles concepciones alternativas asociadas con los conceptos implicados en las preguntas.
- El predominio de los distintos referentes explicativos (fenomenológico, Arrhenius, Brønsted-Lowry y posiblemente otros) a los que suelen recurrir los estudiantes para definir o explicar procesos ácido-base.
- El grado de conocimiento y consistencia del marco teórico del modelo de Arrhenius.
- El grado de conocimiento del marco teórico del modelo de Brønsted-Lowry.
- El Manejo Conceptual Adecuado (MCA) de los conceptos correspondientes a los distintos marcos teóricos explicativos.

En la segunda etapa de exploración (a corto plazo), además de los aspectos citados anteriormente, también se buscaba reconocer:

- Algunos cambios de las respuestas de los alumnos en esta etapa comparados con los obtenidos en el momento de exploración inicial.
- Ciertos avances en el proceso de reestructuración de sus conocimientos previos.
- Mejor manejo conceptual del modelo de Arrhenius.
- Nuevas incorporaciones conceptuales a sus esquemas explicativos, derivados del marco teórico del modelo de Brønsted-Lowry.
- Manejo conceptual diferenciado y de mayor alcance en las explicaciones de tipo fenomenológico, así como de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry.

En la tercera etapa de exploración (a largo plazo), adicionalmente se buscaba identificar:

- La persistencia o no de los conocimientos.

- La posible reestructuración de sus conocimientos.
- La comprensión o no de los conceptos revisados durante el proceso de intervención en el aula.
- El comportamiento de la curva del olvido de los alumnos respecto al tema estudiado.

Tabla 3.1. Etapas de exploración.

Etapas	Momento de exploración	Modalidad de exploración
Primera	Previo al proceso de intervención.	Escrita
Segunda	Exploración a corto plazo (1 mes después) posterior al proceso de intervención en el aula.	Escrita
Tercera	Exploración a largo plazo (2 meses después) posterior al proceso de intervención en el aula.	Escrita
Cuarta	Entrevistas aplicadas a una muestra de la población (2 ½ meses después).	Oral

3.2. DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO DE EXPLORACIÓN PARA EVALUAR EL IMPACTO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

El instrumento de exploración utilizado en este estudio se estructuró tomando en cuenta algunas propuestas de los trabajos de investigación realizados por Paris (1989 a, b); Nakhleh (1993 y 1994a); Jiménez-Liso (2000 y 2000b); Jiménez-Liso y De Manuel (2002); Jiménez-Liso, De Manuel y Salinas (2002); Demerouti (2004); Furió-Más, Calatayud y Furió-Gómez (2005); Furió-Más, Furió-Gómez, Calatayud y Bárcenas (2005); Drechsler (2005 y 2007), el cual fue adaptado a la población estudiantil de la Escuela Nacional Preparatoria que cursan el sexto año de bachillerato para el área II⁴.

Inicialmente el documento constaba de 22 preguntas, mientras que el documento final quedó integrado por 12 preguntas de tipo abiertas y cerradas (en algunas se pide explicación) con las cuales se pretende explorar parte de los conocimientos previos de los alumnos, además de buscar identificar el manejo conceptual que el alumno tiene

⁴ Tanto el instrumento como la propuesta didáctica pueden utilizarse también con alumnos del área I (Ciencias físico-matemáticas y de las ingenierías).

sobre el tema. Cada pregunta tiene propósitos diferentes y un nivel de complejidad distinto, por ello se hizo necesario clasificarlas tomando en cuenta: *i)* el nivel de complejidad, *ii)* y el tipo de información que se obtiene a partir de las respuestas que proporciona el estudiante. A continuación se presenta la clasificación de las preguntas tomando en cuenta estos dos aspectos.

3.3. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LAS PREGUNTAS SEGÚN EL NIVEL DE COMPLEJIDAD

Al ser la asignatura de Química IV para el área II un curso de tipo propedéutico, se espera que el alumno logre profundizar en algunos temas fundamentales además de abordar otros de mayor complejidad; por lo que los estudiantes que ingresan al sexto año del bachillerato deben poseer un manejo conceptual adecuado de conocimientos mínimos básicos (base conceptual) los cuales son descritos a continuación:

- a) La materia y su estructura (en los niveles: macroscópico, sub-microscópico y simbólico)
- b) Vinculación de los tres niveles representacionales
- c) Manejo del lenguaje químico y la nomenclatura de las sustancias inorgánicas (nombres, fórmulas, símbolos, ecuaciones químicas⁵, etc.)
- d) Los modelos (atómicos, de enlace y ácido-base)
- e) Propiedades periódicas de los elementos
- f) Reacción química (cualitativa y cuantitativamente)

A partir de los cuales puedan construir, reconstruir, profundizar y consolidar sus conocimientos.

⁵ Se espera que el alumno tenga algunas nociones generales sobre el uso de la simbología para representar una ecuación química. Si bien el tema de equilibrio químico es reconocido como un tema importante para entender las reacciones químicas, también ha sido identificado como uno de los más complejos y difíciles de comprender incluso por estudiantes del nivel superior. En nuestro caso consideramos que en el quinto año de bachillerato el alumno empieza a familiarizarse con la simbología empleada para representar una ecuación química y es en ese momento que el docente puede hacer explícitas las diferencias entre los sistemas representacionales (uso de una o dos flechas) para escribir una ecuación química. Creemos que esta aclaración resulta pertinente y puede ayudar a los alumnos a reconocer las diferencias entre un tipo de expresión y otro.

Además de la base conceptual que los alumnos deben poseer para iniciar su curso de Química en el sexto año de bachillerato, para la clasificación de las preguntas (tabla 4.2) también se tomaron en cuenta aspectos como:

- ✓ El tipo de conocimiento que el alumno debe activar (cotidiano o disciplinar).
- ✓ Tipo de conceptos empleados (abstractos o concretos).
- ✓ El uso de distintos niveles representacionales (macroscópico, sub-microscópico o simbólico).
- ✓ La estructuración de sus explicaciones:
 - *Bajo*: establece relaciones sencillas.
 - *Medio*: explicaciones un poco más elaboradas (identifica la interacción entre algunas variables).
 - *Alto*: explicaciones más complejas (visualiza y comprende algunas variables que determinan el comportamiento del sistema).

En la tabla 3.2 se identifican los tres niveles de complejidad de las preguntas y se indican los recursos de los que debe echar mano el alumno para dar respuesta a cada pregunta.

Tabla 3.2. Identificación de los niveles de complejidad de las preguntas que conforman el instrumento de exploración escrita.

Nivel de complejidad	Para contestar a la pregunta el alumno debe:
Bajo	Usar su conocimiento cotidiano y establecer algunas relaciones sencillas con el conocimiento disciplinar. Usar conceptos concretos. Emplear descriptores fenomenológicos (nivel macroscópico). Identificar algunos sistemas de representación (nivel simbólico). No tiene que explicar o las explicaciones no son muy elaboradas.
Medio	Usar el conocimiento cotidiano y establecer algunas relaciones conceptuales más elaboradas con el conocimiento disciplinar que las del nivel anterior. Usar conceptos concretos y abstractos. Manejar distintos niveles representacionales (macroscópico, sub-microscópico y simbólico). La comprensión e incorporación de algunos elementos conceptuales nuevos a su lenguaje. Plantear explicaciones más elaboradas.

Alto	<p>Aplicar los conocimientos disciplinares y cotidianos.</p> <p>Establecer relaciones de mayor complejidad al vincular ambos tipos de conocimientos.</p> <p>Usar y comprender conceptos abstractos y concretos.</p> <p>Empleo de los tres niveles de representación alcanzando un mejor manejo conceptual.</p> <p>Estructuración de explicaciones más elaboradas y complejas.</p> <p>La comprensión e incorporación de nuevos elementos conceptuales, así como su uso en las respectivas explicaciones.</p> <p>Manejo conceptual integral que permita visualizar las interacciones entre las variables que determinan el comportamiento de un sistema.</p>
------	--

3.4. CLASIFICACIÓN DE LAS PREGUNTAS

Con el propósito de tener una idea más clara de las características de las preguntas que conforman el instrumento de exploración, incluimos en las tablas 3.3 y 3.4 elementos para: *i)* identificar el número de pregunta, *ii)* su clasificación según la categoría (*directa, indirecta y contextual*), *iii)* identificar el tipo de pregunta por la forma en la que está estructurada (*abierta o cerrada, con o sin explicación*), *iv)* identificar los propósitos generales de cada una, *v)* los aprendizajes esperados y *vi)* el nivel de complejidad (*bajo, medio o alto*). Antes de pasar a esas tablas de descripción general, presentamos los criterios de clasificación de acuerdo con la información que se puede obtener.

3.5. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS DE LAS PREGUNTAS

3.5.1. CLASIFICACIÓN CON BASE EN EL TIPO DE INFORMACIÓN OBTENIDA

Uno de los aspectos importantes a considerar para clasificar las preguntas del instrumento de exploración es el tipo de información que se puede obtener a partir de las respuestas de los estudiantes.

Debido a que cada una de las preguntas tiene propósitos distintos, hemos considerado pertinente clasificarlas de acuerdo con los siguientes criterios:

- Evidencia sobre el modelo que se emplea
- Manejo conceptual diferenciado
- Aplicación cotidiana

de los cuales se derivan tres categorías: directas, indirectas y contextuales (tabla 4.3) que utilizamos para clasificar las preguntas.

Tabla 3.3. Clasificación de las preguntas por el tipo de información que obtiene de las respuestas.

Categoría	Permiten	Número de pregunta
Directas	Evidenciar de forma <u>directa</u> el modelo o los modelos ⁶ que subyacen en las respuestas de los alumnos.	1, 7, 9, 12,
Indirectas	Evidenciar de forma <u>indirecta</u> el uso de términos o la aplicación de conceptos que corresponden a los distintos modelos ácido-base.	3, 5, 6, 8, 10, 11
Contextuales	Evidenciar el uso del conocimiento cotidiano y su vinculación con el conocimiento disciplinar. Identificar algunas concepciones alternativas relacionadas con los ácidos y las bases.	2, 4

Para llevar a cabo el análisis de las respuestas se consideraron ambas clasificaciones (nivel de complejidad y tipo de información que se obtiene) tomando éstas como referencia para explicar los resultados.

A continuación presentamos la tabla 4.4 en la que se integra la descripción de cada pregunta atendiendo a los distintos criterios de análisis que se han mencionado anteriormente. También incluimos los propósitos y los aprendizajes esperados de tal manera que ello permita tener una idea más adecuada de cada pregunta (el instrumento de exploración en su versión final se encuentra en el anexo 2).

⁶ Para las preguntas clasificadas en esta categoría hemos considerado tres tipos de descriptores: uno de ellos, que aunque propiamente no es considerado como “un modelo”, es la aproximación fenomenológica para la cual se suelen emplear descriptores basados en observaciones fenomenológicas (muy utilizados por alumnos, profesores y libros de texto), los correspondientes al modelo de Arrhenius y por último los del modelo de Brønsted-Lowry.

Tabla 3.4. Tabla resumen de la clasificación de las preguntas.

Pregunta	Categoría	Tipo	Propósito general	Aprendizajes esperados	Nivel de complejidad
1	Directa	Abierta	<p>Identificar el modelo o modelos ácido-base que subyacen en las respuestas de los alumnos a través del tipo de descriptores que utilizan.</p> <p>Reconocer la incorporación de nuevos términos o conceptos en las definiciones de los estudiantes.</p>	<p>Uso de un mayor número de descriptores para definir a los ácidos y a las bases.</p> <p>Diversificación del tipo de descriptores utilizados.</p> <p>Mejor manejo conceptual del modelo de Arrhenius.</p> <p>Incorporación de algunos descriptores del modelo de Brønsted-Lowry.</p> <p>Manejo conceptual adecuado (MCA)⁷ de los distintos modelos (descripción fenomenológica, modelo de Arrhenius, modelo de Brønsted-Lowry) para definir a los ácidos y a las bases.</p> <p>Reestructuración de algunas ideas relacionadas con los ácidos y las bases.</p>	Bajo
2	Contextual	Abierta	<p>Identificar parte del conocimiento implícito del alumno.</p> <p>Identificar posibles concepciones alternativas asociadas con el carácter ácido-base de distintos materiales de uso cotidiano.</p>	<p>Reconozca el carácter ácido-base de diversos materiales de uso cotidiano.</p> <p>Identificación de las características ácido-base de un mayor número de ejemplos.</p> <p>Reestructuración de algunas ideas relacionadas con el carácter ácido-base de algunos materiales de uso cotidiano.</p> <p>Mejor manejo conceptual de las características ácido-base de los ejemplos que presenta.</p>	Bajo

⁷ Ver nota en la siguiente sección de análisis y forma de evaluación de las respuestas.

Pregunta	Categoría	Tipo	Propósito general	Aprendizajes esperados	Nivel de complejidad
3	Indirecta	Cerrada de opción múltiple con explicación	<p>Evidenciar la importancia de la explicitación del nivel de representación en el planteamiento de las preguntas.</p> <p>Reconocer el MCA del nivel sub-microscópico para explicar el comportamiento anfotérico del agua.</p> <p>Evidenciar la posible comprensión del comportamiento anfotérico del agua y la incorporación a los esquemas explicativos de los estudiantes.</p>	<p>Tome en cuenta el uso de los distintos niveles de representación que se utilizan en química (macroscópico y sub-microscópico) para identificar las características ácido-base del agua.</p> <p>Comprenda el significado del concepto “anfótero” y lo incorpore a su lenguaje.</p> <p>Reconozca el carácter anfótero del agua.</p> <p>Entienda el significado y las implicaciones del comportamiento anfotérico del agua.</p> <p>Reestructuración de algunas ideas relacionadas con el comportamiento ácido-base del agua (en el nivel sub-microscópico).</p>	Medio
4	Contextual	Cerrada de opción múltiple con explicación	<p>Identificar posibles concepciones alternativas relacionadas con el carácter ácido-base de algunos materiales de uso cotidiano.</p> <p>Identificar algunos problemas asociados con el manejo de los conceptos de acidez y pH.</p> <p>Evidenciar el manejo conceptual adecuado para entender las implicaciones de la variación de ambos parámetros.</p> <p>Evidenciar la forma en la que los estudiantes comprenden la relación entre la variación de acidez y de pH.</p>	<p>Mejor manejo conceptual del carácter ácido-base de algunos materiales de uso cotidiano y de los conceptos de acidez y pH.</p> <p>Identifique el carácter ácido-base de diversos materiales de uso cotidiano.</p> <p>Logre una mejor comprensión del tipo de relación que existe entre estos dos parámetros.</p> <p>Reestructuración del conocimiento implícito del alumno relacionado con el grado de acidez o basicidad de algunos materiales o alimentos utilizados con frecuencia.</p>	Alto

Pregunta	Categoría	Tipo	Propósito general	Aprendizajes esperados	Nivel de complejidad
5	Indirecta	Abierta con explicación.	<p>Identificar la comprensión del comportamiento anfotérico de algunas sustancias.</p> <p>Evidenciar la incorporación de este nuevo concepto a su lenguaje.</p> <p>Promover el manejo conceptual adecuado en torno al comportamiento anfotérico de algunas sustancias.</p>	<p>Comprenda el significado del concepto “anfótero” y lo incorpore a su lenguaje.</p> <p>Identifique y recuerde algunas sustancias que se comportan como anfóteros y proporcione algunos ejemplos.</p> <p>Promover el manejo conceptual adecuado en torno al comportamiento anfotérico de algunas sustancias.</p>	Medio
6	Indirecta	Cerrada de opción múltiple con explicación.	<p>Evidenciar algunas concepciones relacionadas con las características ácido-base del amoníaco a partir de su fórmula química.</p> <p>Identificar el manejo conceptual y aplicación del nivel simbólico para expresar adecuadamente los pares conjugados involucrados en la ecuación química.</p> <p>Evidenciar el uso de la simbología que el modelo de Brønsted-Lowry propone para representar una ecuación ácido-base.</p> <p>Evidenciar la importancia que concede el alumno a la carga de las especies iónicas que conforman los pares conjugados.</p>	<p>Identifique las características básicas del amoníaco.</p> <p>Identifique y reconozca el carácter ácido-base del amoníaco y del ion amonio.</p> <p>Logre un manejo conceptual adecuado del nivel simbólico en la representación de las ecuaciones químicas y para expresar los pares conjugados ácido-base (acomodo de las especies químicas y asignación de las cargas de las especies iónicas) presentes en la ecuación.</p> <p>En su explicación tome en cuenta los planteamientos hechos por Brønsted-Lowry para explicar las reacciones ácido-base como son: el uso de la doble flecha que representa el equilibrio químico y la formación de los pares conjugado.</p> <p>Reconozca que el ion amonio es el ácido conjugado del amoníaco.</p>	Alto

Pregunta	Categoría	Tipo	Propósito general	Aprendizajes esperados	Nivel de complejidad
7	Directa	Cerrada con explicación.	Evidenciar el manejo conceptual de los planteamientos de cada modelo (Brønsted-Lowry y Arrhenius) a través de su justificación al explicitar su conocimiento sobre el fundamento teórico de las diferencias entre las dos ecuaciones generales.	<p>Identifique y reconozca las diferencias entre las dos ecuaciones generales que representan una reacción ácido-base según los modelos de Brønsted y Lowry y de Arrhenius.</p> <p>Mejor manejo conceptual en sus explicaciones de tal manera que tome en cuenta las principales diferencias entre ambas ecuaciones (uso del sistema de dos flechas y la formación de los pares conjugados para Brønsted y Lowry y la formación de agua y sal para el caso del modelo de Arrhenius).</p>	Bajo
8	Indirecta	Abierta	<p>Identificar las sustancias químicas ácido-base, que son más conocidas por los alumnos.</p> <p>Reconocer el MCA de las especies químicas que utilizan los estudiantes.</p> <p>Identificación del tipo de flechas utilizado en la ecuación química.</p> <p>Determinar el manejo conceptual adecuado para expresar la ecuación química (enfocado a las especies químicas planteadas en la ecuación).</p>	<p>Utilice una mayor variedad de ejemplos de ácidos y bases.</p> <p>Logre un mejor manejo conceptual de las especies químicas.</p> <p>Escriba la ecuación que representa la reacción química entre dichas especies.</p> <p>Incorpore en la ecuación la simbología del sistema de doble flecha propuesta por Brønsted-Lowry.</p>	Medio
9	Directa	Abierta con explicación	<p>Explicita las diferencias más importantes entre los dos modelos ácido-base.</p> <p>Tome en cuenta los planteamientos, alcances y limitaciones de cada modelo</p>	<p>Reconozca algunas diferencias entre los planteamientos del modelo de Brønsted-Lowry y el de Arrhenius.</p> <p>Reconozca algunos planteamientos, alcances y limitaciones de ambos modelos y contraste sus principales diferencias.</p> <p>Logre un mejor manejo del lenguaje sobre las principales diferencias entre ambos modelos.</p>	Alto

Pregunta	Categoría	Tipo	Propósito general	Aprendizajes esperados	Nivel de complejidad
10	Indirecta	Cerrada	<p>Identifique las especies químicas que pueden conformar un par conjugado ácido-base.</p> <p>Reconozca el carácter ácido-base de cada especie química.</p> <p>Logre un manejo conceptual adecuado del nivel representacional o simbólico para referirse a los pares conjugados ácido-base (tome en cuenta: el acomodo, el manejo de las especies químicas y la asignación de cargas a las especies iónicas).</p>	<p>Identifique y relacione adecuadamente las especies químicas que pueden conformar un par conjugado ácido-base.</p> <p>Reconozca el carácter ácido-base de cada especie química.</p> <p>Logre un manejo conceptual más adecuado del nivel simbólico (acomodo de las especies químicas, el manejo de las especies químicas y la asignación de las cargas de las especies iónicas) al escribir los posibles pares conjugados ácido-base.</p>	Alto
11	Indirecta	Cerrada de opción múltiple con explicación	<p>Evidenciar las ideas del alumno respecto a las reacciones ácido-base.</p> <p>Identificar la importancia que el alumno concede a la fuerza de las especies químicas durante una reacción ácido-base.</p> <p>Identificar posibles concepciones alternativas relacionadas con este tipo de reacciones.</p>	<p>Reconozca que las reacciones ácido-base no necesariamente son reacciones de neutralización.</p> <p>Reconozca la fuerza de las especies químicas como un factor importante a considerar en una reacción ácido-base.</p> <p>Identifique que las reacciones de neutralización son un caso particular de las reacciones ácido-base.</p> <p>Reestructure parte de sus ideas relacionadas con las reacciones ácido-base.</p>	Alto
12	Directa	Abierta	<p>Evidenciar el grado de comprensión alcanzado por los alumnos respecto a las principales diferencias que reconocen como importantes entre ambos modelos.</p> <p>Identificar los aspectos que son más relevantes para los alumnos al comparar los planteamientos, alcances y limitaciones de cada modelo.</p>	<p>Reconozca algunas de las diferencias más importantes (relacionadas con los alcances, las limitaciones o el potencial explicativo) de cada uno de los modelos.</p>	Medio

3.6. ANÁLISIS Y FORMA DE EVALUACIÓN DE LAS RESPUESTAS

En la siguiente sección se describe cómo fueron evaluadas las respuestas de los alumnos.

Para realizar dicha evaluación se tomaron en cuenta las categorías de análisis (ver tabla 3.3) empleadas para determinar el tipo de información relacionada con cada pregunta y en la sección correspondiente (para cada pregunta) se incluye una tabla que agrupa los posibles descriptores o aspectos que pudieran haber sido expresados por los alumnos⁸.

Para evaluar algunas de las respuestas proporcionadas por los alumnos, se empleó la categoría que denominamos Manejo Conceptual Adecuado (MCA). Todas aquellas respuestas que fueron incluidas en esta clasificación, presentan una o varias de las siguientes características:

- Se percibe cierta claridad en el manejo de los conceptos que son incluidos en la respuesta
- Hay un manejo conceptual consistente con los planteamientos de cada modelo
- No hay superposición conceptual de uno y otro modelo.
- No son evidentes o no se detectan concepciones alternativas a partir de la respuesta que proporciona el alumno.

Con el propósito de facilitar el análisis de las respuestas de los alumnos, por cierto muchas de ellas difíciles de clasificar, se decidió hacer uso de esta categoría y todas aquellas respuestas que no cumplieron con estos cuatro puntos fueron consideradas como conceptualmente inadecuadas (MCI).

3.6.1. PREGUNTAS DIRECTAS

Pregunta 1. Escribe un enunciado en el que incluyas un mínimo de cinco términos que te permitan estructurar tu propia definición para los “ácidos” y otros cinco para las “bases”.

Observaciones: Dada la diversidad de términos que los alumnos suelen emplear para estructurar su propia definición para los ácidos y las bases, se hizo necesario construir categorías de análisis (tabla pregunta 1) que permitieran identificar los modelos ácidos-base a través de los descriptores que utilizan para definir ambos conceptos.

⁸ Los descriptores que se tomaron en cuenta para evaluar las respuestas de los alumnos surgieron del marco teórico de ambos modelos (ver anexo 1).

Tabla 3.5 [1]. Clasificación de los descriptores utilizados para definir a los ácidos y a las bases.

Tipo de descriptores	Descriptores empleados
Fenomenológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Define en términos del pH. • Refiere cambios de color de los indicadores ácido-base. • Menciona las propiedades físicas. • Refiere cambios observables durante las reacciones químicas.
Correspondientes al modelo de Arrhenius	<ul style="list-style-type: none"> • Emplea el término “sustancia”. • Asume que el comportamiento ácido-base está determinado por la presencia de hidrógeno o del radical oxhidrilo en la fórmula química de la sustancia. • Considera que las reacciones ácido-base se llevan a cabo en disolución acuosa y que en ese medio se liberan iones hidronio (H^+) o iones oxhidrilo (OH^-). • Considera que la partícula que se intercambia en la reacción de neutralización es el ion hidronio (H^+). • Asume que todas las reacciones ácido-base son reacciones de neutralización. • Considera que los productos de una reacción de neutralización siempre son agua y sal. • Reconoce que el modelo de Arrhenius plantea explicaciones desde el nivel macroscópico, sub-microscópico y simbólico.
Correspondientes al modelo de Brønsted-Lowry	<ul style="list-style-type: none"> • Emplea los términos “partículas” o “especies químicas”. • Reconoce que no todas las especies químicas que tienen hidrógeno en su fórmula se comportan como ácidos. • Las reacciones ácido-base son reacciones de transferencia protónica (H_3O^+). • Durante la reacción entre un ácido y una base, los productos que se obtienen son los respectivos pares conjugados ácido-base. • Considera que las reacciones ácido-base no necesariamente son reacciones de neutralización. • Asume que la fuerza de las especies químicas es una propiedad relativa. • Reconoce que el modelo de Brønsted-Lowry plantea explicaciones desde el nivel sub-microscópico y utiliza el nivel simbólico.

Evaluación de la respuesta

Para evaluar la respuesta se tomaron en cuenta:

- El número total de descriptores utilizados.
- El manejo conceptual adecuado de cada descriptor.
- El tipo de descriptores que utiliza y a partir de ellos determinar el modelo ácido-base que predomina en sus definiciones.

Pregunta 7. De las dos ecuaciones químicas generales que se muestran, indica a qué modelo corresponde cada una. Explica tu respuesta.

$\text{Acido}_1 + \text{Base}_2 \rightleftharpoons \text{Base}_1 + \text{Ácido}_2$	$\text{Ácido} + \text{Base} \rightarrow \text{Sal} + \text{Agua}$
Modelo de: _____	Modelo de: _____

Tabla 3.6. [7]. Aspectos a considerar para la evaluación de las respuestas.

Modelo	Aspectos importantes para diferenciar ambas expresiones
Modelo de Arrhenius	<ul style="list-style-type: none"> Identifica la formación de agua y sal. Reconoce el uso de una flecha que representa la unidireccionalidad de la reacción.
Modelo de Brønsted-Lowry	<ul style="list-style-type: none"> Identifica la formación de los respectivos pares conjugados ácido-base. Reconoce el uso del sistema de doble flecha que indican bidireccionalidad⁹ de la reacción y que implican un sistema en equilibrio.

Evaluación de la respuesta

Para evaluar la respuesta se tomaron en cuenta:

- La identificación y diferenciación de la ecuación general que representa los planteamientos de cada modelo
- En su explicación logre un manejo conceptual adecuado y explicita las diferencias entre ambas ecuaciones.
- El número de diferencias que identifica.

⁹ Asumimos que el alumno es capaz de reconocer la simbología empleada para representar el equilibrio químico.

Pregunta 9. Escribe cinco aspectos fundamentales que permitan diferenciar el modelo de Arrhenius del de Brønsted-Lowry.

Tabla 3.7. [9]. Aspectos a considerar para la evaluación de las respuestas.

Modelo	Descriptorios empleados
<p>Modelo de Arrhenius</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explicaciones ubicadas en los niveles: macroscópico, sub-microscópico y simbólico. • Emplea el término “sustancia”. • El medio de reacción es acuoso. • En disolución acuosa todos los ácidos liberan iones H^+. • En disolución acuosa todas las bases liberan iones OH^-. • La reacción entre un ácido y una base son reacciones de neutralización. • Los productos de una reacción de neutralización siempre son agua y sal. • Un ácido es aquella sustancia que contiene hidrógeno en su fórmula y que en disolución acuosa se ioniza para producir iones hidrógeno (H^+). • Una base es una sustancia que contiene el grupo hidroxilo (OH^-) y en medio acuoso se ioniza y libera iones OH^-. • La fuerza de las sustancias es una propiedad absoluta. • El comportamiento anfótero sólo lo presentan algunas sustancias (propiedad específica). • Los ácidos polipróticos liberan sus iones H^+ en una sola etapa de disociación. • El agua es el medio de reacción en el que se liberan los iones H^+. • No explica adecuadamente el carácter ácido-base de sustancias como: NH_3, $NaHCO_3$, Na_2CO_3, MgO, CaO.
<p>Modelo de Brønsted-Lowry</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explicaciones estructuradas tomando en cuenta el nivel sub-microscópico y simbólico. • Emplea los términos “partículas” (iones, moléculas) o “especies químicas”. • El medio de reacción no se limita al acuoso (puede ser gaseoso, sólido o no acuoso). • Los ácidos no necesariamente tienen hidrógeno en su fórmula química, ni las bases grupos oxhidrilo. • Los ácidos son donadores de protones o iones hidronio (H_3O^+). • Las bases sonceptoras de protones o iones hidronio (H_3O^+). • La reacción entre un ácido y una base da lugar a la formación de los respectivos pares conjugados de los reactivos.

	<ul style="list-style-type: none">• Especies ácidas: son aquellas entidades elementales, iones o moléculas, capaces de ceder protones (H_3O^+).• Especies básicas: aquellas entidades elementales capaces de aceptar los protones cedidos por las especies ácidas.• Las reacciones son concebidas como transferencias protónicas.• La fuerza de las sustancias es una propiedad relativa.• El comportamiento anfótero es una propiedad general de las sustancias (excepto las especies fuertes).• Los ácidos polipróticos liberan sus iones hidronio en etapas sucesivas de ionización.• En las reacciones ácido-base el agua puede ser el medio de reacción, aunque también puede participar como reactivo.• Explica adecuadamente el carácter ácido-base de sustancias como: NH_3, NaHCO_3, Na_2CO_3, MgO, CaO.• No explica adecuadamente las reacciones entre óxidos sometidos a elevadas temperaturas (que se llevan a cabo en la producción de vidrio y cemento) ni la formación de compuestos de coordinación.
--	--

Para evaluar la respuesta se tomaron en cuenta:

- a) El número total de descriptores utilizados.
- b) El manejo conceptual adecuado de cada descriptor.

Nota: Cuando el alumno superpone los descriptores de un modelo y otro sin percatarse de ello, se considera que el manejo conceptual es inadecuado.

Pregunta 12. Si comparas el marco teórico de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry, ¿qué podrías decir de uno con respecto al otro?

Se busca que el alumno contraste el marco teórico de ambos modelos y considere las diferencias sobre su alcance, su potencial explicativo, la especificidad y las limitaciones para explicar los fenómenos ácido-base.

Tabla 3.8.[12]. Aspectos a considerar para la evaluación de las respuestas.

Modelo	Tipo de descriptores utilizados
Modelo de Arrhenius	<ul style="list-style-type: none"> • Reconoce el modelo como una primera aproximación valiosa para acercarse al estudio de los ácidos y las bases. • Reconoce parte de los alcances y limitaciones del modelo. • Su limitado potencial explicativo.
Modelo de Brønsted-Lowry	<ul style="list-style-type: none"> • Reconoce el valor del modelo debido a su mayor alcance explicativo. • Reconoce un mayor potencial explicativo. • Reconoce una mayor especificidad conceptual. • Reconoce parte de sus alcances y limitaciones.
Contrastación entre ambos modelos	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica algunas diferencias fundamentales entre ambos modelos. • Contrasta ambos modelos. • Menciona algunos descriptores característicos de cada modelo (parte de los que se presentan en la tabla de la pregunta 9).

Evaluación de la respuesta

Para evaluar la respuesta se tomaron en cuenta:

- a) El número total de descriptores utilizados.
- b) El manejo conceptual adecuado de cada descriptor.
- c) Tipo de descriptores más utilizados

3.6.2. PREGUNTAS INDIRECTAS

El propósito de este tipo de preguntas es evidenciar el uso de términos o la aplicación de conceptos que corresponden a los distintos modelos ácido-base, por lo que cada respuesta se analiza tomando en cuenta el marco teórico de ambos modelos. Cabe aclarar que algunas preguntas por la forma en la que han sido planteadas y por el tipo de conceptos que se manejan, sólo corresponden a uno de los dos modelos, el de Brønsted-Lowry.

Pregunta 3. Identifica las características ácido-base del agua desde dos niveles representacionales distintos (el macroscópico y el sub-microscópico). Explica tu respuesta.

Tabla 3.9. [3]. Aspectos a considerar para la evaluación de las respuestas.

Nivel representacional	Descriptor	Posible explicación
Macroscópico (Arrhenius)	Sustancia neutra.	Es neutra porque se forma a partir de la reacción entre los iones $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ El agua es neutra y su pH es 7.0
Sub-microscópico (Brønsted-Lowry)	Especie química que se comporta como anfótera por lo que su comportamiento como ácido o como base dependerá de la especie química con la que reaccione.	Al reaccionar consigo misma, por el proceso de autoionización que experimenta: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$ Puede comportarse como base: $\text{HA}(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{A}^-(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$ actuando como aceptor de protones, aunque también puede comportarse como ácido: $\text{B}(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac}) \rightleftharpoons \text{BH}^+(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ y actuar como donador protónico Al reaccionar con otras sustancias el agua puede comportarse como ácido o como base dependiendo de la especie química con la que reaccione.

En la tabla de la pregunta 3 se incluyen los posible argumentos para contestarla.

Para evaluar la respuesta se tomaron en cuenta:

- La identificación del carácter neutro del agua analizada desde el nivel macroscópico
- Reconocimiento del comportamiento anfotérico del agua (nivel sub-microscópico)
- Manejo conceptual adecuado en la estructuración de la explicación.

Pregunta 5. Escribe dos ejemplos de sustancias anfóteras y explica claramente por qué consideras que se comportan de esta forma.

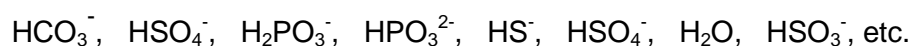
Se analiza el tipo de ejemplos que escribe y para evaluar la respuesta como conceptualmente adecuada se considera la explicación y la consistencia de la misma.

Tabla 3. 10. [5]. Aspectos a considerar para la evaluación de las respuestas.

Posibles casos	Evaluación de la ejemplificación	Evaluación de la explicación	Evaluación global de la respuesta
Ejemplificación adecuada con explicación correcta	Ejemplificación adecuada	MCA	MCA
Ejemplificación adecuada con explicación no adecuada	Ejemplificación adecuada	MCI	MCI
Ejemplificación no adecuada con explicación correcta	Ejemplificación inadecuada	MCA	MCI
Ejemplificación no adecuada con explicación no adecuada.	Ejemplificación inadecuada	MCI	MCI

Posibles ejemplos

Entre los posibles ejemplos que los alumnos pueden proporcionar (debido a que fueron los casos que se emplearon como ejemplo durante el proceso de intervención en el aula) se encuentran los siguientes:



Posible explicación

En su explicación se hace evidente

- La noción de par conjugado
- Plantea que ceder o aceptar protones (H_3O^+)

- Argumenta sobre la dependencia del comportamiento en función de la especie química frente a la que se encuentre reaccionando.

Al incluir en su explicación alguno de estos argumentos se podría inferir que su explicación se relaciona con el modelo de Brønsted-Lowry ya que a partir de este modelo fue posible explicar con mayor detalle el comportamiento de las sustancias anfóteras.

Para evaluar la respuesta se tomaron en cuenta:

- a) El número total de descriptores utilizados.
- b) El manejo conceptual adecuado de cada ejemplo.

Pregunta 6. Esta pregunta está integrada por varios incisos, mismos que se analizan de forma separada ya que se pide al alumno que:

1. Identifique las características ácido-base del amoniacio¹⁰.
2. Identifique la ecuación que representa la reacción del amoniacio con el agua y explique su respuesta.
3. Reescriba la ecuación, identifique los pares conjugados ácido-base presentes en la reacción y los rescriba.

Tabla 3. 11. [6]. Aspectos a considerar para la evaluación de las respuestas.

Sección de la pregunta	Aspectos que se toman en cuenta para evaluar la respuesta
1. Identifica las características ácido-base del amoniacio.	Identificación del carácter básico del amoniacio.
2. Identifica la ecuación que representa la reacción del amoniacio con el agua. Explicación de su respuesta.	a) Identificación de la ecuación. b) Argumentos que utiliza en su explicación: <ul style="list-style-type: none"> • Menciona que el ion amonio es el correspondiente par conjugado del amoniacio.

¹⁰ Se eligió el caso del amoniacio por varias razones: porque desde el marco teórico de Brønsted-Lowry se explica adecuadamente su comportamiento básico, mientras que el modelo de Arrhenius no lo explica de manera satisfactoria; y por el tipo de concepciones asociadas con su fórmula química. Muchos alumnos asumen que "si una sustancia posee hidrógeno en su fórmula, entonces se comportará como un ácido".

<p><i>Nota:</i> debido a que desde el modelo de Brønsted-Lowry es posible explicar de forma adecuada el comportamiento básico del amoníaco, los posibles argumentos que consideramos como conceptualmente adecuados se ubican en dicho modelo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Al ser el amoníaco una base, el agua se comporta como un ácido. • Explica que el amoníaco acepta el protón que libera el agua y se convierte en el ión amonio. • El agua cede un protón y se convierte en ion oxhidrilo.
<p>3. Reescribe la ecuación e identifica los pares conjugados ácido-base presentes en la reacción.</p>	<p>a) Identificación de los pares conjugados ácido-base.</p> <p>b) Manejo conceptual adecuado al escribir los pares conjugados (se toman en cuenta: el acomodo y la asignación de cargas a las especies iónicas).</p>

Pregunta 8. Escribe el nombre y fórmula de dos especies químicas (un ácido y una base), así como la ecuación que represente la reacción química que se puede llevar a cabo.

El análisis de esta pregunta se lleva a cabo en varias etapas:

- a) Ejemplificación del ácido
- b) Ejemplificación de la base
- c) Identificación del tipo de flechas utilizado en la ecuación química
- d) Planteamiento de los productos de la reacción ácido-base

En cada caso se toman en cuenta: la identificación adecuada del carácter ácido o básico de los ejemplos que proporcione el alumno y el MCA de la nomenclatura (nombre y fórmula) de las distintas especies químicas. Estos mismos aspectos se consideran para evaluar las respuestas en torno a los productos que se obtienen de la reacción.

Dado que se trata de una pregunta abierta en donde se busca que el estudiante proporcione los ejemplos, en esta sección no se incluirá un cuadro con las posibles respuestas. En la sección de presentación y análisis de resultados se hará la presentación que permita dar cuenta de la variedad y del tipo de ejemplos que proporcionan los alumnos.

Para evaluar la respuesta se consideraron:

- Los ejemplos de ácidos y bases que los alumnos citan con más frecuencia.
- El manejo conceptual adecuado en la escritura del nombre y fórmula de las especies químicas (tanto del ácido como de la base).
- El uso del sistema de flechas que utiliza en la expresión de la ecuación química.
- Manejo conceptual adecuado para expresar la ecuación química (enfocado a las especies químicas planteadas en la ecuación).

Pregunta 10. Se pide que identifique las posibles especies químicas que pudieran conformar los respectivos pares conjugados y exprese los respectivos pares conjugados (tabla 3.12[10]).

Para evaluar la respuesta se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- El número máximo de pares conjugados que identifica.
- Selección adecuada de las especies químicas para conformar cada par conjugado.
- El manejo conceptual adecuado para expresar dichos pares (se consideran: el acomodo, la estructura de las especies químicas y la asignación de carga a las especies iónicas).

Tabla 3. 12. [10]. Aspectos a considerar para la evaluación de las respuestas.

Número de pares conjugados	Respuestas												
6 pares	<p><i>Los pares conjugados que se pueden conformar con las especies químicas que se proporcionan son:</i></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">NH_4^+</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">H_3O^+</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">H_3PO_3</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">HSO_4^-</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">HS^-</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">HCl</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NH_3</td> <td style="text-align: center;">H_2O</td> <td style="text-align: center;">H_2PO_3^-</td> <td style="text-align: center;">SO_4^{2-}</td> <td style="text-align: center;">S^{2-}</td> <td style="text-align: center;">Cl^-</td> </tr> </table>	NH_4^+	H_3O^+	H_3PO_3	HSO_4^-	HS^-	HCl	NH_3	H_2O	H_2PO_3^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	Cl^-
NH_4^+	H_3O^+	H_3PO_3	HSO_4^-	HS^-	HCl								
NH_3	H_2O	H_2PO_3^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	Cl^-								

Observaciones: Se ha prestado especial atención a la forma en la que el alumno plantea los pares conjugados de tal manera que ello nos permita evidenciar los aspectos que el docente debe considerar cuando aborde el tema en clase para evitar un manejo conceptual no adecuado del tema por parte de los estudiantes.

Pregunta 11. Se plantea el caso de una reacción ácido-base en donde se tienen cantidades equimolares de cada especie química y se pide identificar las características de la disolución resultante.

Tabla 3. 13. [11]. Aspectos a considerar para la evaluación de las respuestas.

Modelo que utiliza	Respuesta	Argumentos que puede plantear en su explicación
Arrhenius	Neutra	<ul style="list-style-type: none"> • Si no hace ninguna aclaración sobre las características de las sustancias que participan en la reacción. • Plantea que es neutra y los productos que se obtienen son sal y agua. • Menciona que se trata de una reacción de neutralización sin hacer ninguna aclaración adicional. • Afirma que es una reacción de neutralización y que su pH será neutro (pH=7).
Brønsted-Lowry	Depende	<ul style="list-style-type: none"> • Hace alguna aclaración sobre la fuerza de las especies químicas que reaccionan. • Si plantea que será neutra e incluye en su justificación alguna aclaración sobre la fuerza de las especies químicas. • Si reconoce que no todas las reacciones ácido-base necesariamente implican la neutralización. • Que la neutralización es un caso especial de las reacciones ácido-base.

Para evaluar la respuesta se tomaron en cuenta:

- La opción seleccionada
- La explicación en la que incluya alguno de los argumentos presentados en la tabla de la pregunta 11.
- Manejo conceptual adecuado de los argumentos que presenta.

Observaciones: Adicionalmente se identificaron los factores que los alumnos consideran importantes y que desde su punto de vista determinan las características de los productos de una reacción ácido-base.

3.6.3. PREGUNTAS CONTEXTUALES

El propósito de estas preguntas está centrado en evidenciar el uso del conocimiento cotidiano y su vinculación con el conocimiento disciplinar e identificar algunas concepciones alternativas relacionadas con los ácidos y las bases.

Pregunta 2. Escribe cuatro ejemplos de materiales de uso cotidiano (dos ácidos y dos bases).

Para evaluar la respuesta se tomaron en cuenta:

- El número de ejemplos que proporciona.
- El manejo conceptual adecuado de cada ejemplo.
- El tipo de ejemplos que se presentan con mayor frecuencia.
- Las posibles concepciones alternativas.

Pregunta 4. Esta pregunta fue estructurada en varios incisos, por lo que se hace necesario analizarla de forma separada.

Tabla 3.14. [4]. Aspectos a considerar para la evaluación de las respuestas.

Pregunta	Respuesta	Para la evaluación de las respuestas se tomaron en cuenta:
a) Se tiene una disolución de vinagre y se quiere aumentar el pH, ¿qué sustancia se podría adicionar? Se pide explicación.	Respuesta: Bicarbonato Explicación: <ul style="list-style-type: none"> Identificación de las características básicas del bicarbonato Cuando se adiciona una base el pH tiende a aumentar. 	a) La selección de la respuesta correcta. b) La explicación y el manejo conceptual adecuado en su explicación.
<u>Posibles respuestas</u> <ol style="list-style-type: none"> Bicarbonato Jugo de limón Sal Aspirina 		
b) La leche es un	Respuesta: Ácidas	a) Identificación del

<p>alimento que tiene: características:</p> <ol style="list-style-type: none"> <i>i.</i> ácidas <i>ii.</i> básicas <i>iii.</i> neutras <p>Si se quiere disminuir su pH se debe adicionar:</p> <ol style="list-style-type: none"> <i>i.</i> una base <i>ii.</i> un anfótero <i>iii.</i> un ácido <p>Si la acidez de la leche disminuye, eso se debe a que hay: _____</p> <ol style="list-style-type: none"> <i>i.</i> menos base <i>ii.</i> más ácido <i>iii.</i> un amortiguador <i>iv.</i> más base <i>v.</i> un anfótero <i>vi.</i> menos ácido 	<p>Respuesta: Un ácido</p> <p>Respuesta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menor cantidad de ácido. • Hay más base 	<p>carácter ácido de la leche.</p> <p>b) La comprensión y el manejo conceptual adecuado de los conceptos de acidez y pH, así como las implicaciones de la variación de ambos parámetros.</p>
<p>c) Si se tiene jugo de limón y si se quiere aumentar su acidez se tendrá que adicionar:</p> <ol style="list-style-type: none"> <i>i.</i> una base <i>ii.</i> un anfótero <i>iii.</i> un ácido <i>iv.</i> un amortiguador <p>Con lo cual su pH: _____</p> <ol style="list-style-type: none"> <i>i.</i> Aumenta <i>ii.</i> Disminuye <i>iii.</i> No cambia 	<p>Respuesta: Un ácido</p> <p>Respuesta: Disminuye</p>	<p>a) La selección de la respuesta correcta.</p> <p>b) La comprensión y el manejo conceptual adecuado de los conceptos de acidez y pH, así como las implicaciones de la variación de ambos parámetros.</p>

Capítulo 4

Presentación y análisis de resultados

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. INTRODUCCIÓN A LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se hace la presentación y el análisis de los resultados generados durante las tres etapas de exploración (primera parte) y los que corresponden a las evidencias del proceso de intervención en el aula (segunda parte) en donde se aplicó la propuesta didáctica diseñada para abordar el estudio de los ácidos y las bases.

Antes de iniciar con dicha presentación consideramos conveniente hacer una serie de aclaraciones que faciliten la revisión del presente capítulo.

Partimos de un breve recordatorio sobre la clasificación de las preguntas que conforman el instrumento de evaluación, también presentamos la relación de aspectos (generales y específicos) que se analizan en cada una de las tres categorías de análisis en las que se agruparon las doce preguntas, posteriormente se hacen algunas aclaraciones sobre los dos tipos de análisis que se realizaron y la información que se generó de cada uno y finalmente se explica el sistema de notación empleado para identificar tanto las tablas de datos como las gráficas que se incluyen a lo largo del capítulo.

Por último queremos aclarar que al final del análisis de cada bloque de preguntas se presenta una síntesis en donde se incluyen los aspectos más relevantes que permitan al lector tener un panorama general de esos resultados.

4.1.1. CLASIFICACIÓN DE LAS PREGUNTAS Y ASPECTOS QUE SE ANALIZAN

Las doce preguntas del cuestionario se agruparon en tres categorías que identificamos como: preguntas directas, indirectas y contextuales.

Hemos clasificado los aspectos que se evalúan en las respuestas de los alumnos en dos clases: los aspectos generales y los específicos. Los primeros son comunes a las tres categorías de preguntas, mientras que los específicos son diferentes para cada una (ver tabla 5.1).

Con los aspectos generales se busca identificar el porcentaje de alumnos que contestan las preguntas; el manejo conceptual adecuado (MCA)¹ comparado con el manejo conceptual inadecuado (MCI) de los ejemplos o conceptos que emplea el estudiante; el planteamiento de respuestas más adecuadas, extensas, completas y complejas y el MCA de los conocimientos antecedentes fundamentales. En algunos casos también se comparan las respuestas globales contra las respuestas en las que hay un MCA.

Tabla 4. 1. Aspectos que se analizan en cada categoría.

Categoría	Aspectos generales	Aspectos específicos
Directas	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de alumnos que responden las preguntas. • Promedio de descriptores utilizados por los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo implícito y explícito de distintos modelos ácido-base. • Identificación del perfil de los modelos ácido-base a los que recurren los estudiantes. • Incorporación de elementos conceptuales del modelo de Brønsted-Lowry en sus respuestas.
Indirectas	<ul style="list-style-type: none"> • MCA y MCI. • Respuestas más adecuadas, extensas, completas y complejas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo conceptual diferenciado de los dos modelos ácido-base. • Uso diferenciado y aplicación de elementos conceptuales de ambos modelos.
Contextuales	<ul style="list-style-type: none"> • MCA de los conocimientos antecedentes fundamentales. • Respuesta global vs respuestas en las que hay un MCA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad para citar ejemplos e identificar adecuadamente sus características ácido-base. • MCA de los ejemplos citados.

En cuanto a los aspectos específicos que se analizan para cada categoría tenemos que con las preguntas directas (1, 7, 9 y 12) se pretende identificar los modelos ácido-base que implícita y explícitamente utilizan los alumnos; evidenciar la identificación y diferenciación de los planteamientos de los dos modelos y, posterior a la intervención en el aula, evidenciar la incorporación de los conceptos de Brønsted-Lowry en las respuestas y explicaciones de los estudiantes.

Con las preguntas indirectas (3, 5, 6, 8, 10 y 11) se busca evidenciar el manejo conceptual diferenciado de los dos modelos ácido-base; el uso y aplicación adecuada de los conceptos de cada modelo, así como el reconocimiento de algunas relaciones conceptuales específicas. Por último, con las preguntas contextuales (2 y 4) se pretende

¹ Para evaluar las respuestas de los alumnos y determinar si su manejo conceptual es adecuado o inadecuado se tomó en cuenta el marco teórico presentado en el primer capítulo y la información que se incluye en el anexo 1.

reconocer la facilidad que tiene el estudiante para vincular sus conocimientos cotidianos con los conocimientos escolares; citar ejemplos e identificar adecuadamente sus características ácido-base.

4.1.2. FORMA DE ANALIZAR Y PRESENTAR LOS RESULTADOS

La investigación se realizó tomando en cuenta dos tipos de análisis: el semi-cuantitativo y el cualitativo.

De una muestra grupal, constituida por un total de 45 alumnos se hace un análisis semi-cuantitativo en donde los resultados se manejan como valores porcentuales de la población o como valores promedio de respuestas que proporcionan los alumnos. De ese grupo se hizo la selección de una pequeña muestra de cuatro alumnos, a quienes se les realizó una entrevista. La información obtenida por esta vía se maneja a través de un análisis más cualitativo que nos permite lograr un acercamiento con los estudiantes y obtener algunos detalles sobre las razones que los llevaron a contestar de una determinada manera a lo largo de las tres etapas de exploración.

Con estas dos formas de analizar los resultados es posible visualizar simultáneamente los cambios y las tendencias, tanto grupales como individuales. Cabe mencionar que los resultados del grupo y de los entrevistados muestran un patrón de comportamiento muy similar.

4.1.3. NOTACIÓN EMPLEADA PARA IDENTIFICAR LAS TABLAS O GRÁFICAS

Como parte de la presentación y análisis de los resultados se incluyen gráficas o tablas y para su identificación se utilizó el siguiente sistema; el primer número se refiere al capítulo (presentación y análisis de resultados), el segundo dígito corresponde al consecutivo de la gráfica o tabla que aparece en dicha sección, y finalmente entre paréntesis se indica el número de la pregunta que la que se refieren los datos. Por ejemplo, la siguiente notación: **4. 4. [7]** indica que la gráfica o tabla se ubica en el cuarto capítulo, es la cuarta que aparece a lo largo de dicho apartado y corresponde al análisis de la pregunta 7.

En algunos casos se hace necesario diferenciar los resultados que se obtuvieron del análisis del grupo y de los entrevistados, y para diferenciarlos se utilizarán las abreviaturas Gpo. y Entrev. respectivamente.

Para el caso de tablas o gráficas que no se relacionan directamente con los resultados, sólo se incluyen los numerales que identifican el capítulo y el número consecutivo que corresponde a dicha tabla.

4.1.4. EVIDENCIAS

En la segunda parte de este capítulo se incluyen algunos productos generados durante la intervención en el aula, con ellos pretendemos hacer evidente parte de lo ocurrido durante las sesiones de trabajo, pero desde la perspectiva de los alumnos. Consideramos importante incluir estos documentos ya que a partir de ellos es posible conocer las respuestas de algunos alumnos sobre la actividad 13, dar seguimiento a las actividades realizadas durante el periodo de intervención en el aula y conocer la opinión de los estudiantes (actividad 16) las observaciones en torno a su propio desempeño, así como las recomendaciones que hacen a sus compañeros de equipo y por supuesto las observaciones que permitan al docente mejorar su desempeño en el aula (actividad 18). En cada caso hemos incluido sólo algunas muestras de estos documentos.

4.2. PRIMERA PARTE

4.2.1. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS A TRAVÉS DE LAS TRES ETAPAS DE EXPLORACIÓN. CATEGORÍA DE PREGUNTAS DIRECTAS (1, 7, 9 y 12)

Pregunta 1(directa)

<i>Pregunta</i>	<i>Aspectos que se analizan</i>
<p>Escribe un enunciado (lo más extenso que sea posible) en el que incluyas un mínimo de cinco términos (y si es posible incluye más) que te permitan escribir tu propia definición para los “ácidos” y otros cinco para las “bases”. Considera los distintos niveles: macroscópico, sub-microscópico y simbólico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promedio global de descriptores con un MCA² utilizados para definir a los ácidos y a las bases. • Identificación del tipo de descriptores ubicados en los distintos modelos ácido-base que emplean los estudiantes para contestar la pregunta. • Tipo de descriptores utilizados. • Facilidad para ejemplificar y definir a los ácidos y a las bases.

Con esta pregunta se pretendía orillar al estudiante a incorporar un mayor número de descriptores que permitieran visualizar distintos aspectos en sus respuestas y uno de ellos tiene que ver el tipo de descriptores que utilizan los alumnos para definir tanto a los ácidos como a las bases. En la exploración diagnóstica, son pocos los alumnos que emplean los cinco términos solicitados sin embargo, después de la intervención en el aula, hay un cambio notable porque un porcentaje considerable de estudiantes utilizan más descriptores, e incluso hay quien escribe cinco o más conceptos y finalmente, en la tercera exploración, ese número se incrementa nuevamente, a tal grado que algunos estudiantes llegan a escribir hasta doce términos.

Promedio global de descriptores utilizados para definir a los ácidos y a las bases

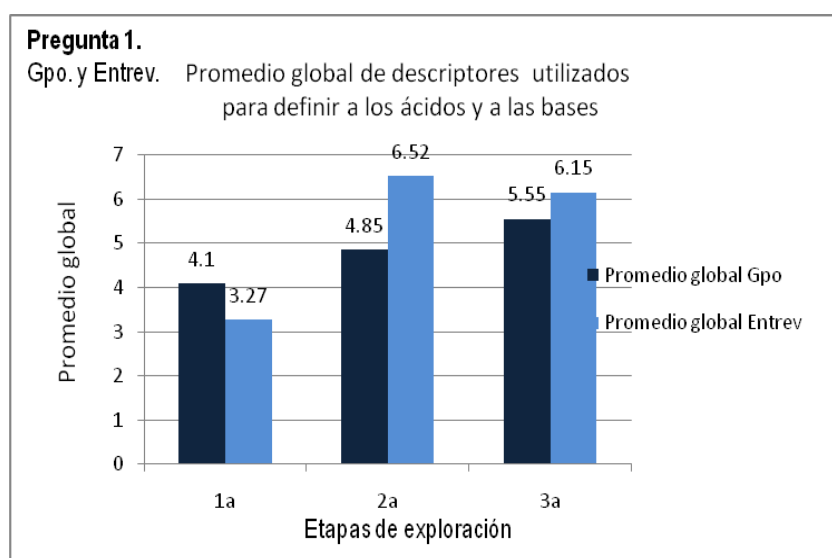
Uno de los aspectos que consideramos relevantes de esta pregunta para su análisis son las variaciones del número de descriptores totales ácido-base que utilizan los alumnos para responder la pregunta a lo largo de las tres etapas de exploración.

Por ejemplo, en los resultados del grupo (ver gráfica 4.1.[1]) es evidente un aumento del número de descriptores dado que los valores promedio van de 4.1 a 4.8 y finalmente en

² A lo largo del capítulo emplearemos la palabra “descriptores” para referirnos de manera general a los conceptos, términos o definiciones que los alumnos utilizan en sus respuestas. Del total de descriptores utilizados por los estudiantes, seleccionamos sólo aquellos en los que hay un manejo conceptual adecuado (MCA) y en algunos casos consideraremos aquellos en los que el manejo conceptual es inadecuado (MCI) sólo con fines comparativos.

la última exploración se alcanza un máximo de 5.55 descriptores que los estudiantes utilizaron para definir a los ácidos y a las bases.

En el caso de los entrevistados los valores promedio son ligeramente más altos (gráfica 4.1.[1]), ya que pasan de 3.27 en la etapa diagnóstica a 6.52 después del proceso de intervención en el aula y, en la última exploración, alcanzan un promedio de 6.15 descriptores.

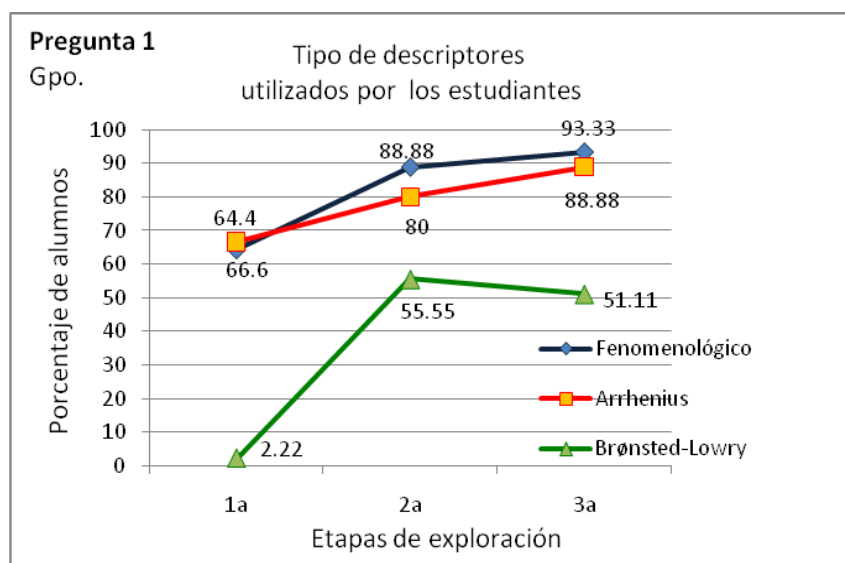


Gráfica 4.1.[1]. Promedio global de descriptores utilizados para definir a los ácidos y a las bases.

Identificación del tipo de descriptores que emplean los estudiantes para contestar la pregunta

Al analizar los resultados grupales se observa una marcada tendencia en las respuestas de los alumnos a manejarse a través de descriptores de tipo fenomenológico, posteriormente recurren al modelo de Arrhenius y gradualmente empiezan a incorporar descriptores del modelo de Brønsted-Lowry en sus respuestas. Por ejemplo, en la etapa diagnóstica el 64.44% de los estudiantes utilizan descriptores fenomenológicos, después de la intervención en el aula el porcentaje aumenta hasta alcanzar un valor de 88.88% y, finalmente, en la última exploración, el 93.33% de los alumnos utilizan este tipo de descriptores (ver gráfica 4.2. [1]) y posteriormente recurren al modelo de Arrhenius. En este caso los porcentajes pasan del 66.66% al 80% para finalmente alcanzar el 88.88% de alumnos del grupo que los utilizan en sus definiciones. Por otro lado, el modelo de Brønsted-Lowry que inicialmente era desconocido por la mayoría del grupo, en la etapa diagnóstica sólo es manejado por el 2.22%, después de la aplicación de la propuesta didáctica el porcentaje aumenta hasta alcanzar un valor de 55.55% y finalmente en la

tercera exploración el 51.11% incorporan algunos descriptores en sus definiciones que corresponden a este marco teórico. Si bien en el largo plazo se aprecia una ligera disminución en cuanto al uso de descriptores de este modelo a los que recurren los alumnos, esto resulta comprensible si se considera la curva del olvido en el largo plazo. No obstante esta situación, consideramos que el decremento es muy pequeño y en cambio el aumento entre la primera y segunda etapa de exploración son muy contrastantes.

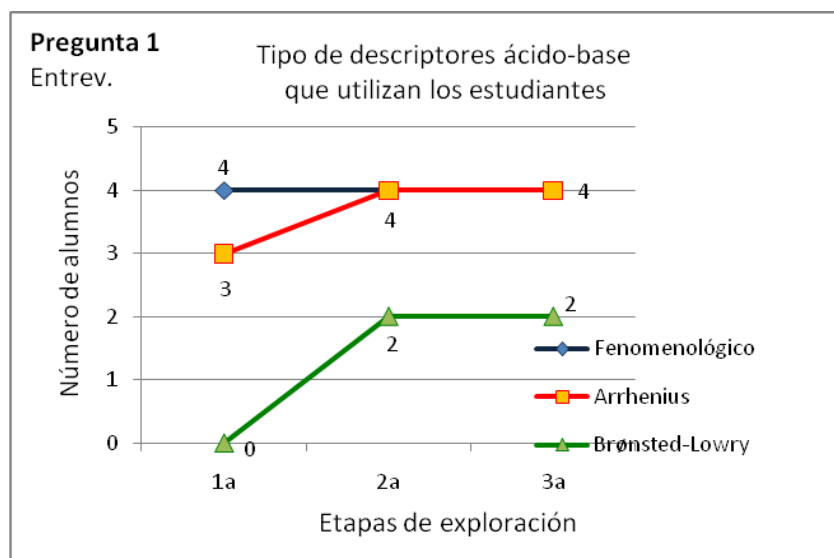


Gráfica. 4.2. [1]. Tipo de descriptores utilizados por los estudiantes (grupo).

En el caso de los entrevistados sus respuestas muestran una tendencia similar. Por ejemplo, para los cuatro estudiantes (ver gráfica 4.3. [1]), hay un marcado predominio de los descriptores fenomenológicos el cual fue utilizado por los cuatro alumnos a lo largo de las tres exploraciones y el segundo modelo que más emplearon fue el de Arrhenius, el cual fue utilizado por tres estudiantes en la exploración diagnóstica y en las dos últimas etapas, lo manejaron los cuatro entrevistados. En cuanto al modelo de Brønsted-Lowry, los resultados son también muy contrastantes debido a que en la etapa inicial ningún alumno utilizó descriptores de este modelo, en la segunda exploración tres personas los emplearon y en la última etapa sólo dos recurrieron nuevamente a este modelo.

Un hecho que nos llamó especialmente la atención fue que los descriptores fenomenológicos y de Arrhenius (tanto en la segunda y tercera exploraciones) fueron empleados por un mayor porcentaje de estudiantes, su manejo conceptual adecuado aumenta gradualmente y el promedio de descriptores utilizados también se incrementa incluso en la exploración de largo plazo en la que se esperaba una ligera reducción de los valores debido al proceso de olvido, tanto para el grupo como para los entrevistados.

Con estos resultados se hace evidente que los estudiantes, tanto del grupo como los cuatro entrevistados, manejan distintos modelos para definir a los ácidos y a las bases. Después de la intervención en el aula, las representaciones de los alumnos se amplían y aunque es evidente el marcado predominio y consolidación del uso de los descriptores fenomenológicos y de Arrhenius, consideramos un hecho positivo el que prácticamente la mitad de la población, incluso en el largo plazo, recurren al uso de descriptores que corresponden al modelo de Brønsted-Lowry.



Gráfica 4. 3. [1]. Tipo de descriptores que utilizan los estudiantes (entrevistados).

Tipos de descriptores utilizados

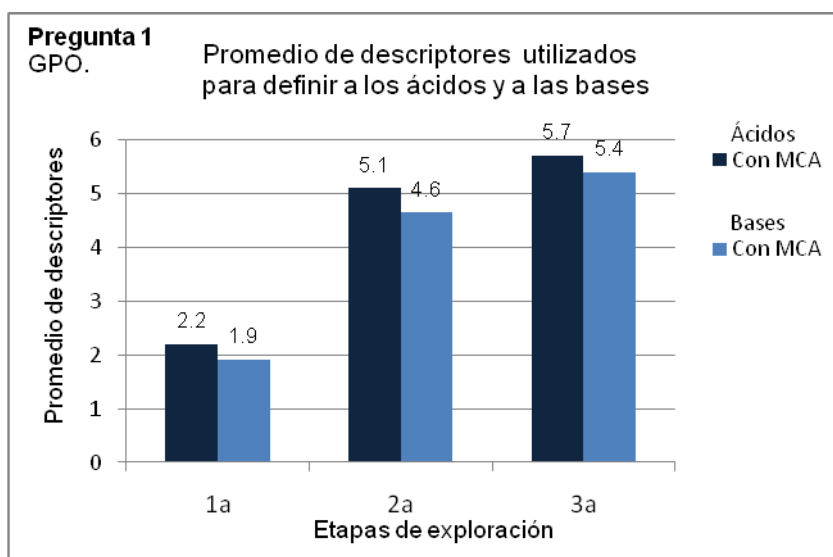
El tipo de descriptores ácido-base a los que recurren los alumnos son principalmente de tipo fenomenológico. Por ejemplo, algunos estudiantes los describen en términos de sus propiedades organolépticas y plantean que: *“los ácidos tiene un sabor agrio y las bases son amargas”* ^{Alumno1}; hablan de los cambios de color de los indicadores ácido-base y mencionan que *“los ácidos cambian el tornasol a rojo y las bases a azul”* ^{Alumno6}, y de los valores de pH *“los ácidos tienen un pH menor a 7 y el de las bases es mayor a 7”* ^{Alumno15}, y hay quien hace mención de algunas reacciones *“los ácidos reaccionan con los metales dando una reacción efervescente”* ^{Alumno22}. También suelen describirlos usando términos propios del modelo de Arrhenius ya que utilizan conceptos como sustancia, reconocen la presencia de hidrógeno en la fórmula de los ácidos y de grupos hidroxilo en bases como uno de los aspectos que los identifica. Por ejemplo, *“los ácidos generalmente tienen hidrógeno en su fórmula y las bases tienen un grupo hidroxilo OH^- ”* ^{Alumno1} con frecuencia hacen alusión a las reacciones ácido-base *“al reaccionar con ácidos, dan agua mas sal”*

Alumno³⁴ y también suelen mencionar la neutralización y los tipos de productos que se obtienen según Arrhenius (los ácidos) “*al reaccionar con una base se neutralizan y forman sal y agua*”^{Alumno³⁷}. En cuanto a los descriptores que corresponden al modelo de Brønsted-Lowry (utilizados en la segunda y tercera exploraciones), algunos alumnos mencionan que “*los ácidos liberan iones hidronio (H_3O^+), las bases ganan esos iones hidronio y al reaccionar forman pares conjugados*”^{Alumno⁴}; también hay quien menciona que “*los ácidos ceden protones*”^{Alumno¹⁷}, entre otros.

Promedio de descriptores utilizados por los alumnos para definir tanto a los ácidos como a las bases.

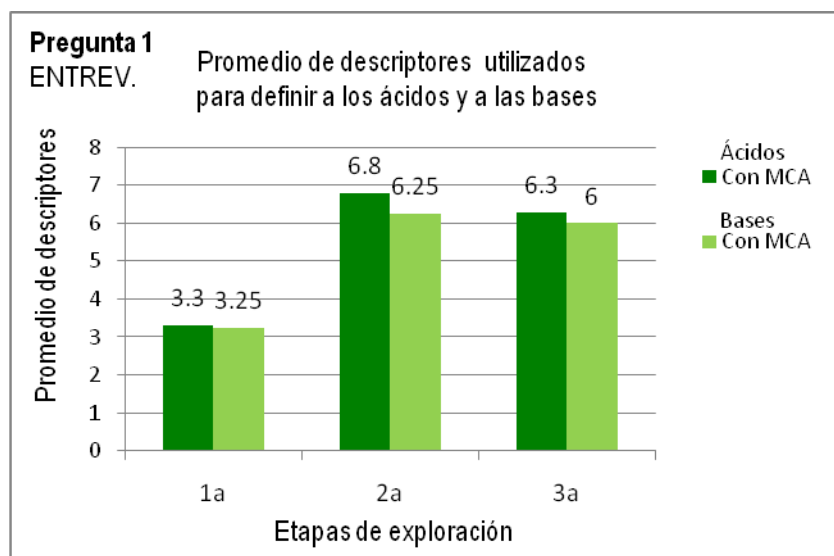
En la literatura se ha reportado que para los alumnos resulta más fácil definir y citar ejemplos de ácidos que de bases, por ello aprovechamos las respuestas de los alumnos para ver si en el grupo se observa esta misma tendencia.

Para el grupo en general observamos que el número de descriptores empleados (en los que hay un MCA) para definir a los ácidos y las bases aumenta considerablemente conforme se avanza en las distintas etapas de exploración. También es notorio que el número de descriptores para definir a los ácidos es mayor que para las bases (ver gráfica 4.4.[1]). Por ejemplo, para definir a los ácidos los valores promedio pasan de 2.2 a 5.1 y alcanza un máximo de 5.7 descriptores en las respectivas exploraciones, mientras que para las bases los promedios van de 1.9 a 4.6 y en la última etapa se alcanza un promedio de 5.4 descriptores.



Gráfica 4.4.[1]. Promedio de descriptores utilizados para definir a los ácidos y a las bases (grupo).

En el caso de los entrevistados (ver gráfica 4. 5. [1]) la tendencia respecto al uso y manejo de los descriptores es muy similar, aunque en términos generales los resultados son más altos que los alcanzados por el grupo. Por ejemplo, para los ácidos los entrevistados pasan de un promedio de 3.3 a 6.8 y 6.3 en las respectivas etapas de exploración y para las bases los valores pasan de 3.25, a 6.25 y finalmente alcanza un promedio de 6.0.



Gráfica 4. 5. [1]. Promedio de descriptores utilizados para definir a los ácidos y a las bases.

Es notorio que para los alumnos resulta un poco más sencillo describir a los ácidos con un mayor número de términos que para las bases.

Consideramos que estos resultados (tanto del grupo como de los entrevistados) en cuanto al manejo de las tres modalidades de descriptores o perfiles de distintos modelos, constituye un avance importante ya que mientras unos conocimientos son reafirmados y se consolida su manejo conceptual para los descriptores fenomenológicos y los de Arrhenius, para el modelo de Brønsted-Lowry que inicialmente era conocido por una minoría de la población, en la segunda exploración se da un incremento importante en el uso de estos descriptores y es evidente su incorporación gradual para definir tanto a los ácidos como a las bases.

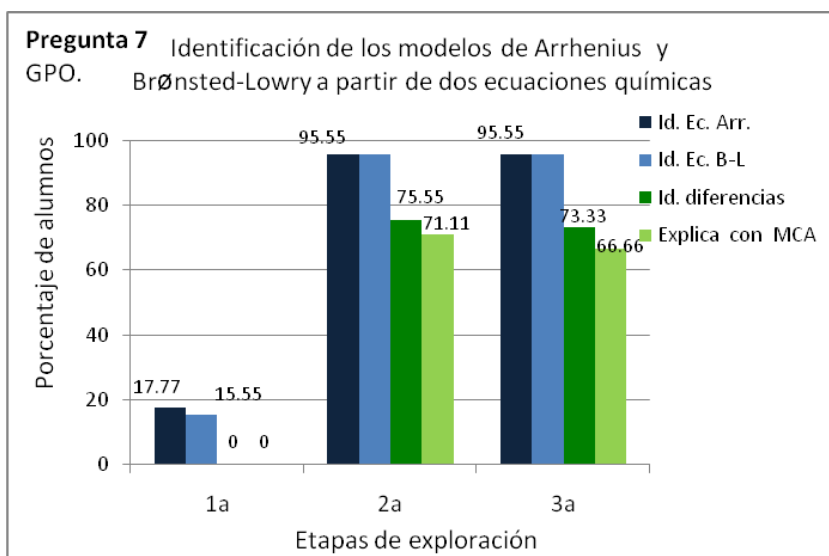
Pregunta 7 (directa)

Pregunta	Aspectos que se analizan
De las dos ecuaciones que se muestran a continuación, indica a qué modelo corresponde cada una. Trata de no adivinar la respuesta.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación y diferenciación de la ecuación general que representa los planteamientos de cada modelo y manejo conceptual adecuado en sus explicaciones. • Identificación de las diferencias entre ambas ecuaciones.
$\text{Acido}_1 + \text{Base}_2 \rightleftharpoons \text{Base}_1 + \text{Ácido}_2$	$\text{Ácido} + \text{Base} \rightarrow \text{Sal} + \text{Agua}$
Modelo de: _____	Modelo de: _____

Esta pregunta fue clasificada como sencilla debido a que existen pocas posibilidades de que los alumnos se equivoquen en la identificación de la ecuación química que representa el modelo de Arrhenius y el de Brønsted-Lowry, creemos que este factor tiene una influencia importante en los porcentajes de alumnos que contestan adecuadamente.

Identificación y diferenciación de las dos ecuaciones que representa los planteamientos de cada modelo y manejo conceptual adecuado en sus explicaciones

En la primera exploración, aunque muchos alumnos del grupo identifican adecuadamente cada ecuación, en sus explicaciones es evidente que no reconocen las diferencias entre cada una y sólo las etiquetaron de esa forma porque no había otra opción para contestar. Por ejemplo, en la exploración diagnóstica de todo el grupo sólo el 17.77% de los alumnos identifica la ecuación de Arrhenius y el 15.55% indica que la otra ecuación corresponde al modelo de Brønsted-Lowry (ver gráfica 4.6.[7]), sin embargo ningún estudiante es capaz de reconocer las diferencias entre ellas ni tampoco ofrecen una explicación conceptualmente adecuada.



Gráfica 4.6.[7]. Identificación de los modelos de Arrhenius y Bronsted-Lowry a partir de dos ecuaciones químicas.

En el segundo momento de exploración, hay un cambio importante en las respuestas y en las explicaciones que proporcionan los estudiantes (gráfica 4. 6. [7]). Por ejemplo, el 95.55% de la población reconoce ambas ecuaciones e inclusive este porcentaje de alumnos se mantiene en el mismo valor durante la tercera exploración. En cuanto a las diferencias que reconocen entre ambas ecuaciones, en sus explicaciones el 75.55% (en la segunda) y el 73.33% (en la tercera exploración) de los alumnos tienen un MCA y reconocen que:

“Arrhenius dice que al combinarse un ácido y una base se producirá sal y agua, aparte de que la ecuación tiene un solo sentido, lo cual indica que una vez formada la sal y el agua no vuelven a su forma anterior”^{Alumno23}; en cuanto a la ecuación de Brønsted-Lowry mencionan que “las reacciones ácido-base son (reacciones en) equilibrio y se forman pares conjugados”^{Alumno5}; “según Arrhenius cuando reaccionan un ácido y una base siempre forman sal y agua, mientras que Brønsted y Lowry pensaban que se forman pares conjugados”^{Alumno9}

En el caso de los entrevistados, los porcentajes son muy parecidos. Por ejemplo, en la exploración diagnóstica los cuatro alumnos identificaron ambas ecuaciones; sin embargo, ninguno de ellos logró explicar adecuadamente en qué consisten esas diferencias. En la segunda y tercera exploraciones, los cuatro estudiantes identificaron correctamente las dos ecuaciones, reconocen las diferencias entre una y otra, y son capaces de explicar adecuadamente las diferencias entre ambas ecuaciones.

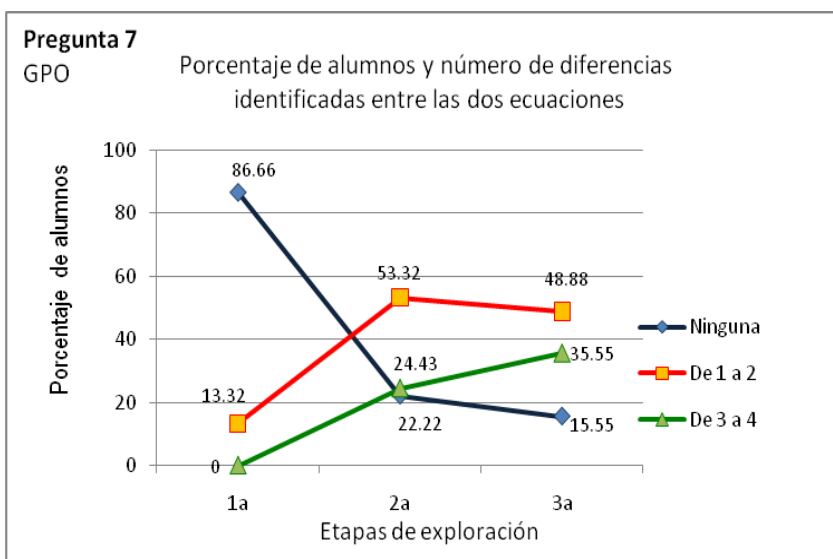
Identificación de las diferencias entre ambas ecuaciones

Decidimos analizar el número de diferencias que los alumnos reconocieron a lo largo de las tres etapas de exploración para identificar el grado de avance en cuanto al manejo conceptual que logran los alumnos respecto al manejo de ambas ecuaciones.

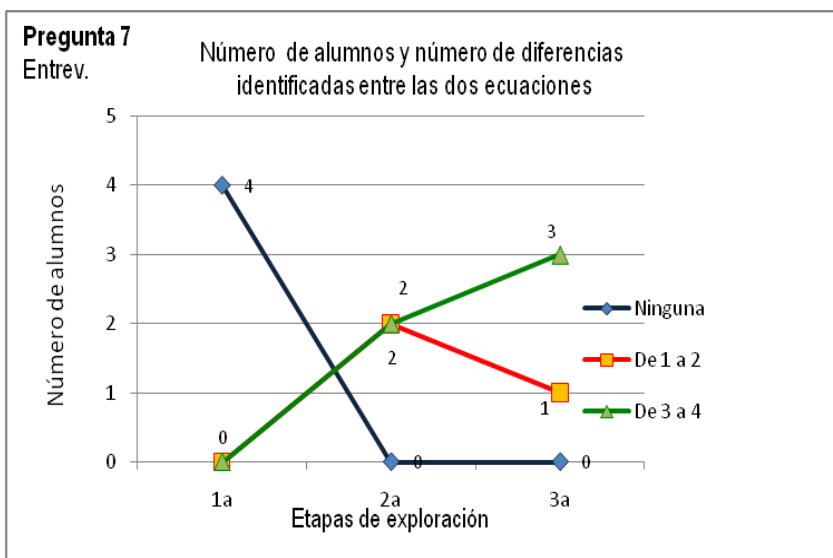
Por ejemplo, para el caso del grupo encontramos que durante la etapa diagnóstica, el porcentaje de alumnos que no identifica ninguna diferencia entre ambas ecuaciones generales (ni tampoco justifican adecuadamente su respuesta) disminuye considerablemente a lo largo de las tres etapas de exploración y pasa de un 86.60% al 22.22% y finalmente en el largo plazo, dicho porcentaje se reduce al 15.55% de estudiantes que no identifican las diferencias entre ambas ecuaciones (ver gráfica 4.7.[7]). Mientras que en aquellos que sí logran diferenciarlas los porcentajes aumentan gradualmente. Por ejemplo, los aprendices que identifican de una a dos diferencias pasan de 13.32% a 53.32% y finalmente el 48.88% cita esas diferencias en su explicación. Por otro lado, en la etapa diagnóstica ningún estudiante es capaz de reconocer de tres a

cuatro diferencias, mientras que después la intervención en el aula el 24.43% de los estudiantes las identifican y finalmente en la última exploración el 35.55% de los estudiantes reconocen dichas diferencias.

Para los entrevistados los resultados son muy similares a los del grupo. Por ejemplo, al inicio ninguno de los cuatro alumnos pudieron reconocer los aspectos que hacen distintas ambas ecuaciones, sin embargo, en la segunda y tercera exploraciones todos identifican de una a cuatro diferencias entre las dos ecuaciones generales y diferencian los planteamientos de Arrhenius y los de Brønsted y Lowry (gráfica 4.8. 7]).



Gráfica 4.7.[7]. Porcentaje de alumnos y número de diferencias identificadas entre las dos ecuaciones (grupo).



Gráfica 4.8.[7]. Porcentaje de alumnos y número de diferencias identificadas entre las dos ecuaciones (entrevistados).

Entre las diferencias más referidas por los alumnos se encuentran: la formación de sal y agua en la ecuación que corresponde al modelo de Arrhenius, mientras que en la ecuación de Brønsted y Lowry la formación de los pares conjugados es el aspecto que más llama su atención.

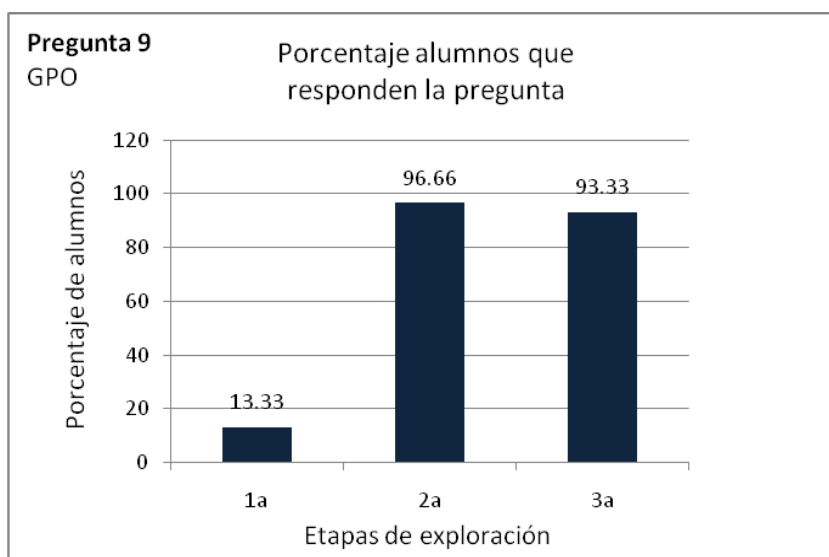
Estos resultados, tanto del grupo como de los entrevistados, nos llaman la atención porque al inicio y previo a la intervención en el aula, un alto porcentaje de estudiantes pasan de no poder explicar ninguna diferencia entre ambas ecuaciones, a utilizar de uno a dos descriptores para identificar algunos elementos conceptuales de cada modelo ácido-base.

Pregunta 9 (directa)

<i>Pregunta</i>	<i>Aspectos que se analizan</i>
Escribe cinco aspectos fundamentales que permitan caracterizar el modelo de Brønsted-Lowry y diferenciarlo del de Arrhenius. Menciona los “planteamientos más importantes” de cada modelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de alumnos que responden la pregunta. • Promedio total de descriptores diferenciadores. • Porcentaje de descriptores en los que el manejo conceptual es adecuado comparado con aquellos en los que el manejo conceptual es inadecuado. • Tipo de descriptores utilizados para cada modelo.

Porcentaje de alumnos que responden la pregunta

Contestar esta pregunta planteaba un gran reto para los alumnos debido a que: en los libros de texto y en las explicaciones de muchos docentes no se suelen explicitar las diferencias entre los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry. Además, los aprendices tenían que demostrar un manejo conceptual adecuado de cada marco explicativo, debían reconocer los conceptos planteados en cada modelo y tener muy claros tanto los alcances como las limitaciones de cada marco teórico. Por ello, consideramos que en la etapa diagnóstica muy pocos alumnos responderían correctamente la pregunta. Después del proceso de intervención en el aula creímos que un mayor número de estudiantes ofrecerían una respuesta; sin embargo, los resultados rebasaron con mucho nuestras expectativas porque no esperábamos porcentajes tan elevados. Por ejemplo, en la exploración inicial un bajo porcentaje de alumnos responden la pregunta (ver gráfica 4. 9. [9]), (sólo el 13.33% del grupo contestó), mientras que en las últimas etapas hay un incremento notable ya que el 96.66% (en la segunda) y el 93.33% (en la tercera exploraciones) plantearon algunos descriptores para diferenciar ambos modelos.



Gráfica 4. 9 [9]. Porcentaje de alumnos que responden la pregunta.

En el caso de los entrevistados se presentó una situación similar debido a que en la primera exploración sólo dos estudiantes respondieron la pregunta, mientras que en la segunda y tercera etapas, los cuatro alumnos contestaron.

Si bien estos resultados pueden reconocerse como muy positivos, es necesario considerar que no todos los aspectos citados por los estudiantes fueron empleados correctamente, por ello a continuación se presenta el análisis de los valores promedio globales, tanto de los descriptores del modelo de Arrhenius como los de Brønsted-Lowry, y se comparan con aquellos en los que es evidente un MCA, así como de los que muestran un MCI.

Promedio global de descriptores comparado con los promedios en los que el manejo conceptual es adecuado (MCA) e inadecuado (MCI)

Del total de descriptores utilizados por los alumnos sólo algunos conceptos fueron manejados adecuadamente. En la tabla 4.2.[9] se observa que después de la intervención en el aula hay un aumento notable en el promedio de descriptores que los alumnos utilizan para diferenciar ambos modelos. Por ejemplo, en el caso de Arrhenius (en la primera etapa) de un total de 0.18, un promedio de 0.11 descriptores muestran un MCA y 0.07 son inadecuados. En la segunda exploración el promedio global es de 4.22 y de estos 3.58 son manejados de forma adecuada y 0.64 son inadecuados. En la última etapa de un promedio total de 3.82, 3.18 son utilizados de manera adecuada y 0.64 los emplean inadecuadamente.

Tabla 4.2 [9]. Promedio de descriptores utilizados para diferenciar los dos modelos ácido-base.

Promedio de descriptores	Grupo			Entrevistados		
	1a	2a	3a	1a	2a	3a
Arrhenius						
Globales	0.18	4.22	3.82	0.75	4.75	5.5
MCA	0.11	3.58	3.18	0.5	3.75	4.25
MCI	0.07	0.64	0.64	0.25	1	1.25
Brønsted-Lowry						
Globales	0.2	4.22	3.89	1	4.25	5.25
MCA	0.09	3.2	2.67	0.5	3.75	3.25
MCI	0.11	1.02	1.22	0.5	0.5	2

Para el modelo de Brønsted-Lowry se observa que en la exploración diagnóstica de un promedio global de 0.2 descriptores, 0.09 son usados correctamente mientras que para un promedio de 0.11 el manejo conceptual es inadecuado. Después de la intervención en el aula hay un aumento importante en los resultados. Por ejemplo, del total de descriptores utilizados (4.22) un promedio de 3.22 muestran un MCA y 1.02 son utilizados de forma inadecuada, mientras que en la última exploración de un total de 3.89, 2.67 tienen un MCA y 1.22 son inadecuados.

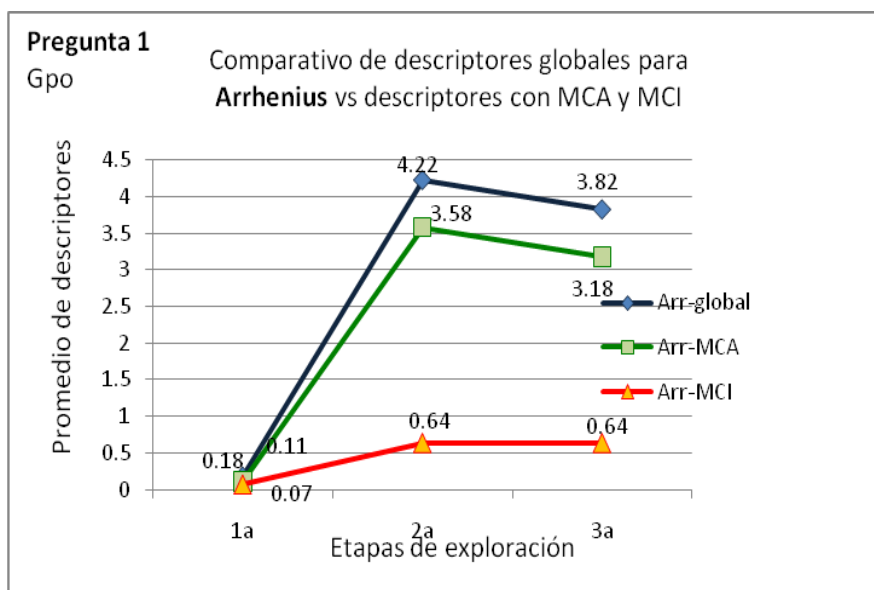
En el caso de los entrevistados el promedio de descriptores en los que hay un MCA, para ambos modelos, es el mismo en la primera y segunda exploraciones y en la tercera el promedio (MCA) para Arrhenius es mayor que el alcanzado para Brønsted-Lowry.

En términos generales el valor promedio para los descriptores del modelo de Brønsted-Lowry en la primera y tercera exploraciones es numéricamente mayor al correspondiente para el modelo de Arrhenius en las mismas etapas de exploración.

Con la intención de evidenciar visualmente los resultados anteriores (para el grupo), hemos preparado las gráficas 4.10.[9] y 4.11[9] en las que se presentan los valores promedio para cada modelo.

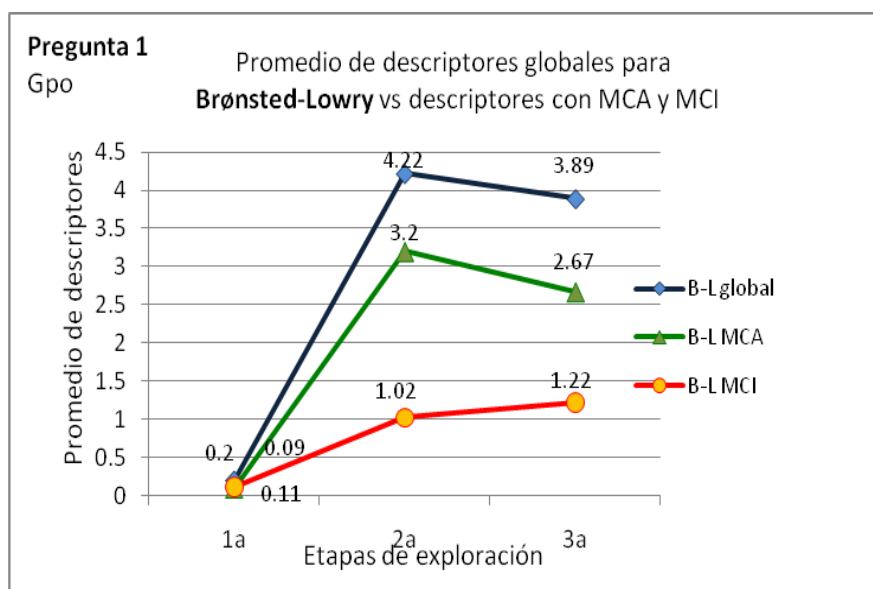
En estas gráficas es notorio que del total de descriptores utilizados para ambos modelos, la mayoría (después de la segunda exploración) muestran un MCA y sólo algunos tienen un MCI.

Al comparar los valores promedio (con MCA) de descriptores utilizados para diferenciar ambos modelos, es evidente que los alumnos tienen un mejor manejo conceptual para Arrhenius que para Brønsted-Lowry.



Gráfica 4.10. [9]. Comparativo de los descriptores globales para Arrhenius vs los descriptores con un MCA y MCI.

Los valores promedio en los que hay un MCI se mantienen en valores considerablemente bajos si se comparan con los que muestran un MCA, lo cual constituye un avance importante para ambos marcos teóricos. En el caso de Arrhenius, se confirman los resultados obtenidos para la pregunta 1 en donde se hace evidente que después de la segunda exploración hay un mejor manejo conceptual y se consolida el perfil de Arrhenius.



Gráfica 4.11 [9]. Promedio de descriptores globales para Brønsted-Lowry vs descriptores con MCA y MCI.

En el caso de Brønsted-Lowry, los resultados también son muy valiosos debido a que en las respuestas de los estudiantes es evidente la incorporación de estos elementos conceptuales a partir de los cuales es posible diferenciarlo del modelo de Arrhenius.

Loa anterior resulta bastante comprensible si se recuerda que al principio los alumnos desconocían el modelo de Brønsted-Lowry.

Los resultados anteriores constituyen un avance importante y aunque en la exploración del largo plazo hay una ligera disminución del promedio de descriptores si se compara con los resultados de la segunda etapa, este descenso se mantiene muy por encima de lo que se detectó en la exploración diagnóstica.

Tipos de descriptores utilizados

Estos resultados (tanto los de los entrevistados como los del grupo) pueden considerarse como indicadores de un mejor manejo conceptual del modelo de Arrhenius, así como una mejor comprensión de los planteamientos y limitaciones de dicho marco teórico. En el caso del modelo de Brønsted-Lowry, gradualmente los alumnos van teniendo más claridad para reconocer los planteamientos y poco a poco empiezan a incorporar algunos conceptos en sus respuestas.

Para evidenciar el tipo de descriptores que los alumnos utilizaron al contestar esta pregunta, en la tabla 4.3. [9] se incluyen algunos ejemplos planteados por los alumnos durante la segunda etapa de exploración con los cuales es posible reconocer algunas diferencias entre los dos modelos y el manejo conceptual de ambos planteamientos.

Tabla 4.3. [9]. Ejemplos de descriptores empleados por los alumnos para diferenciar los dos modelos ácido-base.

Modelo de Arrhenius	Modelo de Brønsted-Lowry
<i>“Los ácidos son aquellos que tienen hidrógeno en su composición”</i> Alumno 23	<i>“No necesariamente tienen que tener H en su composición química para ser ácidos”</i> Alumno 23
Aplicable <i>“sólo en disoluciones acuosas”</i> Alumno 29	<i>“No limita su modelo a un medio acuoso”</i> Alumno 29
<i>“Toda reacción termina con la formación de sal y agua llegando a una neutralización”</i> Alumno 26	<i>“Las reacciones ácido-base dan lugar a la formación de pares conjugados”</i> Alumno 26
<i>“Los productos de la reacción son agua y sal”</i> <i>“La transferencia de iones H^+ se da en una sola etapa”</i> Alumno 34	<i>“Cuando un ácido reacciona con una base se da una transferencia de protones (H_3O^+)”...</i> <i>“que se da en etapas sucesivas de disociación. No necesariamente ocurre una neutralización”</i> Alumno 34

Estos resultados constituyen un logro importante, debido a que la mayoría de los estudiantes durante la exploración diagnóstica desconocían el modelo de Brønsted-Lowry y no eran capaces de plantear un promedio de un descriptor, mientras que al final del proceso de intervención en el aula, los estudiantes logran identificar algunas de las principales diferencias entre los dos marcos explicativos, tienen un mejor manejo conceptual y reconocen parte de los alcances y limitaciones de cada modelo.

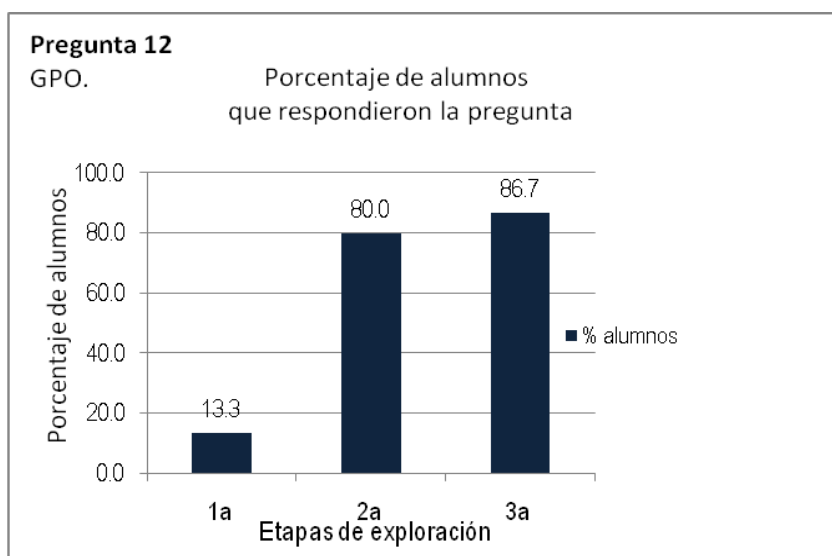
Pregunta 12 (directa)

<i>Pregunta</i>	<i>Aspectos que se analizan</i>
Si comparas los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry, ¿qué podrías decir de uno con respecto al otro?	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de alumnos que responde la pregunta. • Promedio de descriptores utilizados. • Tipo de descriptores.

Esta es una pregunta abierta que tiene un alto grado de dificultad debido a que los estudiantes deben tener un conocimiento y dominio conceptual de los dos modelos ácido-base, además de reconocer los alcances y limitaciones de cada marco explicativo e incorporar en su explicación los aspectos más relevantes a partir de los cuales es posible diferenciar ambos modelos.

Porcentaje de alumnos que responden la pregunta

En este caso observamos un aumento importante en el porcentaje de alumnos que contestan en los tres momentos de exploración (ver gráfica 4. 11. [12]). Por ejemplo, en la etapa diagnóstica sólo respondió el 13.33% del grupo, después de la intervención en el aula el 80% y en la exploración final el 86.7% de la población ofreció una respuesta.



Gráfica 4.11. [12]. Porcentaje de alumnos que respondieron la pregunta.

En el caso de los entrevistados, la tendencia es parecida debido a que en la primera exploración de los cuatro estudiantes sólo dos contestaron y en las siguientes etapas, todos respondieron.

Si bien estos resultados dan la impresión de ser muy buenos, es necesario analizar también el promedio de descriptores utilizados, como los tipos de descriptores que los alumnos incluyen en sus respuestas.

Promedio de descriptores (con MCA) utilizados para diferenciar ambos modelos

Del total de descriptores planteados por los alumnos, sólo consideramos aquellos en los que su manejo conceptual es adecuado (MCA).

Durante la exploración diagnóstica el 13.33% del grupo respondió (tabla 4. 4. [12]) y el promedio máximo de descriptores (con un MCA) que alcanzaron fue de 0.1 descriptores, valor considerablemente bajo. Después del proceso de intervención en el aula hay un aumento importante en el porcentaje de alumnos que responden, dado que el 80% de la población logra un promedio máximo de 1.7 descriptores y en la exploración final, el 86.7% del grupo alcanza nuevamente el mismo promedio de 1.7 descriptores en los que el manejo es conceptualmente adecuado.

Tabla 4. 4. [12]. Promedio de descriptores utilizados para diferenciar los dos modelos ácido-base.

GRUPO				ENTREVISTADOS			
	1a	2a	3a		1a	2a	3a
Porcentaje de alumnos que respondieron	13.3 %	80.0%	86.7%	Número de alumnos que respondieron	2	4	4
Promedio de descriptores utilizados							
Global	0.2	2.1	2.0	Global	0.5	2.3	3.0
MCA	0.1	1.7	1.7	MCA	0	1.0	3.0
MCI	0.1	0.4	0.3	MCI	0.5	1.3	0

En términos generales el manejo conceptual es adecuado y sólo una pequeña proporción son utilizados inadecuadamente.

Para los entrevistados en la primera exploración (tabla 4. 4. [12]), de los dos alumnos que respondieron, ninguno incorporó a su explicación ni un solo descriptor, mientras que en la segunda etapa, los cuatro aprendices lograron manejar un promedio de un descriptor y

en la exploración final los cuatro emplean un máximo de tres descriptores, todos con un MCA.

Consideramos que estos resultados constituyen un avance importante en cuanto al manejo diferenciado de los dos modelos ácido-base y el reconocimiento de sus diferencias.

Para complementar este análisis nos dimos a la tarea de identificar los aspectos que los alumnos consideran como las diferencias más importantes entre los dos marcos teóricos, mismos que se analizan a continuación.

Tipo de descriptores utilizados

Ante la diversidad de descriptores que los alumnos consideran en sus explicaciones y con la intención de facilitar el análisis de sus respuestas, decidimos agruparlas en cuatro categorías de análisis (tabla 4. 5. [12]).

Tabla. 4. 5. [12]. Categorías de análisis según el tipo de descriptores utilizados por los alumnos.

Categoría	Tipo de descriptores
1 ^a	<p>Hacen uso de conceptos o términos específicos de cada modelo.</p> <p>Por ejemplo: iones H⁺, reacciones de neutralización, sal y agua, protones (H₃O⁺), pares conjugados reacciones ácido-base, etcétera.</p>
2 ^a	<p>Consideran la generalidad o especificidad de cada marco explicativo.</p> <p>Hacen referencia al distinto alcance explicativo, toman en cuenta los alcances y las limitaciones de cada uno.</p>
3 ^a	<p>Hacen referencia al uso de distintos niveles representacionales.</p> <p>Mencionan que uno se enfoca al nivel sub-microscópico y simbólico (Brønsted-Lowry), mientras que Arrhenius maneja los tres niveles.</p>
4 ^a	<p>Toman en cuenta las características del medio de reacción.</p> <p>Mencionan que el medio acuoso no es el único en el que se llevan a cabo las reacciones ácido-base.</p>

En la tabla 4. 6. [12] se observa que los alumnos, a lo largo de las tres etapas de exploración, incluyen aspectos que se ubican en las cuatro categorías y no sólo se limitan a una de ellas, inclusive en el tercer momento de exploración, el porcentaje de estudiantes que incorporan elementos de las cuatro categorías presenta un incremento importante. Dicho aumento podría considerarse como un indicio de que los alumnos

están estructurando respuestas conceptualmente más diversas debido a que incluyen un mayor número de elementos descriptivos.

Las categorías en las que se ubica un mayor porcentaje de las respuestas son la 1 y la 2, debido a que los estudiantes hacen uso de conceptos y términos específicos de cada modelo y reconocen su distinto alcance explicativo.

En sus respuestas los estudiantes mencionan que Brønsted-Lowry habla de: *“transferencia de protones los cuales se representan como H_3O^+ ”*, que *“en las reacciones ácido-base no siempre se logra la neutralidad”*; *“se forman pares conjugados”* mientras que otros reconocen, desde el modelo de Arrhenius que: *“el ácido libera iones hidronio o iones H^+ ”* y *“en las reacciones de neutralización se forma agua y sal”*.

Para los entrevistados los resultados presentan una tendencia similar a lo largo de las tres etapas de exploración (tabla 4. 6. [12]) y en sus explicaciones mayoritariamente incluyen descriptores que se relacionan con el alcance explicativo.

Tabla 4. 6. [12]. Porcentaje de estudiantes cuyas respuestas se ubican en alguna de las cuatro categorías.

Categorías	Porcentaje de alumnos (GPO)			Número de alumnos (ENTREV)		
	1a	2a	3a	1a	2a	3a
1ª Uso de conceptos o términos	2.2	37.8	51.1	1	1	1
2ª Alcance explicativo	4.4	31.1	17.8	1	3	4
3ª Nivel representacional	2.2	11.1	15.6	0	1	0
4ª Medio de reacción	0.0	11.1	15.6	0	1	2

4.2.1.1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS PREGUNTAS DIRECTAS

Con la intención de facilitar al lector la revisión del presente capítulo y ante la diversidad de aspectos analizados en cada pregunta, consideramos conveniente resumir (tabla 4.7.) los resultados más relevantes obtenidos para cada bloque de preguntas.

Tabla 4.7. Resumen de los resultados correspondientes a las preguntas directas.

Exploración diagnóstica	Cambios observados después de la aplicación de la propuesta didáctica (2ª y 3ª exploraciones)
<ul style="list-style-type: none"> • Un reducido porcentaje de alumnos contestan las preguntas. • En términos generales el manejo conceptual de los pocos alumnos que respondieron es inadecuado. • En las respuestas sólo están presentes los descriptores de tipo fenomenológico y de Arrhenius, mientras que los de Brønsted-Lowry prácticamente son desconocidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta considerablemente el número de alumnos que responden las preguntas de todo el cuestionario • Hay un aumento en los valores promedio de descriptores que utilizan los estudiantes para definir a los ácidos y a las bases. • Mejora considerablemente el manejo conceptual de los dos tipos de descriptores predominantes (fenomenológico y de Arrhenius). • Prácticamente el 50% de la población empieza a incorporar algunos conceptos del modelo de Brønsted-Lowry en sus respuestas y explicaciones. • A pesar de que el modelo de Brønsted-Lowry empieza a hacerse más presente en las respuestas de los alumnos, el modelo de Arrhenius sigue predominando y sigue siendo utilizado por la mayoría de los alumnos. • Empiezan a reconocer algunas diferencias entre los planteamientos de Arrhenius y el de Brønsted-Lowry. • Inicia el uso diferenciado de algunos elementos conceptuales de Brønsted-Lowry. • Las respuestas de los alumnos se tornan más amplias y complejas, además de mostrar un mejor manejo conceptual. • Hay mayor claridad en el manejo conceptual de cada modelo. • Les resulta más sencillo definir a los ácidos que a las bases.

4.2.2. CATEGORÍA DE PREGUNTAS INDIRECTAS

Las preguntas que conforman esta categoría son: 3, 5, 6, 8, 10 y 11.

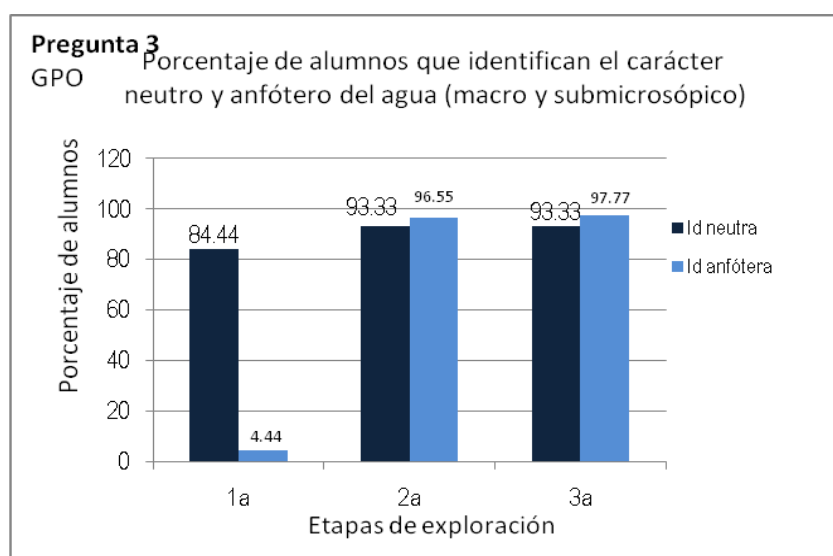
Pregunta 3 (indirecta)

Pregunta	Aspectos que se analizan
Identifica las características ácido-base del agua desde dos niveles representacionales distintos (el macroscópico y el sub-microscópico). Explica tu respuesta.	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de alumnos que identifican el carácter neutro del agua (nivel macroscópico). • Porcentaje de alumnos que reconocen el comportamiento anfótero del agua (nivel sub-microscópico). • Explicación con manejo conceptual adecuado (MCA).

Esta pregunta quedó conformada por dos secciones, en la primera se analiza el carácter ácido-base del agua en el nivel macroscópico y en la segunda la misma sustancia, pero considerando el nivel sub-microscópico.

Porcentaje de alumnos que identifican el carácter neutro del agua (nivel macroscópico)

Para esta primera parte de la pregunta y previo a la aplicación del cuestionario, consideramos que un alto porcentaje de alumnos responderían adecuadamente, es decir que identificarían correctamente el carácter neutro del agua, debido a que parte de la información que poseen los estudiantes se ha gestado a través de repetidas experiencias en el consumo diario de esta sustancia.



Gráfica 4.12.[3]. Porcentaje de alumnos que identifican el carácter neutro y anfótero del agua (niveles macro y submicroscópico).

En la gráfica 4.12.[3] se puede apreciar (en las tres etapas de exploración) que un alto porcentaje de alumnos del grupo identifican el carácter neutro del agua. Por ejemplo, en la primera etapa el 84.44% del grupo identifica esta característica (análisis desde el nivel macroscópico) y en las subsecuentes exploraciones, el porcentaje se incrementa hasta alcanzar el 93.33%.

Porcentaje de alumnos que reconocen el comportamiento anfótero del agua (nivel sub-microscópico)

Esta segunda parte de la pregunta implicaba un doble reto para los alumnos, por un lado las opciones de respuesta incluían una serie de conceptos que era poco probable que conocieran y comprendieran y, por el otro, tenían que analizar la situación desde el nivel sub-microscópico.

En la gráfica 4.12.[3] es posible observar que en la exploración diagnóstica un porcentaje mínimo de la población reconoce el comportamiento anfótero del agua en el nivel sub-microscópico, es decir, sólo el 4.44% de los estudiantes identifican este comportamiento, aunque después del proceso de intervención en el aula hay un incremento importante ya que el 96.55% del grupo da una respuesta adecuada y en la última exploración hay un nuevo aumento en el porcentaje de alumnos, es decir el 97.77% del grupo reconoce esta característica del agua cuando se analiza desde el nivel sub-microscópico.

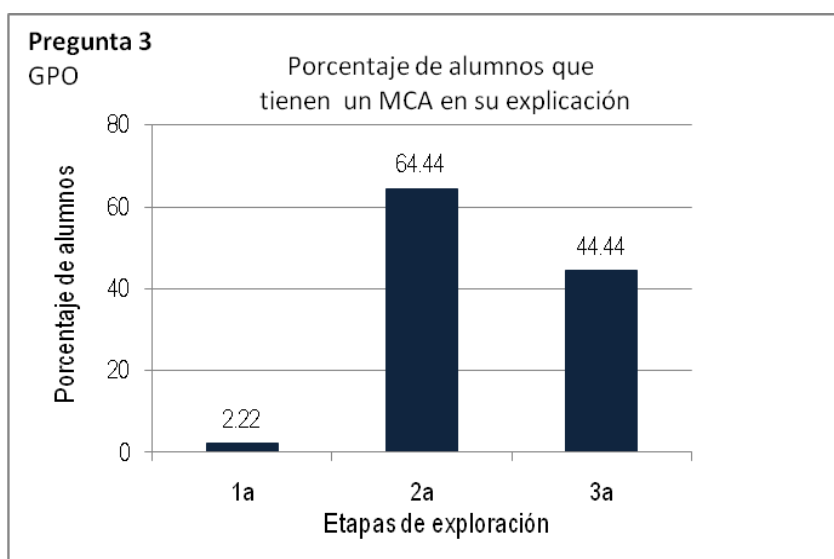
En el caso de los entrevistados la tendencia de las respuestas es muy parecida a la del grupo debido a que en las tres exploraciones los cuatro estudiantes contestan correctamente y afirman que en el nivel macroscópico el agua es una sustancia neutra; mientras que, cuando el análisis se refiere al nivel sub-microscópico, en la primera exploración sólo un alumno reconoce su comportamiento como anfótero, después de la intervención en el aula los cuatro estudiantes eligen esta opción y en la etapa final tres alumnos vuelven a recordar que el agua, desde el punto de vista de Brønsted-Lowry, puede comportarse como ácido o como base.

Consideramos que estos resultados constituyen un logro importante debido a que los estudiantes están reconstruyendo parte de sus referentes previos, además de lograr nuevas construcciones conceptuales que les permiten analizar una misma sustancia desde dos niveles representacionales distintos y ello puede visualizarse como un avance hacia una mayor diversidad representacional.

Explicación con un manejo conceptual adecuado

Con la intención de evidenciar si los alumnos logran tener un manejo conceptual adecuado respecto al comportamiento anfótero del agua, se pidió a los alumnos que justificaran su respuesta para tratar de entender las razones que los llevaron a seleccionar una determinada opción frente a otras respuestas posibles

En el caso del grupo en la gráfica 4.13.[3] se observa que entre la primera y segunda exploraciones hay un aumento importante en el porcentaje de alumnos que logran estructurar adecuadamente su explicación ya que pasan de 2.22% a 64.44%. En la última exploración el 44.44% justifica su respuesta de forma correcta. No obstante, esta disminución en el porcentaje de alumnos que explican adecuadamente su respuesta en el largo plazo, consideramos que se trata de un avance muy importante si se considera que para la mayoría de los alumnos en la etapa diagnóstica el mismo concepto de “anfótero” resultaba desconocido; ahora, después de todo el proceso de exploraciones e intervención en el aula, son más los alumnos que pueden justificar adecuadamente su respuesta.



Gráfica 4.13.[3]. Porcentaje de alumnos que tienen un MCA en su explicación.

A continuación se presentan las respuestas de dos alumnos que explican por qué consideran que el agua se comporta como anfótero:

“...se debe a que dependiendo de la sustancia con la que interactúe servirá como base o como ácido” Alumno5

“...si se hace reaccionar el agua con una base se volverá ácida y si se hace reaccionar con un ácido, se comportará como una base” Alumno25

Ambas explicaciones aunque breves, permiten evidenciar que los dos alumnos entienden el significado del concepto y lo aplican a las reacciones químicas en las que participa el agua.

En el caso de los entrevistas tanto en la primera como en la tercera exploraciones, sólo un estudiante logró estructurar una explicación conceptualmente adecuada, mientras que después de la intervención en el aula, tres de los cuatro entrevistados pudieron justificar correctamente su respuesta.

Entendemos que la comprensión del comportamiento anfótero del agua no resulte fácil de asimilar por parte de los estudiantes, debido a que las explicaciones que ofrece el modelo de Brønsted-Lowry, de cierta forma contradicen su conocimiento previo gestado a través de reiterados procesos de contrastación con la experiencia cotidiana, los cuales difícilmente serán abandonados por los estudiantes. Sin embargo, creemos que este debe ser un aspecto que los docentes deben tomar en cuenta al momento de estructurar las estrategias didácticas, de tal manera que durante las explicaciones en el aula gradualmente los alumnos se familiaricen con el manejo de los tres niveles representacionales que faciliten la comprensión de conceptos abstractos ubicados en el nivel sub-microscópico, de tal manera que el alumno tenga mayores oportunidades para comprender nuevos conceptos y gradualmente logre incorporarlos a sus esquemas explicativos.

Desde nuestra perspectiva estos resultados constituyen un avance importante ya que un mayor número de estudiantes logran plantear una explicación en la que justifican adecuadamente el comportamiento anfótero del agua en el nivel sub-microscópico.

Pregunta 5 (indirecta)

<i>Pregunta</i>	<i>Aspectos que se analizan</i>
Escribe dos ejemplos de sustancias anfóteras y explica claramente por qué consideras que se comportan de esta forma.	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de alumnos que responden la pregunta. • Promedio de descriptores utilizados. • El manejo conceptual adecuado de los ejemplos. • Identificación del porcentaje de alumnos que reconocen el comportamiento anfótero del agua. • Explicación con un manejo conceptual adecuado.

Porcentaje de alumnos que responden la pregunta.

En la etapa diagnóstica esperábamos que muy pocos estudiantes contestaran la pregunta porque este tema no suele revisarse en el curso anterior y, aunque en la

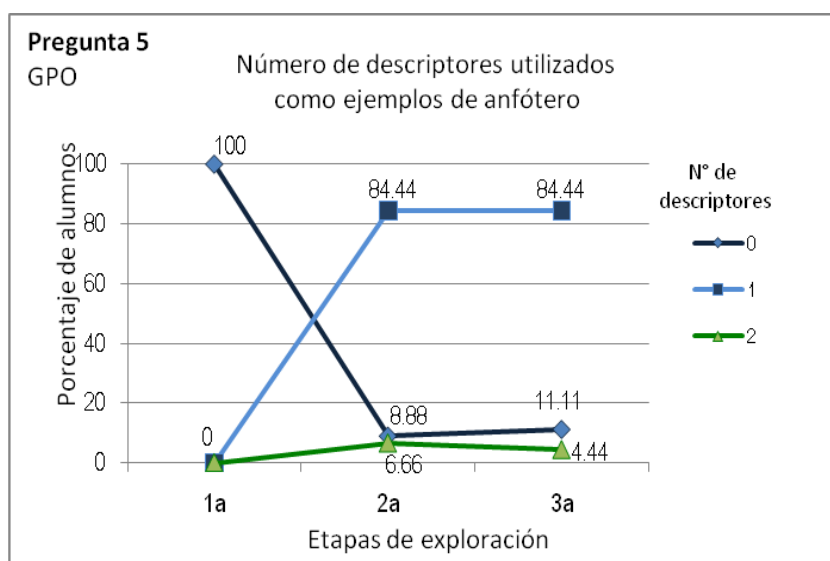
segunda exploración esperábamos un aumento en el número de alumnos que respondieran, los resultados rebasaron nuestras expectativas. Es decir, en la etapa diagnóstica sólo contestaron dos alumnos que representan el 4.44% del grupo, después de la intervención en el aula 41 estudiantes responden (91.11%) y en la exploración final 42 alumnos de 45 (el 93.33%) vuelven a contestar.

En el caso de los entrevistados en la primera exploración ningún estudiantes responde la pregunta y después de la aplicación de la propuesta didáctica los cuatro alumnos contestan.

Es claro que hay un marcado contraste entre los resultados de la primera etapa y las subsiguientes exploraciones y antes de asumir que se trata de un gran avance, consideramos necesario proceder con cautela y determinar, del total de respuestas planteadas por los alumnos, el porcentaje de descriptores en los que el manejo conceptual es adecuado.

Número de descriptores utilizados (con MCA)

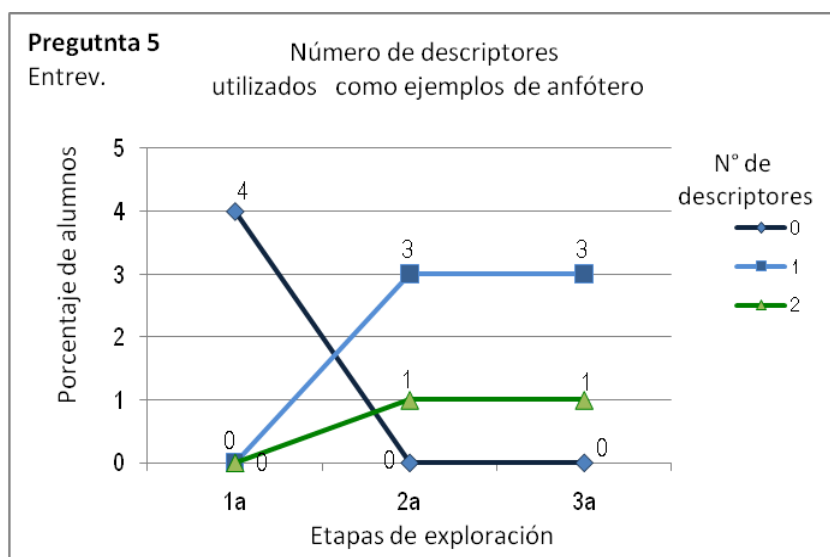
La pregunta fue diseñada para que los alumnos escribieran dos ejemplos de sustancias anfóteras y lo que observamos (gráfica 4.14.[5]) es que el porcentaje de alumnos que no pueden plantear ningún ejemplo presenta una serie de cambios muy contrastantes a lo largo de las tres etapas de exploración, es decir pasan del 100% en la etapa diagnóstica, al 8.88% después de la aplicación de la propuesta didáctica y en la última exploración el 11.11% de los alumnos siguen sin poder escribir ningún ejemplo de sustancias anfóteras.



Gráfica 4.14.[5]. Número de descriptores utilizados como ejemplos de anfótero (grupo).

Para el caso de los que si escribieron al menos un ejemplo, el porcentaje de alumnos pasa de cero en la etapa inicial, al 84.44% tanto en la segunda como en la tercera exploraciones, mientras que para los estudiantes que lograron escribir los dos ejemplos, los cambios son muy modestos ya que pasan de cero al 6.66% y en la última exploración sólo el 4.44% del grupo escribe correctamente los dos ejemplos de sustancias anfóteras

Para los entrevistados los resultados muestran una tendencia similar. Por ejemplo, en la gráfica 4.15.[5] se puede apreciar que de los cuatro estudiantes en la etapa diagnóstica, ninguno contestó la pregunta y después de la intervención en el aula todos responden. Por otra parte, son tres los estudiantes que escriben un ejemplo de un anfótero tanto en la segunda como en la tercera exploraciones y sólo un alumno logra escribir los dos ejemplos solicitados.



Gráfica 4.15.[5]. Número de descriptores utilizados como ejemplos de anfótero (entrevistados).

El hecho de que la mayoría de los alumnos sólo pudieran escribir un ejemplo (con un MCA) se puede deber a varios factores, entre los que se encuentran:

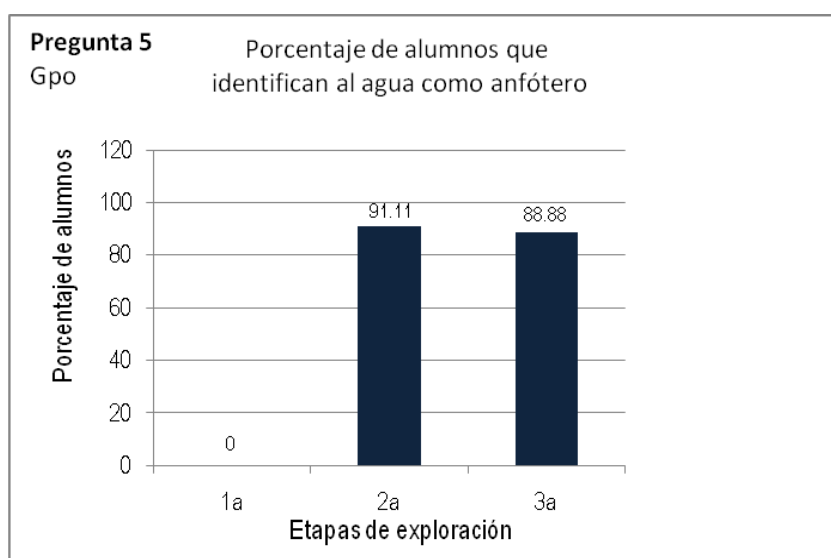
- Un escaso conocimiento y dominio de la nomenclatura. A este respecto resulta conveniente mencionar que un número considerable de alumnos, principalmente en la segunda y tercera exploraciones, escribieron los dos ejemplos de sustancias anfóteras sin embargo, un alto porcentaje de la población tiene problemas de nomenclatura.
- Hubo poco tiempo para desarrollar la propuesta didáctica en la que se revisaron tanto conceptos centrales como conceptos secundarios y para abordarlos es necesario invertir tiempo suficiente para lograr una adecuada comprensión conceptual por parte de los alumnos.

- Las limitaciones en el tiempo disponible impidieron profundizar en el estudio de los anfóteros, de tal manera que se pudiera vincular este nuevo conocimiento con los pares conjugados. Si bien el manejo de un ejemplo, por un alto porcentaje de la población, es un buen principio para avanzar en la comprensión de dichos conceptos, consideramos que el hecho de hacer evidentes las relaciones entre ambos conceptos (comportamiento anfótero y pares conjugados) incrementa las posibilidades de que el estudiante recuerde más ejemplos de sustancias que presentan este comportamiento.

Porcentaje de alumnos que identifican el agua como ejemplo de sustancia anfótera

El ejemplo al que más recurren los alumnos es el caso del agua (gráfica 4.16.[5]). Por ejemplo, durante la exploración diagnóstica ningún alumno del grupo reconoció su carácter anfótero, mientras que en la segunda etapa el 91.11% lo menciona como ejemplo y para la tercera exploración, aunque disminuye ligeramente el porcentaje de alumnos que recuerdan esta característica del agua, el 88.88% de la población grupal nuevamente lo emplea como ejemplo.

En el caso de los entrevistados, en la primera exploración ningún estudiante identificaba este comportamiento del agua y en las siguientes exploraciones, todos la usan como ejemplo.



Gráfica 4.16.[5]. Porcentaje de alumnos que identifican al agua como un ejemplo de un anfótero.

Esta respuesta tan generalizada nos llamó especialmente la atención porque las respuestas a la pregunta anterior (pregunta 3) se vinculan directamente con los resultados obtenidos para esta pregunta (y con otras que analizaremos más adelante), en

donde se hace evidente que a los alumnos les resultó muy significativa la explicación sobre el comportamiento anfótero del agua analizado desde el nivel sub-microscópico, debido a que aumenta de forma considerable el número de alumnos que recuerdan esta característica del agua después de la intervención en el aula e incluso en el largo plazo.

Explicación con un manejo conceptual adecuado

En cuanto a las explicaciones que los alumnos del grupo dan para justificar sus ejemplos, hay un marcado contraste entre la primera y las siguientes exploraciones. Por ejemplo, en la exploración diagnóstica (ver tabla 4.8.[5]) ningún estudiante logra plantear una explicación adecuada, mientras que después de la aplicación de la propuesta didáctica el 73.33% de los alumnos explican correctamente el funcionamiento de un anfótero, específicamente analizan el caso del agua y, en la última etapa aunque disminuye ligeramente, el 66.66% de la población continúa planteando una explicación conceptualmente adecuada.

Respecto a los entrevistados, al inicio ninguno de los alumnos pudo explicar adecuadamente cómo funciona un anfótero, mientras que en las restantes exploraciones, tres y después cuatro estudiantes plantean una explicación correcta en torno al funcionamiento de las sustancias anfóteras.

Tabla 4.8.[5]. Porcentaje de alumnos que tienen un MCA en su explicación

	Porcentaje de alumnos (Grupo)			Número de alumnos (Entrevistados)		
	1a	2a	3a	1a	2a	3a
Explicación con un MCA	0.0	73.33	66.66	0	3	4

Algunos alumnos mencionan en sus explicaciones que: *“el agua se comporta como anfótera según la sustancia con la que reaccione”* Alumno²⁴, *“puede ser ácida cuando cede iones H_3O^+ o básica si recibe esos iones”* Alumno³⁶.

Los resultados anteriores permiten visualizar que un porcentaje considerablemente alto de estudiantes transitan desde el desconocimiento del significado del concepto, a proporcionar ejemplos de al menos una sustancia anfótera y explicar su funcionamiento.

Sin duda se requiere realizar una serie de actividades complementarias que pudieran servir para monitorear el nivel de apropiación de dicho concepto y lograr que los alumnos lo incorporen gradualmente a su lenguaje.

Pregunta 6 (indirecta)

<i>Pregunta</i>	<i>Aspectos que se analizan</i>
<p>Esta pregunta está integrada por varios incisos, mismos que se analizan de forma separada debido a que el alumno debe:</p> <p>1) Identificar las características ácido-base del amoniaco.</p> <p>2) Reconocer la ecuación que representa la reacción del amoniaco con el agua y explicar su respuesta.</p> <p>3) Reescribir la ecuación e identificar los pares conjugados ácido-base presentes en la reacción.</p>	<p>1a) Porcentaje de alumnos que identifican del carácter básico del amoniaco.</p> <p>2a) Porcentaje de alumnos que reconocen la ecuación que representa la reacción entre el amoniaco y el agua.</p> <p>2b) Porcentaje de alumnos que explican adecuadamente los cambios que ocurren durante la reacción.</p> <p>3a) Identificación y manejo conceptual adecuado³ de los pares conjugados ácido-base.</p>

Esta pregunta tiene un alto nivel de complejidad y para contestar adecuadamente, el alumno debe:

- tener un buen manejo de la nomenclatura
- poseer información sobre el carácter ácido de una sustancia como el amoniaco.
- seleccionar una de las seis ecuaciones químicas que se le plantean
- identificar los pares conjugados presentes en la reacción y
- reescribir dichos pares adecuadamente

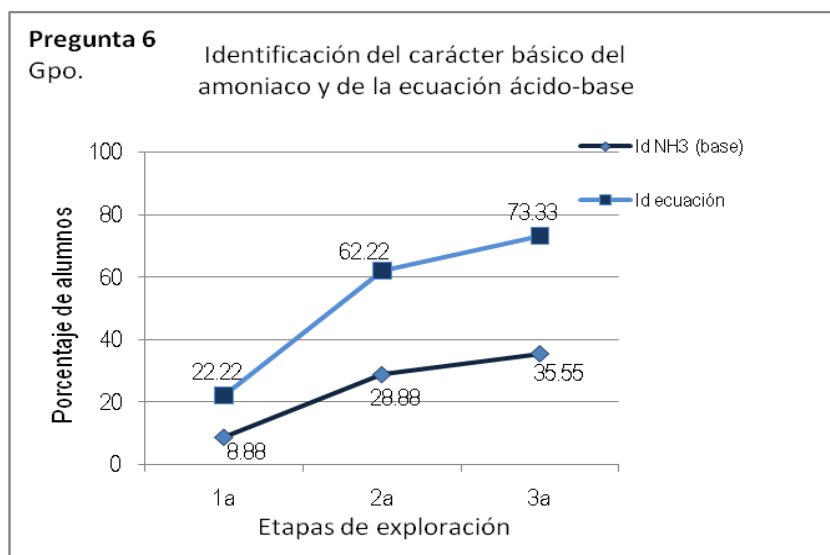
Si un alumno no cuenta con los conocimientos básicos, difícilmente logrará contestar correctamente cada una de las secciones que conforman esta pregunta. Estos problemas se hacen evidentes en el análisis que se presenta a continuación.

Porcentaje de alumnos que identifican del carácter básico del amoniaco

En la gráfica 4.17.[6] es posible observar que a lo largo de las tres etapas de exploración, hay un aumento gradual en el porcentaje de alumnos que logran identificar el carácter básico del amoniaco, dado que se pasa del 8.88% al 28.88% y finalmente el 35.55% responden adecuadamente. Si bien estos resultados son aceptables, reconocemos que para la mayor parte del grupo no es fácil reconocer el carácter básico del amoniaco siendo que en su fórmula hay hidrógeno presente. De tal manera que si se analiza el porcentaje de alumnos que no responden adecuadamente esta sección de la pregunta,

³ Para evaluar la respuesta se considera el acomodo y la asignación de cargas a las especies iónicas.

tenemos valores considerablemente altos, dado que en las respectivas exploraciones los porcentajes pasan de 91.12% a 71.12% y finalmente el 64.45% del grupo no recuerdan que el amoniaco es una sustancia básica.



Gráfica 4.17.[6]. Identificación del carácter básico del amoniaco y de la ecuación ácido-base.

Respecto a los entrevistados, al parecer esta pregunta no les representa ningún problema debido a que en la primera exploración sólo un estudiante sabe que el amoniaco es una base y después de la intervención en el aula, tres de los cuatro alumnos recuerdan su carácter básico.

Porcentaje de alumnos que reconocen la ecuación que representa la reacción entre el amoniaco y el agua.

A primera vista puede parecer que la identificación de la ecuación entre el amoniaco y el agua no representa mayor problema para los alumnos; sin embargo, creemos que el nivel de complejidad es alto dado que el aprendiz debe aplicar una serie conocimientos fundamentales para: diferenciar el amoniaco (NH_3) del ion amonio (NH_4^+); identificar el rol que desempeña el agua en la reacción; además de considerar el uso de la doble flecha como una forma de representar el equilibrio químico.

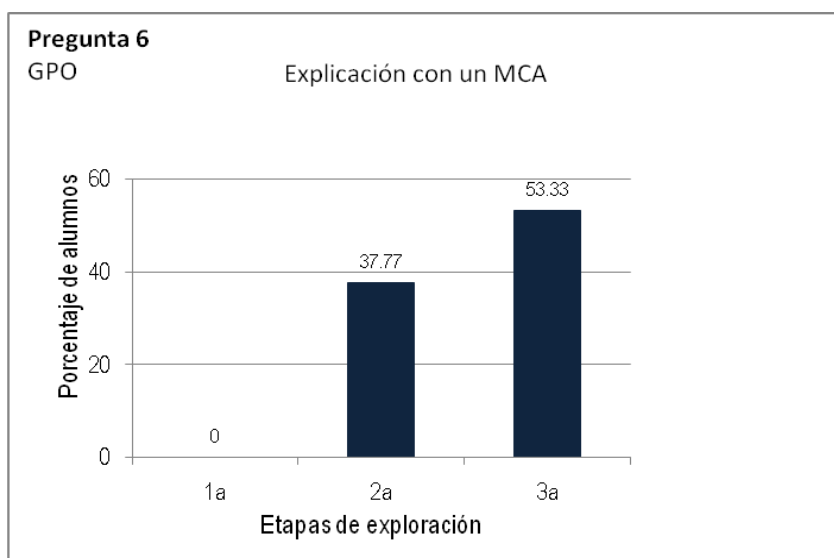
En cuanto al porcentaje de alumnos que identifican adecuadamente la ecuación química, hay un aumento importante, dado que en la primera etapa sólo el 22.22% marcan la opción correcta, mientras que después de la intervención en el aula ese valor aumenta hasta un 62.22% y en la etapa final el 73.33% del grupo responden adecuadamente.

En el caso de los entrevistados el número de estudiantes que contestan correctamente también aumenta, es decir, tanto en la primera como en la segunda exploración tres de ellos reconocen correctamente la ecuación y en la etapa final los cuatro contestan adecuadamente.

Estos resultados se pueden entender en parte, si se consideran algunos comentarios hechos por dos alumnos durante la entrevista quienes dijeron que en su curso anterior habían estudiado el tema de los ácidos y de las bases y aunque no entraron en demasiados detalles, a ellos les había quedado más o menos claro (alumnos 10 y 39).

Porcentaje de alumnos que explican adecuadamente los cambios que ocurren durante la reacción

Con la intención de averiguar si los alumnos tienen un manejo conceptual adecuado de los aspectos anteriores, se pidió una explicación de lo que sucede con los reactivos (amoníaco y agua) y los productos que se forman durante la reacción química (gráfica 4.18.[6]).



Gráfica 4.18.[6]. Explicación con un MCA.

En la primera exploración ningún estudiante del grupo, pudo explicar su respuesta, aunque en la segunda etapa el 37.77% del grupo logró explicar lo que sucede durante la reacción, y en la última exploración el 53.33% planteó una explicación conceptualmente adecuada de los cambios que se llevan a cabo durante la reacción química.

Para los entrevistados los cambios presentan una tendencia similar ya que es a partir de la segunda exploración, inclusive en la tercera etapa, que tres de los cuatro alumnos explican adecuadamente su respuesta, siendo que al inicio ninguno pudo hacerlo.

A continuación se presentan dos ejemplos de las explicaciones que los alumnos proporcionaron durante la segunda exploración sobre lo que sucede cuando reacciona el amoníaco con el agua.

“El amoníaco es una base, por lo que el agua funciona como ácido, el resultado es que se separa la molécula del agua y uno de sus hidrógenos pasa al amoníaco dando origen al ion amonio y al radical hidroxilo” Alumno 25

“El agua cede un hidrógeno al amoníaco, este se convierte en amonio con una carga positiva y se forma el ion hidroxilo” Alumno 30

Con esta explicación también se buscaba averiguar qué tan adecuado era el manejo de los conceptos directamente relacionados con el estudio de los ácidos y de las bases, así como de otros conceptos fundamentales que debería manejar un estudiante de sexto año del bachillerato.

A través del análisis de las respuestas, observamos que varios alumnos tienen un manejo no adecuado de la nomenclatura y de conceptos como elemento, molécula, partículas subatómicas, sólo por citar algunos ejemplos. Ello nos lleva a reflexionar sobre la urgente necesidad de abordar de manera más cuidadosa dichos conceptos en el curso anterior (en quinto año), que al no ser entendidos adecuadamente por los alumnos, dificultan considerablemente el aprendizaje de otros temas que se abordan en el último ciclo del bachillerato⁴.

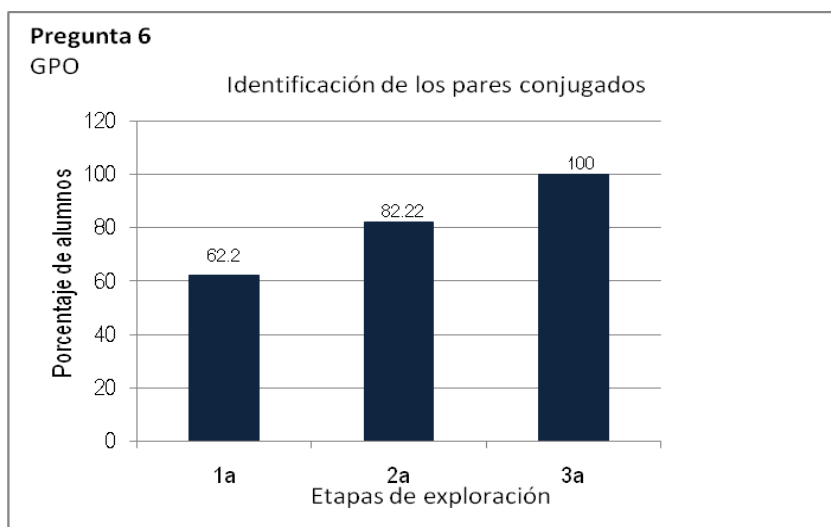
Identificación y MCA de los pares conjugados ácido-base

En cuanto a la identificación de los pares conjugados, con los resultados obtenidos en esta parte de la pregunta (gráfica 4.19.[6]) da la impresión que para un porcentaje alto de la población, el reconocer a las especies que conforman los pares conjugados presentes en la ecuación no es un problema, sin embargo, y como veremos en el análisis de la pregunta 10, muchos alumnos tienen un MCI.

Con la intención de facilitar la comprensión de la pregunta, se incluyó un ejemplo general que permitiera a los alumnos entender con toda claridad lo que se les estaba preguntando, no obstante después de analizar nuevamente el cuestionario nos percatamos que para esta sección de la pregunta, el nivel de complejidad es bajo y el ejemplo planteado probablemente indujo la respuesta. Posiblemente a ello se deban los altos porcentajes de alumnos que contestaron adecuadamente (gráfica 4.19.[6]). Por ejemplo, en la primera exploración el 62.2% del grupo es capaz de identificar los pares

⁴ Para evaluar las respuestas centramos nuestra atención únicamente en la descripción que hicieron de lo que sucede entre el amoníaco y el agua, sin considerar el MCA de otros conceptos fundamentales.

conjugados, mientras que en la segunda etapa el porcentaje es del 82.22% y en la última exploración el 100% de los estudiantes identifican correctamente los dos pares conjugados presentes en la ecuación.



Gráfica 4.19.[6]. Identificación de los pares conjugados.

Para el caso de los entrevistados, nos llamó especialmente la atención que en la primera exploración ninguno de ellos pudo identificar adecuadamente los pares conjugados, sin embargo en la segunda etapa, tres estudiantes dan una respuesta adecuada y en la última exploración los cuatro contestan correctamente.

En términos generales, los problemas más recurrentes que se detectaron en las respuestas en torno a esta pregunta se relacionan con la nomenclatura, con el acomodo de las especies químicas para conformar los pares conjugados y con la asignación de cargas eléctricas.

Pregunta 8 (indirecta)

Pregunta	Aspectos que se analizan
Existen numerosas reacciones ácido-base en las que participan sustancias ácidas y sustancias básicas. Elige un ácido y una base, escribe sus fórmulas y plantea la ecuación química que represente de mejor manera lo que ocurre durante la reacción.	Número de alumnos ⁵ que: <ul style="list-style-type: none"> • Contestan la pregunta. • Tienen un manejo conceptual adecuado para el ácido y para la base. • Citan distintos ejemplos de ácidos y bases • Escriben la ecuación • MCA y MCI de la ecuación

⁵ El análisis de las respuestas de los alumnos para algunas preguntas como esta, se hace considerando el número de estudiantes que responden y no el porcentaje como se ha venido haciendo en los casos anteriores, esto debido al tipo de información que se obtiene para cada sección de la pregunta.

	<p>Uso de flechas (sencilla o doble)</p> <p>Consideraciones sobre los productos de la reacción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escritura del ion hidronio (H_3O^+) e identificación de los pares conjugados
--	---

A primera vista la pregunta parece muy sencilla, sin embargo y después de hacer el análisis de las respuestas, resulta evidente la gran demanda cognitiva que implica para el estudiante contestar adecuadamente, dado que debe echar mano de una gran cantidad de conocimientos. Por ejemplo, tiene que recordar las características ácido-base de las sustancias que piensa utilizar como ejemplos; debe escribir los nombres y las respectivas fórmulas; tiene que plantear la ecuación química que representa la reacción entre ambas especies químicas y utilizar correctamente la simbología para escribir la ecuación; además de plantear adecuadamente los productos que se generan durante dicho cambio químico.

El análisis de las respuestas a esta pregunta se hará por secciones, es decir, primero analizaremos el número de alumnos que contestan; posteriormente compararemos el manejo conceptual adecuado y el inadecuado⁶ que tienen para plantear tanto la fórmula como el nombre de los ácidos y las bases; después revisaremos los distintos tipos de ejemplos que plantean, de tal manera que podamos tener una idea de las sustancias ácido-base con las que están más familiarizados; enseguida analizaremos la simbología a la que recurren y específicamente tomaremos en cuenta el uso del sistema de flechas y finalmente haremos algunas observaciones en torno al tipo de productos que los alumnos consideran al escribir la ecuación química.

Número de alumnos que contestaron la pregunta

Aunque el número de alumnos que contestan la pregunta aumenta considerablemente a partir de la segunda exploración, es decir, en la fase diagnóstica sólo catorce alumnos contestan, mientras que en la segunda y tercera exploraciones el número aumenta a 39 y 38 estudiantes respectivamente, conviene aclarar que de todas las respuestas, sólo algunas son conceptualmente adecuadas (tabla 4.9.[8]). Por ejemplo, para el caso del ácido, de los 14 alumnos que contestan en la primera exploración, 12 plantean una respuesta correcta, mientras que en la segunda etapa de los 39 sólo 25 tienen un MCA y

⁶ Para esta pregunta, el manejo conceptual adecuado (MCA) está referido a los conocimientos fundamentales de nomenclatura (nombre y fórmula) de la especie química a la que se esté haciendo referencia. Cuando la respuesta no cumpla estos requisitos se considerará que hay un manejo conceptual inadecuado (MCI).

en la tercera etapa 25 alumnos de 38 escribieron adecuadamente tanto la fórmula como el nombre del ácido. En cuanto al ejemplo para la base en la primera etapa, sólo 8 alumnos tuvieron un MCA, mientras que después de la aplicación de la propuesta didáctica (segunda y tercera etapas) 28 estudiantes escribieron su ejemplo.

Número de alumnos que citan determinados ejemplos de ácidos y bases

El ácido más citado por los alumnos es el clorhídrico (HCl). Por ejemplo, en la etapa diagnóstica de los doce alumnos que contestaron, 11 recurrieron al caso de dicho ácido, después de la intervención en el aula 22 de los 25 que contestaron lo utilizaron nuevamente y en la última etapa, 23 de 25 lo emplearon como un ejemplo de una sustancia ácida. Algunos alumnos (de dos a tres) citaron otros ejemplos como el ácido sulfúrico (H_2SO_4) o el ácido nítrico (HNO_3).

En el caso de las bases, inicialmente pensamos que un número importante de estudiantes mencionarían el caso del hidróxido de sodio (NaOH), sin embargo no fue así debido a que los alumnos utilizaron otros ejemplos como el amoníaco (NH_3), el óxido de bario (BaO), el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), el óxido de calcio (CaO), el hidróxido de aluminio ($\text{Al}(\text{OH})_3$) e incluso el agua y, son realmente pocos los que recurren al ejemplo del hidróxido de sodio (tabla 4. 9. [8]) a lo largo de las tres exploraciones.

Estos resultados nos parecieron sumamente interesantes sobre todo porque después de la intervención en el aula, varios alumnos consideran el agua como ejemplo de una base y otros recurren a diversos ejemplos.

Tabla. 4.9.[8]. Número de alumnos que: contestan la pregunta, que muestran un MCA en sus ejemplos para los ácidos y las bases, tipos de ejemplos que escriben y los que muestran un MCA, así como los que tienen un MCI al escribir la ecuación química.

	GRUPO			ENTREVISTADOS		
	1a	2a	3a	1a	2a	3a
Contestaron	14	39	38	3	3	3
MCA para el ejemplo del ácido	12	25	25	3	2	3
<i>Ejemplo de ácido</i>						
• Ácido clorhídrico	11	22	23	3	2	3
• Otros ejemplos	1	3	2	0	0	0
MCA para el ejemplo de la base	8	28	28	2	1	2
<i>Ejemplo de base</i>						

• Agua	0	15	20	0	1	2
• Hidróxido de sodio	3	6	4	1	0	0
• Otros	5	9	4	1	0	0
Escribieron la ecuación						
• MCA al escribir la ecuación.	4	13	13	2	0	0
• MCI al escribir la ecuación.	1	20	23	1	3	3

En el caso específico del agua, ésta especie química fue la más mencionada por los alumnos. Por ejemplo, en la primera exploración ningún estudiante la escribió, sin embargo en la segunda etapa 15 de 28 la emplearon como ejemplo y en la etapa final 20 de 28 volvieron a considerarla en su respuesta. Si bien, cada vez es mayor el número de aprendices que toman en cuenta el caso del agua, eso no garantiza la comprensión de su comportamiento en una reacción química. Si se analizan de manera conjunta los resultados de las preguntas 5 y 8 da la impresión que para los estudiantes es muy claro que el agua, desde el nivel sub-microscópico, puede comportarse como un anfótero, sin embargo cuando se observan las respuestas de los alumnos al plantear la ecuación (datos que analizaremos más adelante) y dada la forma en la que utilizan el agua como especie química participante, es notorio que aún no han comprendido su comportamiento como base.

Uno de los casos que nos llamó la atención fue el de la alumna identificada con el número 2, quien no escribió ningún ejemplo de una sustancia ácida durante la exploración diagnóstica (figura 4.1.[8]). Después del proceso de intervención en el aula planteó que el hidróxido de litio es un ácido cuya fórmula es HLi

Figura 4.1.[8]. Alumna 2 (segunda exploración).

⁸ Existen numerosas reacciones ácido-base en las que participan sustancias ácidas y sustancias básicas. Elige un ácido y una base, escribe sus fórmulas y plantea la ecuación química que represente de mejor manera lo que ocurre durante la reacción (elige sustancias distintas a las que se mencionan en la pregunta 7 y 11).

Nombre del ácido Hidróxido de litio Fórmula HLi

Nombre de la base Dióxido de car. boro Fórmula CO₂

$$\text{HLi} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CLi}$$

y en la tercera etapa escribe que el HLi es ácido de litio

Figura 4.2.[8]. Alumna 2 (tercera exploración).

8. Existen numerosas reacciones ácido-base en las que participan sustancias ácidas y sustancias básicas. Elige un ácido y una base, escribe sus fórmulas y plantea la ecuación química que represente de mejor manera lo que ocurre durante la reacción (elige sustancias distintas a las que se mencionan en la pregunta 7 y 11).

Nombre del ácido Ácido de litio Fórmula HLi

Nombre de la base Agua Fórmula H₂O

$$\text{HLi} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{Li} + \text{OH}^-$$

En las respuestas de esta alumna son evidente dos problemas importantes: por un lado sus respuestas son inconsistentes dado que asigna dos nombres distintos a la fórmula de un mismo compuesto y por el otro, desconoce las reglas de nomenclatura para los ácidos y las bases, situaciones que la llevan a plantear respuestas conceptualmente inadecuadas.

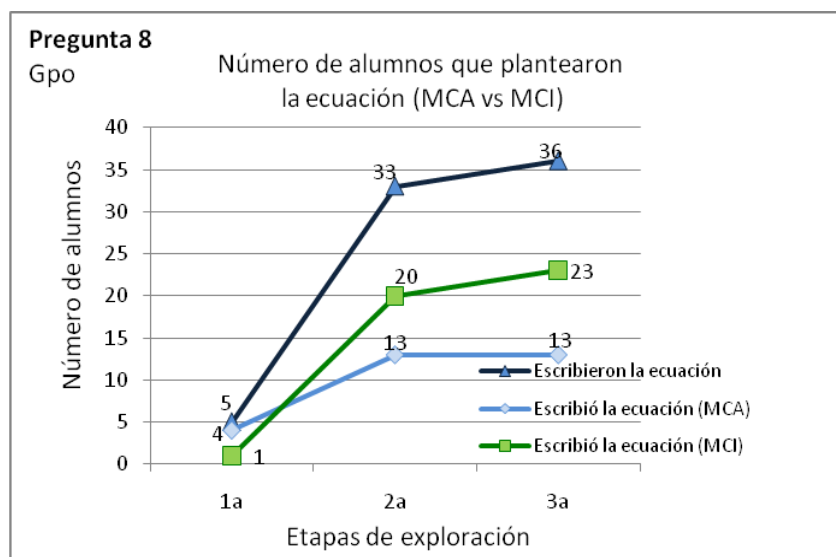
Durante la entrevista, y a través del uso de unas tarjetas en las que se encontraban anotadas las fórmulas o los nombres de algunas sustancias, se pidió a esta alumna que las clasificara como sustancias ácidas, básicas o neutras. Ella ubicó al hidruro de litio (HLi) en el bloque de sustancias ácidas bajo el criterio de que “*si en la fórmula hay hidrógeno, entonces es un ácido*”.

Esta es una de las concepciones alternativas que tiene un fuerte arraigo en las explicaciones de muchos alumnos que la asumen como regla infalible, pero cuando se les presentan casos como el del amoníaco o los hidruros, difícilmente logran estructurar una respuesta adecuada.

Número de alumnos que escribieron la ecuación química

De todos los alumnos que escribieron la ecuación química a lo largo de las tres etapas de exploración, sólo algunos ofrecieron respuestas adecuadas. A partir de los datos que aparecen en la tabla (tabla 4.9.[8]) es posible comparar el número de estudiantes cuyas respuestas son conceptualmente adecuadas frente a las conceptualmente inadecuadas. Por ejemplo, a partir de la segunda exploración el número de alumnos que tienen problemas para escribir correctamente la fórmula de las especies químicas que participan en la reacción (MCI) es mayor que el de aquellos que pueden escribirla adecuadamente

(MCA). En la gráfica 4.20.[8] se observan claramente estas variaciones a lo largo de las tres etapas de exploración.



Gráfica 4.20.[8]. Número de alumnos que plantean la ecuación (MCA y MCI).

Es decir, en la etapa diagnóstica sólo 5 estudiantes contestan, de los cuales 4 tienen un MCA y sólo uno plantea una respuesta inadecuada. Después de la intervención en el aula de los 33 que contestan, 20 tienen un MCI y sólo 13 escriben correctamente la ecuación. En la última etapa de los 36 que responden, 23 tienen un MCI y de nuevo sólo 13 plantean una respuesta adecuada.

Estos resultados son preocupantes porque no todos contestan la pregunta y los que sí lo hacen muestran un manejo conceptual inadecuado y sólo una minoría tienen un MCA.

Después de analizar las respuestas identificamos que el principal problema de los estudiantes tiene para escribir adecuadamente la ecuación tiene que ver con el uso inadecuado de la nomenclatura.

Uso de flechas

Con esta pregunta inicialmente se pretendía identificar el uso implícito de alguno de los dos modelos ácido-base a través del empleo de algunos elementos conceptuales, sin embargo ahora consideramos que lo más prudente es limitarse a identificar la tendencia que muestra el grupo en cuanto al uso de la simbología y la incorporación de algunas especies químicas en las respuestas. Nos referimos específicamente al uso de la flecha sencilla que representa una reacción irreversible (\rightarrow) o al de la doble flecha con la que se

asume el equilibrio químico (\rightleftharpoons); a la incorporación del ion H_3O^+ , así como a la identificación de los respectivos pares conjugados.

Entendemos que los alumnos se encuentren más familiarizados con el uso de la flecha sencilla y no tanto con el sistema que representa el equilibrio químico, posiblemente esto se deba a que tanto los autores de los libros de texto como los docentes, no suelen explicar las diferencias y el significado del uso de una u otra representación.

En cuanto a los resultados, en la tabla 4.10.[8] se observa, a lo largo de las tres exploraciones que son pocos los estudiantes que emplean una flecha sencilla, mientras que el uso de la doble flecha aumenta después de la intervención en el aula. Por ejemplo, en la primera exploración ningún alumno las utiliza, mientras que después de la segunda y tercera exploraciones, son 26 y 27 respectivamente los estudiantes que vuelven a utilizarlas en la ecuación.

Por su parte los resultados de los entrevistados no muestran un cambio notable ya que sólo dos estudiantes recurren al uso de la doble flecha tanto en la segunda como en la tercera exploraciones.

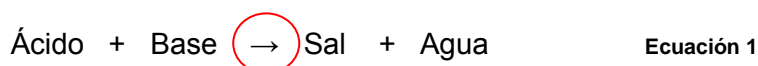
Tabla. 4.10.[8]. Número de alumnos que: emplearon distintos tipos de flechas; escribieron ciertas especies químicas y los que identifican los pares conjugados.

	GRUPO			ENTREVISTADOS		
	1a	2a	3a	1a	2a	3a
Escribieron la ecuación	5	33	36	3	3	3
Uso de sistemas de flechas						
• Utiliza \rightarrow	5	4	9	2	1	1
• Utiliza \rightleftharpoons	0	26	27	0	2	2
Especies químicas						
• Considera al ion hidronio (H_3O^+)	0	9	15	0	0	1
• Identifica los pares conjugados	0	5	5	0	0	0

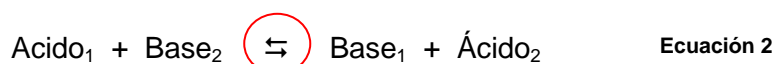
Con estos resultados lo más que podemos asumir es que los alumnos, poco a poco están haciendo nuevas incorporaciones conceptuales a sus sistemas representacionales de las ecuaciones ácido-base, y precisamente sobre el uso de esta simbología es importante hacer la siguiente aclaración.

Cuando se inició con el desarrollo del presente trabajo de tesis, se hizo la revisión de distintas referencias en las que se abordaba el estudio de los ácidos y bases. La

investigación realizada por Drechsler, M., Schmidt, H-J. en 2005 fue una de las que más llamó la atención de quien sustenta esta tesis, debido al interés particular que ponen los autores en torno al uso de dos modelos ácido-base. En dicho trabajo⁷, los investigadores plantean que las ecuaciones generales con las que se suelen representar los planteamientos del modelo de Arrhenius son:

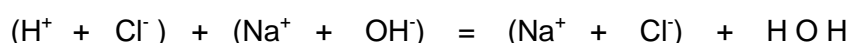


y la de Brønsted-Lowry es:



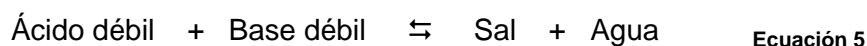
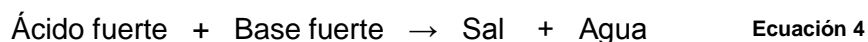
En su momento consideramos fundamental tomar en cuenta esta diferenciación (en cuanto al uso diferenciado de los dos tipos de flechas) entre las ecuaciones de los dos modelos ácido-base, sobretodo porque en los libros de texto no se suele hacer ninguna aclaración al respecto y por lo mismo muy pocos alumnos conocen el significado de una y otra representación. Por esa razón, en la pregunta 8 de nuestro cuestionario de exploración, manejamos ambas ecuaciones en las que implícitamente asumimos que el modelo de Arrhenius no considera el equilibrio químico, mientras que Brønsted-Lowry sí lo hacen, y así fue como lo manejamos durante la intervención en el aula y en las exploraciones finales.

Una vez concluida la aplicación de la propuesta didáctica, continuamos con la revisión de otros documentos importantes a partir de los cuales pudiéramos estructurar el marco teórico conceptual del presente trabajo. Uno de esos documentos es la disertación que Svante Arrhenius presentó en 1903, durante la ceremonia de recepción del Premio Nobel. En dicho documento Arrhenius, basado en los trabajos de Guldberg y Waage, Ostwald, hace una serie de planteamientos (páginas 51, 52 y 57) relacionados con la disociación completa de los ácidos y bases fuertes; el equilibrio de disociación entre los iones y las partes no disociadas de ácidos y bases débiles y también habla de la reacción de neutralización entre un ácido fuerte y una base fuerte, de hecho él representa esta reacción de la siguiente manera:



⁷ Páginas 24 y 35

Somos conscientes del error que cometimos al asumir que Arrhenius no tomaba en cuenta el equilibrio químico y ahora sabemos que la ecuación 1 es incorrecta por lo que las expresiones 4 y 5 son más adecuadas.



Desafortunadamente nos percatamos de este error después de la aplicación de la propuesta didáctica y ya no fue posible hacer las aclaraciones pertinentes con el grupo.

Por ello durante la evaluación de las respuestas hemos tomando en cuenta las ecuaciones 1 y 2, sólo que ahora consideramos el número de alumnos que usan una u otra representación sin llegar a afirmar categóricamente, sólo a partir de este hecho, que se está utilizando el modelo de Arrhenius o el de Brønsted-Lowry.

Observaciones en torno a los productos de la reacción

Para este último análisis es necesario hacer notar que a los alumnos no se les pidió incluir al ion hidronio en su respuesta ni identificar los pares conjugados, porque ya se les habían solicitado demasiadas cosas. Después de revisar las respuestas nos percatamos que algunos alumnos del grupo (un número realmente bajo), tanto en la segunda como en la tercera exploraciones, habían tomado en cuenta estos elementos conceptuales.

Respecto al uso del ion H_3O^+ la tendencia de cambio en el grupo no es muy marcada (tabla 4.10.[8]) debido a que en la exploración diagnóstica ningún alumno lo escribió, después de la intervención en el aula nueve estudiantes lo consideraron en su respuesta y en la etapa final, 15 personas lo volvieron a plantear como una especie química que participa en la reacción.

En el caso de los entrevistados no hay cambios debido a que los alumnos no incorporan el ion H_3O^+ en sus respuestas ni tampoco identifican los pares conjugados (ver tabla 4.10.[8]).

No obstante el bajo número de alumnos que incorporan estos elementos conceptuales en sus respuestas (uso de la doble flecha, empleo del ion H_3O^+ e identificación de los pares conjugados), también hubo algunos estudiantes que mostraron un avance importante.

Por ejemplo, durante la segunda exploración el alumno 42 (ver figura 4.3.[8]), toma en cuenta el agua como un ejemplo de una base y en la ecuación que plantea, da la impresión que entiende con toda claridad el comportamiento básico del agua; utiliza la doble flecha; incluye al ion hidronio como especie participante y además identifica las especies químicas que conforman los dos pares conjugados.

Figura 4.3.[8]. Alumno 42 (segunda exploración).

8. Existen numerosas reacciones ácido-base en las que participan sustancias ácidas y sustancias básicas. Elige un ácido y una base, escribe sus fórmulas y plantea la ecuación química que represente de mejor manera lo que ocurre durante la reacción (elige sustancias distintas a las que se mencionan en la pregunta 7 y 11).

Nombre del ácido ácido clorhídrico Fórmula HCl

Nombre de la base agua Fórmula H₂O

$$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$$

Otro ejemplo de respuesta es la del alumno 43 (figura 4.4.[8]) en donde son evidentes las dificultades que tiene para escribir correctamente las fórmulas tanto del ácido como de la base, aunque también es notoria la intención que tiene de diferenciar las expresiones que corresponden a cada modelo ácido-base.

Figura 4.4.[8]. Alumno 43 (segunda exploración).

8. Existen numerosas reacciones ácido-base en las que participan sustancias ácidas y sustancias básicas. Elige un ácido y una base, escribe sus fórmulas y plantea la ecuación química que represente de mejor manera lo que ocurre durante la reacción (elige sustancias distintas a las que se mencionan en la pregunta 7 y 11).

Nombre del ácido ácido clorhídrico Fórmula HCl

Nombre de la base bicarbonato de sodio Fórmula NaC₂

Arrhenius

$$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{Cl} + \text{OH}^-$$

$$\text{NaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HNaC}_2 + \text{OH}^-$$

base ácido ácido base

$$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$$

base ácido Sal Agua

$$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$$

base ácido

El alumno plantea una serie de ecuaciones distintas. En la primera (cuadro rojo) escribe la fórmula del ácido clorhídrico y el agua; utiliza la doble flecha para representar el equilibrio y como productos indica que se obtiene un compuesto cuya fórmula es el H₂Cl (expresión conceptualmente inadecuada), además de los iones OH⁻, Cl⁻ y H₃O⁺.

En la segunda ecuación (cuadro azul) el alumno escribe la reacción entre el bicarbonato (que inadecuadamente representa como NaC_2) con el agua, y considera que los productos que se forman son el HNaC_2 (MCI) que correspondería al ácido conjugado del bicarbonato de sodio. En este caso nuevamente es evidente el manejo conceptual inadecuado de la nomenclatura, aunque también es notorio que el alumno identifica el ácido y su base conjugada.

En el extremo derecho (cuadro verde), el estudiante plantea los dos pares conjugados presentes en la ecuación en donde su manejo conceptual es adecuado si se considera el acomodo de las especies químicas, pero resulta totalmente inadecuado si se revisan las fórmulas que plantea.

Por último, en el extremo inferior izquierdo (cuadro morado) el alumno escribe correctamente la ecuación en la que incluye los iones cloruro (Cl^-) y el ion hidronio (H_3O^+) que se encuentran (según la simbología que utiliza) en equilibrio con el ácido clorhídrico y el agua, y además plantea de manera adecuada los pares conjugados implicados en la reacción.

Finalmente queremos hacer notar que el estudiante escribe el nombre del modelo que considera estar utilizando, los cuales aparecen en la parte superior de los cuadros azul y morado.

Con este análisis hemos querido evidenciar que los problemas de los alumnos tienen que ver principalmente con el manejo de la nomenclatura, lo que los lleva a plantear respuestas que no pueden ser consideradas correctas. También se logra vislumbrar que este alumno (43), aunque logró comprender y aplicar parte de sus nuevos conocimientos ubicados en el modelo de Brønsted-Lowry (representación del equilibrio, formación de pares conjugados y presencia de la especie H_3O^+), incurre en errores conceptuales importantes al plantear la ecuación ácido-base.

A este respecto, cabe aclarar que desde un inicio nos percatamos de los problemas del grupo con la nomenclatura y por ello durante las sesiones de trabajo se intentó dar un repaso de algunos aspectos fundamentales, a sabiendas que no serían suficientes porque para lograr una adecuada comprensión del tema es necesario trabajar durante un largo periodo de tiempo para que los estudiantes gradualmente comprendan los aspectos fundamentales del tema y ello les permita tener un manejo conceptual adecuado de la nomenclatura; sin embargo, el atender este problema con el grupo quedó fuera de nuestro alcance, dado el poco tiempo con el que contábamos para trabajar con ellos.

Estos resultados nos llevan a reflexionar sobre la forma en la que se está abordando la nomenclatura en el ciclo anterior, ya que no está dando los resultados esperados y en su

lugar los alumnos tienen muchas dificultades al escribir o interpretar una fórmula química. Consideramos que si un alumno no tiene unas bases sólidas del tema, es poco probable que en un curso en donde se abordan conceptos de mayor complejidad el aprendiz logre subsanar dichas deficiencias, por el contrario, estas tenderán a convertirse en verdaderos obstáculos que dificultan considerablemente el aprendizaje y la adquisición de otros conocimientos.

Tomando en cuenta este problema, durante las entrevistas se preguntó a los alumnos sobre su curso de química anterior, y varios comentaron haber visto el tema, aunque el tiempo dedicado no fue suficiente y varios reconocieron que nomenclatura es uno de los temas con los que tienen más problemas.

Ahora bien, si nos limitamos a analizar el uso de los distintos elementos conceptuales, en las respuestas de los alumnos que corresponden al modelo de Brønsted-Lowry y dejamos en segundo término la nomenclatura, se podría considerar que estos alumnos están logrando nuevas adquisiciones conceptuales debido a que están empleando nuevos términos en sus respuestas, lo cual constituye un avance importante.

Pregunta 10 (indirecta)

<i>Pregunta</i>	<i>Aspectos que se analizan</i>
A continuación se presentan algunas especies químicas, encuentra aquellas que puedan conformar pares conjugados ácido-base. Trata de formar todos los pares conjugados posibles y escríbelos del lado derecho.	<ul style="list-style-type: none"> • Número de alumnos que contestan la pregunta. • Número de alumnos que tienen un manejo conceptual adecuado o inadecuado al identificar los pares conjugados. • Número de pares conjugados identificados por los estudiantes.

Número de alumnos que contestan la pregunta

A través de los tres momentos de exploración, es notorio el aumento en el número de alumnos que responden la pregunta (tabla 4.11.[10]) debido a que en la etapa diagnóstica sólo 10 alumnos contestan, en la segunda etapa aumenta a 35 y en la exploración final el 41 responden nuevamente.

En cuanto a los entrevistados la tendencia es parecida a la del grupo ya que aumenta el número de alumnos que contestan. En la primera exploración sólo dos estudiantes responden y después de la intervención en el aula (segunda y tercera etapas) los cuatro contestan nuevamente.

Si bien estos resultados muestran un interesante incremento de la población que responde, también es necesario evaluar el manejo conceptual (adecuado o inadecuado) de las respuestas, dicho análisis se presenta a continuación.

Tabla 4.11.[10]. Respuestas para la identificación de los pares conjugados.

	Número de alumnos (Gpo.)			Número de alumnos (Entrev.)		
	1a	2a	3a	1a	2a	3a
No contestaron	35	10	4	2	0	0
Contestaron	10	35	41	2	4	4
MCA	3	31	38	0	2	1
MCI	7	4	3	2	2	3

Número de alumnos que tienen un MCA y MCI al expresar los pares conjugados

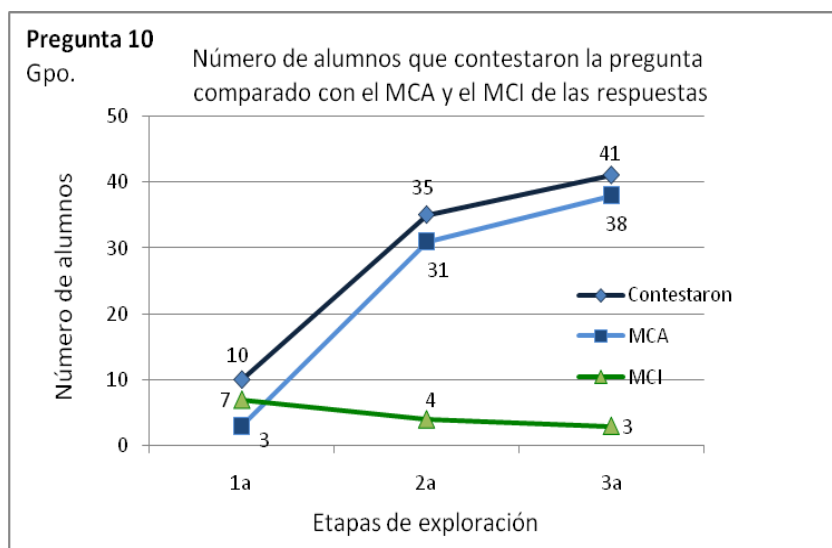
Para evaluar las respuestas de los alumnos e identificarlas como adecuadas o inadecuadas se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- La identificación de las especies que pueden conformar los pares conjugados.
- La diferenciación de la especie ácida de la básica.
- La escritura de la fórmula y acomodo correcto de cada especie química.
- El manejo adecuado de las cargas eléctricas.

Las respuestas que cubrieron estos cuatros aspectos fueron evaluadas como conceptualmente adecuadas (MCA) y las que no, se consideraron inadecuadas (MCI).

En términos generales, de todos los alumnos que contestan, la mayoría tiene un MCA y sólo un reducido número de estudiantes tienen un MCI. En la gráfica 4.21.[10] se observa que de los diez alumnos que respondieron la pregunta en la etapa diagnóstica 7 tienen un MCI y sólo 3 muestran un MCA, después de la aplicación de la propuesta didáctica 35 alumnos contestaron y de ellos 31 tienen un MCA y sólo 4 tienen un manejo inadecuado. Finalmente en la última exploración de 41 alumnos que respondieron, 38 contestaron adecuadamente y sólo 3 dieron respuestas inadecuadas.

Es notorio que un mayor número de estudiantes tienen un mejor manejo conceptual en sus respuestas y simultáneamente el MCI desciende entre la primera y la tercera exploraciones.



Gráfica 4.21.[10]. Número de alumnos que contestaron la pregunta comparado con el MCA y el MCI de las respuestas.

En el caso de los entrevistados los cambios no fueron tan contrastantes, durante la primera exploración (tabla 4. 11. [10]), ningún alumno tuvo un MCA en su respuesta y dos de ellos mostraron un MCI. Después del proceso de intervención en el aula, en las respuestas de dos estudiantes el manejo conceptual fue adecuado y para los otros dos fue inadecuado. En la última etapa, sólo un alumno tuvo un MCA y los otros tres dieron respuestas inadecuadas.

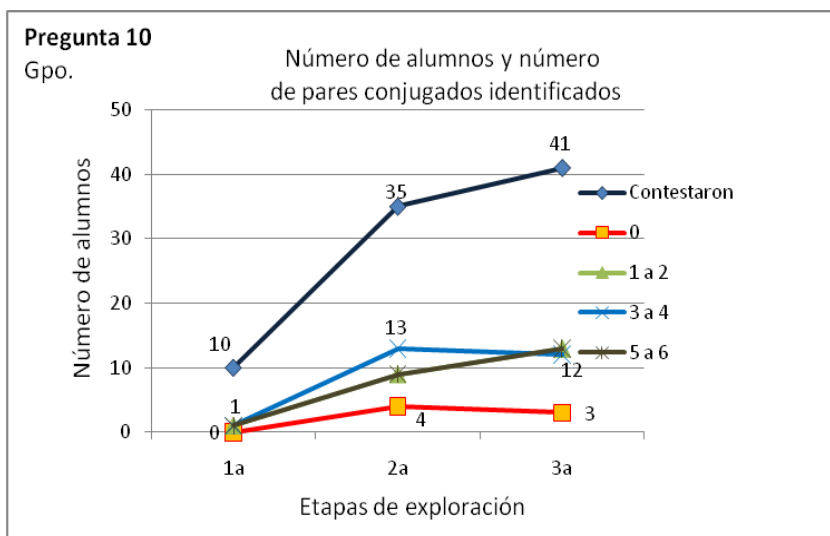
Número de pares conjugados identificados

Con la intención de facilitar el análisis, agrupamos los resultados según el número de pares conjugados que los alumnos identificaron, de tal manera que el análisis se hace considerando el número de alumnos que no identificaron ningún par, los que reconocen de 1 a 2, los que escriben de 3 a 4 pares y los que plantean de 5 a 6 pares conjugados ácido-base.

En la gráfica 4.22.[10] se observan las tendencias de variación en los resultados. Por ejemplo, el número de alumnos que no identifican ningún par conjugado se mantiene en valores considerablemente bajos a lo largo de las tres exploraciones, mientras que a partir de la segunda etapa hay una tendencia de incremento en el número de estudiantes que identifican varios pares conjugados.

En la exploración de la segunda etapa, trece alumnos reconocen de 3 a 4 pares, nueve estudiantes identifican de 3 a 4 y otros nueve escriben de 1 a 2 pares.

En la exploración final trece alumnos escriben correctamente de 5 a 6 pares, doce más reconocen de 3 a 4 pares y, otros trece estudiantes logran identificar de 1 a 2 pares ácido-base.



Gráfica 4.22.[10]. Número de alumnos y número de pares conjugados identificados.

En el caso de los entrevistados los resultados son similares y muestran la misma tendencia (ver tabla 4.12.[10]. Es decir, un mayor número de estudiantes, después de la intervención en el aula, reconocen un mayor número de pares conjugados y son capaces de escribirlos correctamente.

Tabla 4.12.[10]. Número de alumnos entrevistados y número de pares identificados.

Etapas de exploración	1a	2a	3a
Contestaron	2	4	4
Número de pares conjugados identificados			
0	0	0	1
1-2	1	1	0
3-4	1	1	2
5-6	0	2	1

En términos generales se podría decir que a partir de la segunda etapa de exploración el número de alumnos gradualmente van identificando y escribiendo correctamente un mayor número de pares conjugados y en algunos casos en la última exploración los resultados nuevamente aumentan.

Pregunta 11 (indirecta)

<i>Pregunta</i>	<i>Aspectos que se analizan</i>
Si se hace reaccionar un ácido (HA) con una base (B), se tienen concentraciones equimolares, la disolución resultante será: a) Neutra b) No sé c) Ácida d) Básica e) Anfótera f) Depende Explica ampliamente tu respuesta	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de alumnos que responden. • Explicación con MCA. • Porcentaje de alumnos según la opción seleccionada. • <i>Aspectos que los estudiantes consideran en su explicación.</i>

Conviene aclarar que este tema no suele ser abordado en cursos previos, por lo que era poco probable que los estudiantes respondieran adecuadamente en la exploración diagnóstica, ya que para hacerlo el estudiante debe tener muy claro el significado y las implicaciones del concepto de fuerza de las especies químicas, por ello la pregunta fue clasificada en un nivel de complejidad alto.

Porcentaje de alumnos que responden la pregunta

Al analizar los resultados es evidente que un mayor porcentaje de alumnos contestan la pregunta desde la primera etapa y esos valores se mantienen altos, incluso en la última exploración (tabla 4.13.[11]).

En cuanto a los entrevistados, todos contestaron en los tres momentos de exploración.

Tabla 4.13.[11]. Alumnos que responden la pregunta.

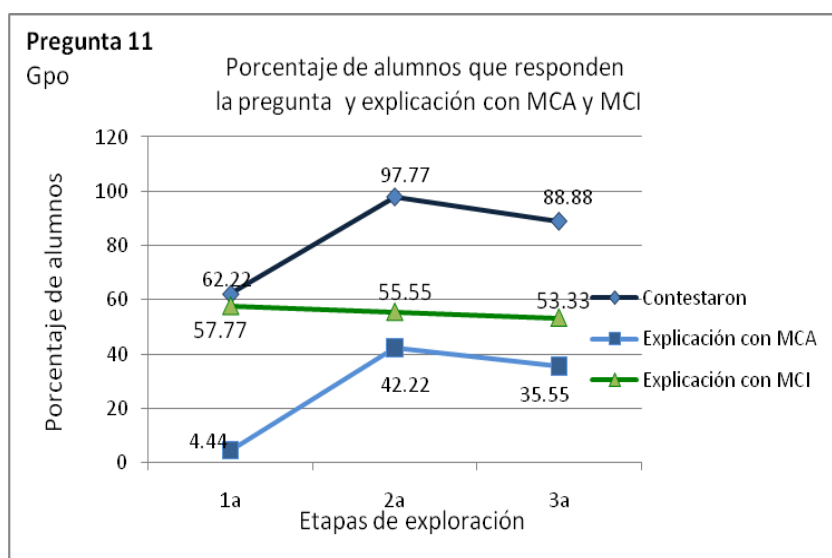
Etapas de exploración	Porcentaje de alumnos (Gpo.)			Número de alumnos (Entrev.)		
	1a	2a	3a	1a	2a	3a
Contestaron	62.22	97.77	88.89	4	4	4
No contestaron	37.77	2.22	11.11	0	0	0

Identificación del manejo conceptual adecuado o inadecuado en la explicación

Con la intención de evaluar el manejo conceptual de los alumnos se les pidió una explicación en la que plantearan las razones que los llevaron a elegir una determinada respuesta.

En la gráfica 4.23.[11] se observan los porcentajes de alumnos que responden la pregunta y de ellos vemos que sólo un porcentaje mínimo es capaz de explicar adecuadamente⁸. Por otro lado, observamos que en los tres momentos de exploración el MCI se mantiene en valores porcentuales considerablemente altos. Por ejemplo, en la etapa diagnóstica del 62.22 % de la población que responde, sólo el 4.44% de las explicaciones son conceptualmente adecuadas y el 57.77% son inadecuadas. Después de la intervención en el aula del 97.77% que da una explicación el 42.22 % de los alumnos tienen un buen manejo conceptual mientras que el 55.55% de las explicaciones son inadecuadas. Por último en la etapa final, del 88.88% que responde el 35.55% tiene un MCA mientras que el 53.33% muestra un MCI.

Si bien el porcentaje de alumnos que muestran un MCA al plantear su explicación aumenta a partir de la segunda exploración, resulta preocupante que para la mayoría del grupo el manejo conceptual sigue siendo inadecuado.



Gráfica 4.23.[11]. Porcentaje de alumnos que responden la pregunta y explicación con MCA y MCI.

A este respecto consideramos conveniente citar textualmente la respuesta de dos alumnos para ilustrar la forma en la que plantean su explicación:

“Depende de la acidez y basicidad de los compuestos pues si combinamos un ácido débil con una base fuerte, no se obtendrá el mismo resultado que si se trata de una base fuerte y un ácido fuerte” Alumno¹⁰, *“Depende de la fuerza que del ácido y de la base. La fuerza determina muchas cosas”* Alumna²⁰

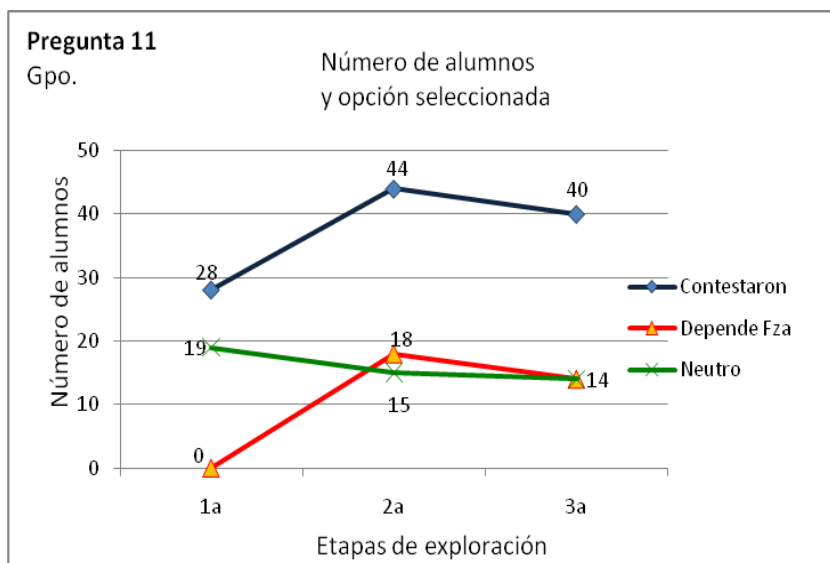
⁸ Para considerar una respuesta como conceptualmente adecuada se tomó en cuenta la incorporación del concepto de fuerza en la explicación planteada por los alumnos.

En el caso de los entrevistados, los resultados son mejores ya que todos los alumnos contestan en las tres exploraciones. En la etapa diagnóstica los cuatro alumnos responden y sólo uno de ellos tiene un MCA, mientras que las explicaciones de los otros tres estudiantes son conceptualmente inadecuadas. Después de la aplicación de la propuesta didáctica todos tienen un MCA y en la última exploración tres estudiantes volvieron a considerar el concepto de fuerza de las especies en su explicación y sólo uno tiene un MCI.

Opción seleccionada

Dada la diversidad de opciones que se tenían para contestar esta pregunta, consideramos poco práctico hacer el análisis de todas ellas, por lo que hemos seleccionado las dos respuestas más frecuentes y sólo analizaremos los resultados obtenidos para estas dos opciones

Las dos respuestas seleccionadas con mayor frecuencia por los alumnos a lo largo de los tres momentos de exploración, fueron las opciones: a) neutro y f) depende



Gráfica 4.24.[11]. Número de alumnos y opción seleccionada.

En la primera exploración (gráfica 4.24.[11]) de los veintiocho alumnos que contestan ninguno incluye una explicación basada en el concepto de fuerza, mientras que 19 afirman que la disolución resultante sería neutra.

Después de la aplicación de la propuesta didáctica, de los cuarenta y cuatro estudiantes que responden 18 explican que el resultado depende de la fuerza de las especies

químicas y sólo 15 alumnos comentan que sería neutro. En la última etapa de exploración de cuarenta alumnos que contestan, 14 vuelven a explicar que el resultado está en función de la fuerza y otros catorce alumnos afirman que la disolución sería neutra.

Hay otros factores que los alumnos consideran como determinantes y uno de los que son citados con mayor frecuencia es el pH y la combinación de otros factores como la concentración, el volumen, o simplemente no plantean ninguna explicación. En estos casos es notorio que para muchos alumnos aún no es claro el concepto de fuerza de las especies químicas y, por lo mismo, no reconocen su importancia en las reacciones ácido-base.

En el caso de los entrevistados, los resultados muestran una tendencia similar. Por ejemplo, en la exploración diagnóstica los cuatro alumnos contestan, ninguno incluye el concepto de fuerza y tres consideran que la disolución resultante será neutra. Después de la intervención en el aula los cuatro alumnos incorporan a su explicación el concepto de fuerza y ninguno vuelve a considerar la neutralidad. Finalmente en la última etapa tres estudiantes tienen presente la importancia de la fuerza como factor determinante y nadie dice que el producto será neutro.

Al analizar estos resultados observamos que después de la intervención en el aula, aumenta considerablemente el número de alumnos que explican que el resultado depende de la fuerza de las especies químicas participantes y disminuye ligeramente el número de alumnos que consideran la neutralidad como las características de la disolución resultante de la reacción ácido-base.

Esto constituye un avance importante porque varios alumnos están incorporando parte del razonamiento del modelo de Brønsted-Lowry desde el cual se explica que no todas las reacciones ácido-base son reacciones de neutralización y que el resultado final de una reacción ácido-base depende en gran medida de la fuerza de las especies químicas que participen en la reacción, aunque también reconocemos que el número de alumnos que aún no tiene un manejo conceptual adecuado del concepto de fuerza se mantiene en valores elevados a lo largo de todo el proceso.

4.2.2.1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS PREGUNTAS INDIRECTAS

Tabla 4.14. Resumen de los resultados correspondientes a las preguntas indirectas.

Exploración diagnóstica	Cambios observados después de la aplicación de la propuesta didáctica (2ª y 3ª exploraciones)
<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de las preguntas no son contestadas. • En términos generales el manejo conceptual de los pocos alumnos que respondieron es inadecuado. • Manejo inadecuado de diversos conceptos fundamentales, entre ellos la nomenclatura. • Desconocimiento de conceptos como: anfótero, pares conjugados, fuerza de las especies químicas. • Identificación de diversas concepciones alternativas en torno a las características ácido-base de distintos materiales. • Difícilmente plantean una ecuación ácido-base de forma adecuada • En general no tienen problemas para reconocer el las características neutras del agua (analizadas desde el nivel macroscópico), sin embargo ningún alumno reconoce el comportamiento anfótero del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • En términos generales aumenta el número de alumnos que responden las preguntas. • Un alto porcentaje de alumnos amplía sus esquemas representacionales en torno a las características ácido-base del agua debido a que pueden explicar adecuadamente el comportamiento de esta sustancia, no sólo en el nivel macroscópico sino también en el sub-microscópico. • Los alumnos utilizan sus nuevos conocimientos (en torno al carácter anfótero del agua) para responder distintas preguntas. • Los alumnos gradualmente incorporan el uso de distintos elementos conceptuales del modelo de Brønsted-Lowry (como son: el manejo del nivel sub-microscópico, el uso del ion hidronio (H_3O^+) como especie química importante en las reacciones ácido-base, la identificación de los pares conjugados, el uso de la doble flecha que representa un sistema en equilibrio, el concepto de fuerza de las especies químicas, la diferenciación entre las reacciones ácido-base y las de neutralización), por lo que sus explicaciones se tornan más complejas, consistentes y muestran un mejor manejo conceptual. • Aún prevalecen problemas en cuanto al manejo de conceptos fundamentales y entre ellos la nomenclatura, lo cual se constituye como un verdadero obstáculo para que los alumnos planteen respuestas conceptualmente adecuadas.

4.2.3. CATEGORÍA DE PREGUNTAS CONTEXTUALES

Las preguntas que conforman esta categoría son: 2 Y 4

Pregunta 2 (contextual)

<i>Pregunta</i>	<i>Aspectos que se analizan</i>
Escribe dos ejemplos de materiales ácidos y dos ejemplos de materiales básicos que consumas habitualmente como los que usas en casa, en la escuela, cuando te enfermas, cuando viajas, al hacer deporte, etcétera.	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de alumnos que responden la pregunta. • MCA de los ejemplos planteados. • Ejemplos citados con mayor más frecuencia. • Identificación de concepciones alternativas.

Esta pregunta fue clasificada en un nivel de complejidad bajo debido a que el alumno no tenía que hacer un gran esfuerzo cognitivo para contestarla dado que se trata de materiales de uso cotidiano con los que está familiarizado.

Porcentaje de alumnos que responden la pregunta

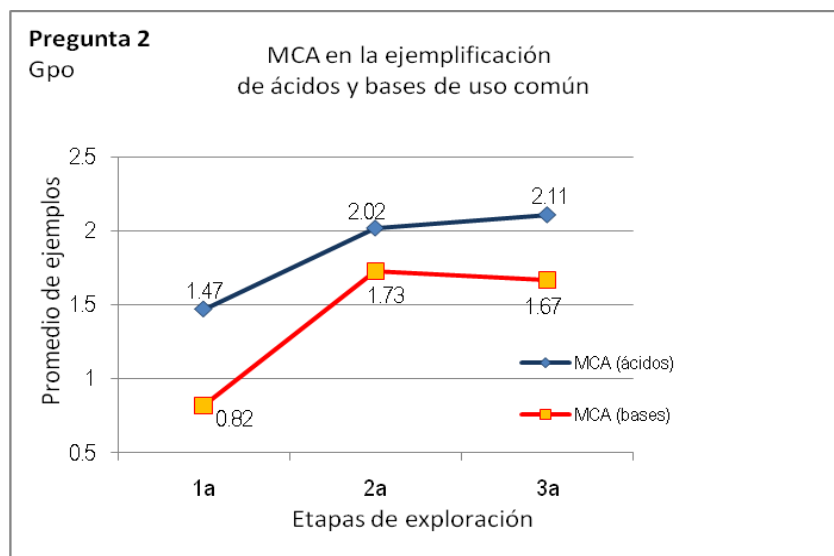
Con base en las respuestas de los estudiantes es evidente que se trata de una pregunta sencilla que no representó mayor problema para ellos debido a que en los tres momentos de exploración los porcentajes son considerablemente altos. Por ejemplo, en la exploración diagnóstica el 86.66% de la población contestó y en las otras dos exploraciones, el porcentaje aumentó de tal manera que el 100% del grupo respondió la pregunta. Lo mismo ocurrió con los cuatro entrevistados quienes respondieron durante las tres exploraciones.

MCA de los ejemplos planteados para los ácidos y las bases

Al analizar estos resultados es notorio que hay un ligero el aumento en el promedio de ejemplos que citan los alumnos, los cuales en términos generales presentan un manejo conceptual adecuado, aunque también conviene aclarar que en varias respuestas se identificaron algunas concepciones alternativas, mismas que comentaremos más adelante.

Si se comparan los valores promedio de los ejemplos planteados, es evidente que para los alumnos resulta más fácil escribir ejemplos de ácidos que de bases (gráfica 4.25.[2]). Por ejemplo, en la primera exploración el promedio de ejemplos para los ácidos alcanza un valor de 1.47, mientras que para las bases es de 0.82. Después de la intervención en

el aula, el promedio para los ácidos es de 2.02 y para las bases de 1.73, mientras que en la tercera exploración, los porcentajes son de 2.22 y 1.67 respectivamente.



Gráfica 4.25.[2]. MCA en la ejemplificación de ácidos y bases de uso común.

Los resultados de los entrevistados presentan una tendencia muy similar aunque en términos generales los valores promedio se encuentran ligeramente por arriba de los alcanzados por el resto del grupo. En la etapa diagnóstica (ver tabla 4.15.[2]) los valores promedio son de 2.0 para los ácidos y de 1.75 las bases, después de la aplicación de la propuesta didáctica los valores aumentan a 2.3 y 2.5 respectivamente y en la última exploración los promedios de ejemplos para los ácidos alcanzan un valor de 2.5 y para las bases de 1.8.

Tabla 4.15.[2]. Promedio de ejemplos de ácidos o bases de uso común.

Promedio de ejemplos	Entrevistados		
	1a	2a	3a
Ácidos	2.0	2.3	2.5
Bases	1.75	2.5	1.8

Ejemplos citados con mayor frecuencia por los alumnos y análisis del manejo conceptual (adecuado e inadecuado) de los ejemplos

Entre los ejemplos de materiales ácidos más citados por el grupo en la exploración diagnóstica se encuentran: la salsa, el yogurt, los cítricos, el vinagre, el refresco, el

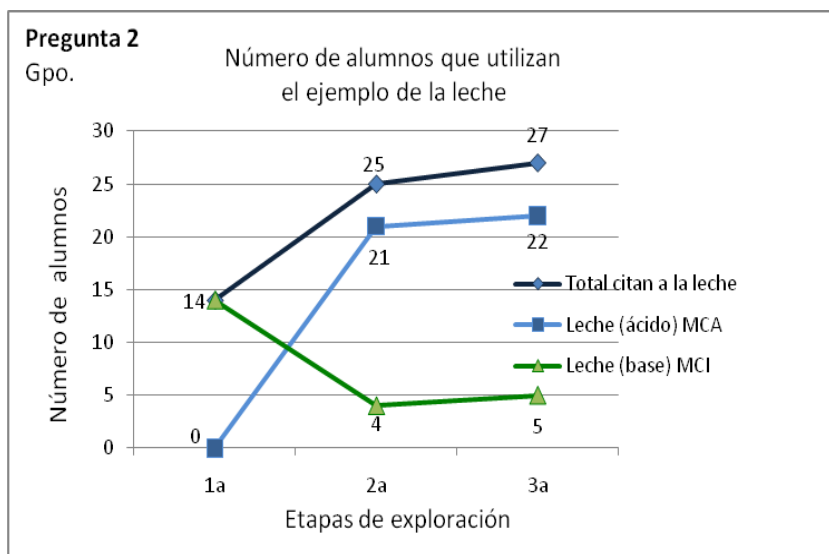
clarasol (MCI), el amoniaco (MCI), entre otros; mientras que para los productos básicos mencionaron los casos del jabón, la leche (MCI), la sosa, el detergente, el vinagre (MCI), el melox®, el refresco (MCI), etcétera.

Al hacer el análisis de las respuestas se identificaron dos productos que son utilizados con mayor frecuencia por los estudiantes, se trata de la leche y el clarasol. Primero analizaremos el caso de la leche y posteriormente el del clarasol.

El caso de la leche

De los catorce alumnos que usan el ejemplo de la leche (ver gráfica 4.26.[2]) ninguno reconoce su carácter ácido (MCA) en cambio los 14 consideran que se trata de una base (MCI).

Después de la intervención en el aula 25 estudiantes vuelven a incluirla como ejemplo, sin embargo, ahora 21 alumnos tienen un MCA y la usan como ejemplo de un material con características ácidas y sólo 4 estudiantes siguen considerándola como una base. En la tercera exploración, 27 personas vuelven a citarla y de ellos 22 alumnos tienen un MCA y en 5 casos el manejo conceptual es inadecuado.



Gráfica 4.26.[2]. Número de alumnos que utilizan el ejemplo de la leche.

Por su parte ninguno de los entrevistados usa el caso de la leche en la primera exploración, no obstante en la segunda y tercera exploraciones (dos y tres alumnos respectivamente) lo mencionan y todos reconocen su carácter ligeramente ácido (MCA).

Parte de estos resultados podrían entenderse si se consideran algunos detalles que se plantean a continuación entre ellos el fragmento de la conversación que se sostuvo con una alumna (tabla 4.16.[2]).

Durante la realización de la actividad 1 (de la propuesta didáctica) se trabajó en el aula con un conjunto de imágenes entre las que se encontraba la leche. Al desarrollar la dinámica grupal, para muchos alumnos se complicó considerablemente el determinar si la leche es ácida, básica o neutra. Durante la discusión en plenaria, algunos alumnos argumentaron que era básica porque *“muchos médicos recetan a los pacientes con gastritis, tomar las pastillas con leche”*, otros dijeron que *“es neutra porque no sabe ni a ácido ni tampoco es amarga como las bases”*, otros más comentaron que era ácida pero no pudieron explicar las razones. Al finalizar la sesión una alumna se acercó con quien sustenta este trabajo de tesis y planteó lo siguiente:

Tabla 4.16.[2]. Fragmento de la conversación con una alumna

Alumna	Bueno maestra, entonces qué onda con la leche, ¿es ácida, básica o neutra?
Profesora	¿Qué te parecieron los argumentos que acabas de escuchar de tus compañeros?
Alumna	Pues sólo me confundieron más.
Profesora	¿Ninguno te convenció?
Alumna	No, la verdad no. Sabe, el otro día el maestro de biología mencionó que la leche es básica, el de educación para la salud dijo que es ácida y algunos de mis compañeros dijeron que es neutra, ¡entones ya no sé!, ¿me va a decir?
Profesora	Me parece muy interesante lo que comentas y antes de contestarte me gustaría saber si se te ocurre algo para salir de esta duda.
Alumna	Humm, la alumna se queda pensando
Profesora	Mira, si ahorita te doy la respuesta sólo voy a proporcionarte un dato más y seguramente olvidarás esa información muy pronto, pero si encontramos alguna manera de averiguar y demostrar cuáles son las características de la leche, entones es probable que no lo olvides ¿qué te parece?
Alumna	Mhum, bueno creo que tiene razón.
Profesora	A mí me gustaría que para la próxima sesión prepararas una propuesta ⁹ , en borrador, algo muy sencillo, para que entre todos averigüemos no sólo el caso de la leche sino de otros materiales que se analizaron en esta sesión, ¿qué dices?
Alumna	OK, me parece bien

⁹ En la estructura de la propuesta didáctica, ya estaba contemplada la realización de esta actividad por parte de todo el grupo, por lo que al inicio de la siguiente sesión se pidió a los alumnos formar equipos para diseñar el plan de trabajo que permitiera identificar el carácter ácido-base de diversos materiales.

Con esta respuesta se buscaba involucrar a la alumna en el diseño de la actividad experimental. Cabe mencionar que cuando terminó la charla con la chica, otros alumnos se habían aproximado y escucharon gran parte de la conversación.

En la sesión experimental varios alumnos llevaron distintas muestras de leche (leche entera, descremada y materna) e hicieron la determinación del pH y durante la discusión se retomó el caso de la leche y varios estudiantes hablaron sobre sus ideas anteriores en torno a la leche y el contraste con los resultados obtenidos durante la sesión. Algunos manifestaron su sorpresa porque tenían la seguridad de que la leche era una base y de allí surgieron muchas inquietudes del grupo en torno a:

- Por qué se recomienda a los paciente que tienen problemas de gastritis tomar los medicamentos con leche
- El uso de los antiácidos
- El consumo de yogurt, de picante y de otros alimentos irritantes.

La sesión de discusión se prolongó más allá de lo previsto debido al interés que suscitaron los resultados obtenidos para la leche.

Al parecer el caso de la leche resultó significativo para bastantes alumnos y esto se ve reflejado en los resultados obtenidos a partir de la segunda exploración en donde los estudiantes tienen un mejor manejo conceptual y aún en el largo plazo no se olvidan del carácter ácido de la leche.

Otra conversación que nos llamó la atención fue en la entrevista con la alumna 39 (tabla 4.17.[2]), en la siguiente tabla se presenta un pequeño fragmento de sus comentarios.

Tabla. 4.17.[2]. Fragmento de la entrevista con la alumna 39.

Profesora	En la segunda y tercera exploración pusiste el caso de la leche ¿Por qué elegiste ese ejemplo? En el primer cuestionario no aparece, pero sí en el segundo y en el tercero.
Alumna	¡Ah!, porque cuando estábamos revisando el tema, creo que hubo un debate en el salón, de que había diferentes tipos de leche y que cada leche tenía un pH diferente, entonces cuando hicimos el experimento nosotros trabajamos con la leche materna y otra que trajo otro equipo, entonces vimos diferencias, pero pues no sé, como que el debate hizo que mi amiga y yo empezáramos a investigar sobre eso...

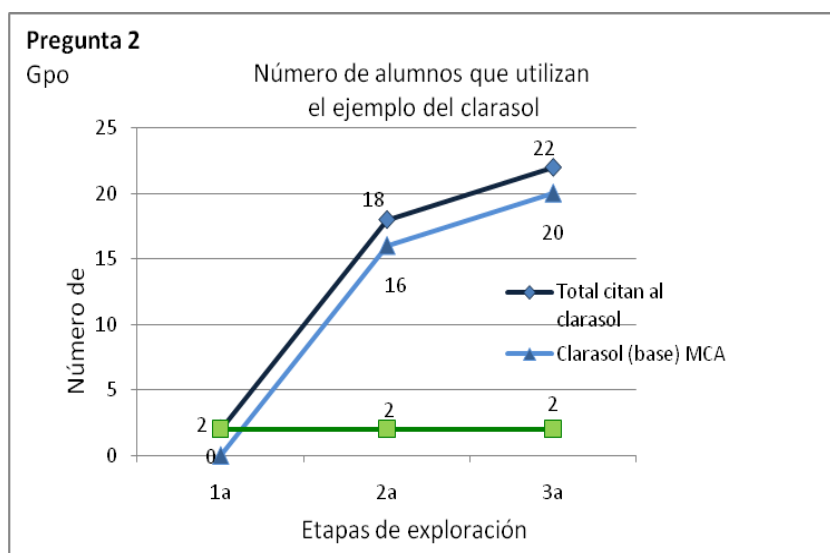
En el caso de esta alumna, el debate sirvió para activar su curiosidad y la llevó a investigar sobre el tema y al no encontrar información confiable en internet, la actividad experimental y la discusión posterior a la práctica le resultó muy útil

El caso del clarasol

En cuanto al ejemplo del clarasol también ocurren cambios importantes (gráfica 4.27.[2]). Por ejemplo, en la etapa diagnóstica sólo dos alumnos usan el ejemplo del clarasol y los dos tienen un MCI.

Después de la aplicación de la propuesta didáctica 18 estudiantes usan el ejemplo del clarasol y de ellos 16 reconocen sus características básicas (MCA) y sólo 2 lo usan como ejemplo de un ácido. En la etapa final, 22 alumnos citan nuevamente esta sustancia y de ellos 20 recuerdan sus características básicas y dos vuelven a tener un MCI al considerar que el clarasol es un ácido.

Al observar los resultados de los entrevistados respecto al uso del ejemplo del clarasol, al parecer se trata de un caso que no les llamó especialmente la atención dado que sólo un alumno (después de la intervención en el aula) lo cita y no vuelve a aparecer en ningún otro momento.



Gráfica 4.27.[2]. Número de alumnos que utilizan el ejemplo del clarasol.

En estos resultados se observa que hay una mejoría considerable en los ejemplos que plantean los alumnos. El manejo conceptual mejora mucho después de la intervención en el aula y, sólo un reducido número de estudiantes continúa teniendo un MCI, incluso se

podría considerar que se trata de un primer avance hacia la reestructuración de algunos conocimientos previos, ya que en el largo plazo los estudiantes siguen recordando las características ácido-base de las sustancias que se mencionaron a lo largo de las distintas actividades que conforman la propuesta didáctica.

Identificación de algunas concepciones alternativas

Después de analizar las respuestas de los alumnos detectamos algunas concepciones alternativas en torno al carácter ácido-base de ciertos productos de uso cotidiano, tal es el caso de la leche, el clarasol, el vinagre, sólo por mencionar algunos ejemplos. En el caso de los entrevistados se tomaron en cuenta las concepciones alternativas en torno al carácter ácido-base del vinagre, y se preguntó a dos alumnas para tratar de entender las razones que las llevaron a asumir que el vinagre es una base. En las tablas 4.18.[2] y 4.19.[2] se incluyen algunos fragmentos de las entrevistas con las alumnas 2 y 20.

Tabla 4.18.[2]. Fragmento de la entrevista con la alumna 2.

Profesora	¿Te gusta el sabor del vinagre?
Alumna	No, casi no lo he probado y no, no me gusta.
Profesora	¿Cómo definirías el sabor del vinagre de las veces que lo has probado?
Alumna	¿Amargo?
Profesora	Para ti, ¿es amargo el vinagre?
Alumna	Mhum (rie), es que yo no sé diferenciar bien los sabores, pero creo que es una base y supuestamente las bases son amargas, ¿no?
Profesora	¡Ah!, bueno esa es una forma de identificar a las bases. Me llama la atención que en los dos últimos momentos de aplicación del cuestionario dices que el vinagre es una base, ¿en tu casa acostumbran comer ensaladas?
Alumna	Más o menos
Profesora	y ¿le ponen vinagre?
Alumna	No, casi nada de condimento
Profesora	¡Ah!, pues fíjate que el vinagre no es una base
Alumna	¡Ah!, órale
Profesora	Es un ácido
Alumna	¡Ah!, no lo sabía.

Esta alumna no está muy familiarizada con el sabor del vinagre y dicha sustancia no es de su agrado porque lo percibe como una sustancia amarga y por eso considera que se trata de una base.

En el caso de la alumna 20 la situación es un poco diferente, pero la concepción alternativa es la misma.

Tabla 4.19.[2]. Fragmento de la entrevista con la alumna 20.

Profesora	El vinagre, ¿es ácido, es base o es neutro?
Alumna	Yo digo que es como base
Profesora	¿Por qué?
Alumna	Porque bueno, cuando se hacen chiles en vinagre se usa para que se conserven los chiles. Cuando mi mamá prepara chiles que pican y no se terminan, ella les pone vinagre y duran como una semana...me dijo que el vinagre es para que se conservara el sabor del chile y entonces (el vinagre) es base porque el chile tiene ácido.
Profesora	¿El chile tiene ácido?
Alumna	Sí
Profesora	¿Qué ácido tiene el chile?
Alumna	No sé, tiene ácido
Profesora	Entonces, si el chile es ácido...
Alumna	El vinagre tiene que ser básico
Profesora	¿Por qué?
Alumna	Porque las bacterias que están en el chile, humm como no podemos cerrar herméticamente el recipiente, humm... pues no sé. Su respuesta se tornó muy vaga y la alumna ya no hizo ningún comentario adicional.

En este caso la alumna asume que si el chile es ácido, entonces el vinagre tiene que ser básico. Lamentablemente la alumna no alcanza a estructurar la explicación completa y de pronto dice no saber. No insistimos más porque la entrevista se había prolongado un poco más de lo previsto y la alumna tenía actividades programadas, por ello se dio por terminada la entrevista.

En ambos casos se da por hecho que el vinagre es una base, pero el origen de dicha concepción es muy distinto. Desafortunadamente durante el proceso de intervención en el aula no nos percatamos de algunas de estas ideas de los alumnos, porque no se hicieron evidentes durante la exploración diagnóstica, sin embargo en la segunda y tercera exploraciones en las que los estudiantes contestaron un mayor número de preguntas, estas concepciones se detectaron, y dado que el periodo de intervención en el aula había concluido, no fue posible retomar el tema y hacer las aclaraciones pertinentes en torno a las principales concepciones alternativas detectadas, salvo con las dos alumnas entrevistadas.

Después de la intervención en el aula hay un cambio en las respuestas que nos llevan a suponer que los estudiantes han logrado reestructurar parte de sus conocimientos previos y han construido nuevos saberes en torno a las características ácido-base de ejemplos como la leche, el clarasol y ello los ha llevado a tener un mejor manejo conceptual en sus respuestas.

Pregunta 4 (contextual)

La presente pregunta está conformada por tres planteamientos que bien pueden considerarse cada uno como una pregunta independiente, sin embargo se agruparon en una sola debido a que con cada una de ellas se buscaba evidenciar el MCA de los alumnos respecto a los conceptos de acidez y pH.

Para estructurar cada una de las tres secciones (a, b y c) se buscó analizar las características ácido-base del vinagre, de la leche y del jugo de limón. A pesar de que los tres materiales son de uso cotidiano, el nivel de complejidad de cada sección es alto debido a que los alumnos deben identificar el carácter ácido base de cada uno, además de vincular los cambios de acidez con las variaciones de pH.

Cabe aclarar que para la revisión del tema de acidez y pH se dedicó muy poco tiempo, dadas las condiciones de trabajo que ya se han mencionado, por lo que no esperábamos grandes cambios en las respuestas de los estudiantes, sin embargo y a pesar de ello, se perciben algunos cambios en las respuestas que consideramos muy interesantes.

El análisis de cada sección se hace por separado con la intención de evidenciar parte de la problemática asociada con el manejo de los conceptos de acidez y pH.

Pregunta 4a (contextual)

<i>Pregunta</i>	<i>Aspectos que se analizan</i>
<p>4a) Se tiene una disolución de vinagre y se quiere aumentar el pH, ¿qué adicionarías?</p> <p>a) Bicarbonato b) Jugo de limón c) Sal d) Aspirina</p> <p>Se pide explicación.</p> <p>Nota: la respuesta correcta está marcada con negritas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de alumnos contestan la pregunta. • Número de alumnos que seleccionan la respuesta correcta y proporcionan una explicación con MCA. • Identificación de posibles concepciones alternativas.

Porcentaje de alumnos que responden la pregunta

En esta pregunta se plantea el caso del vinagre y se pide al alumno indicar cuál es la sustancia que debe adicionar para aumentar el pH de la disolución.

En este caso observamos que la mayoría del grupo respondió la pregunta en los tres momentos de exploración y sólo un reducido número de alumnos no contesta. Esto puede tomarse como un primer indicio de que el nivel medio de complejidad de esta sección de la pregunta.

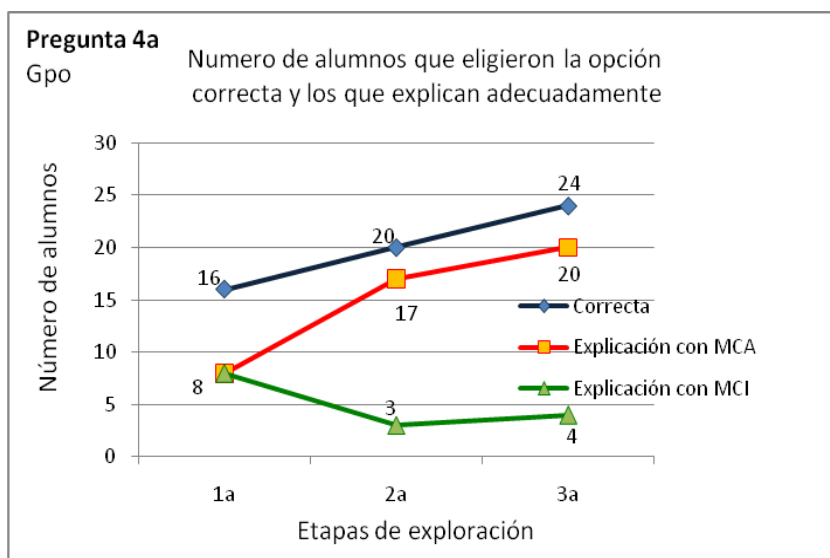
En la primera exploración el 88.88% de los alumnos respondieron, después de la intervención en el aula el porcentaje se incrementó hasta alcanzar el 91.11% y en la última etapa hubo un nuevo aumento dado que el 93.33% contestó la pregunta.

Ahora bien, antes de hacer cualquier comentario es conveniente identificar el número de alumnos que eligieron la opción correcta, además de determinar cuántos muestran un MCA en su explicación

Número de alumnos que seleccionan la respuesta correcta y proporcionan una explicación con un manejo conceptual adecuado (MCA) o inadecuado (MCI)

Con la intención de evidenciar el manejo conceptual que tienen los alumnos de los conceptos de acidez y pH se pidió explicar su respuesta. En los resultados que aparecen en la gráfica 4.28.[4a] se aprecia un ligero aumento del número de estudiantes que seleccionan la opción correcta y los que explican de forma adecuada las razones que los llevaron a elegir dicha opción muestran un incremento consistente a lo largo de las dos últimas exploraciones. Por ejemplo, en la primera etapa de los 16 que eligen la opción correcta 8 tienen un MCA y para el resto su manejo es inadecuado. Después de la aplicación de la propuesta didáctica de los 20 que eligen la opción a), 17 plantean una

explicación adecuada (MCA) y sólo 3 tienen un MCI. En la última exploración de los 24, veinte explican correctamente y 4 ofrecen una respuesta inadecuada.



Gráfica 4.28.[4a]. Número de alumnos que eligieron la opción correcta y los que explicaron adecuadamente

En el caso de los entrevistados, tanto en la primera como en la segunda exploraciones, dos estudiantes eligen la opción correcta y en la última fase todos contestan adecuadamente. En cuanto a la explicación, en las dos primeras exploraciones sólo un estudiante explica correctamente y en la tercera etapa tres alumnos logran un MCA.

Identificación de concepciones alternativas

Al analizar las respuestas y las explicaciones de los alumnos, tanto del grupo como de los entrevistados, se hicieron evidentes un conjunto de concepciones alternativas que consideramos importante citar a continuación para entender parte de las razones que plantearon en sus explicaciones. Por ejemplo, algunos alumnos afirman que:

“el limón es ácido por eso aumenta el pH” Alumnos 45, 40, 6

Estos estudiantes consideran que el aumento de la acidez es directamente proporcional a la variación del pH.

“el vinagre es una base y el jugo de limón lo irá neutralizando y en consecuencia aumentaría su pH” Alumno 9

El alumno tiene la concepción alternativa de que el vinagre es una base y asume que toda reacción ácido-base es una neutralización.

“pues el vinagre es ácido y si echas jugo de limón (ácido) aumenta el pH”

Alumnos 27 y 36

“El jugo de limón, porque es ácido y los ácidos tienen un pH elevado” Alumno 43

Los alumnos piensan que los ácidos tienen valores de pH altos.

“La sal es una sustancia básica” Alumnos 11 y 18

“Aspirina, porque creo que tiene un pH elevado” Alumno 3

Piensan que la aspirina es una base

“la aspirina es una base fuerte porque se emplea para aliviar la acidez estomacal” Alumno 20

Este alumno asume que si la aspirina se utiliza para aliviar el dolor causado por la acidez estomacal (debido a un exceso de ácido clorhídrico), entonces la aspirina debe tener características básicas.

Estas concepciones alternativas permiten entender el porqué los alumnos seleccionaron la opción incorrecta y también es claro que varios estudiantes tienen confusión en cuanto al manejo conceptual de la acidez y del pH, así como de las implicaciones de la variación de uno u otro parámetro.

Pregunta 4 (sección b) contextual

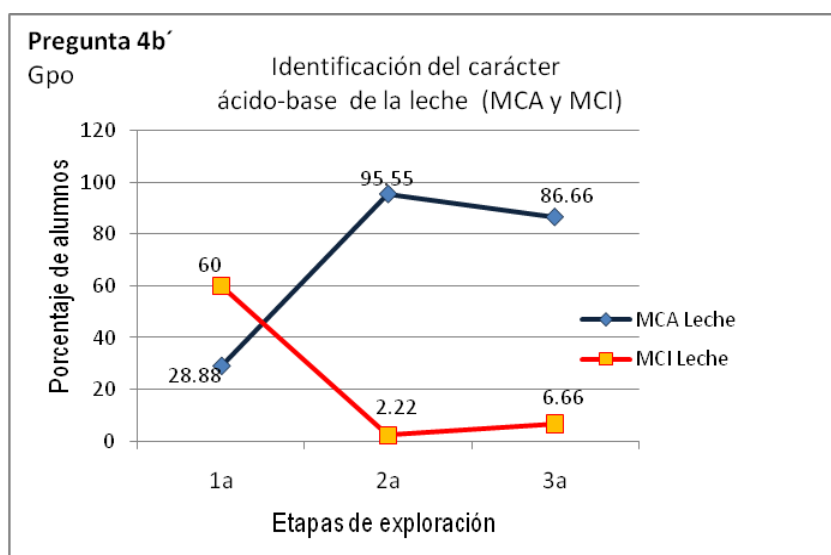
Pregunta	Aspectos que se analizan
<p>4b) La leche es un alimento que tiene: características:</p> <p><i>i. ácidas ii. básicas iii. neutras</i></p> <p>4b´) Si se quiere disminuir el pH de la leche se debe adicionar:</p> <p><i>i. una base ii. un anfótero iii. un ácido</i></p> <p>4b´´) Si la acidez de la leche disminuye, eso se debe a que hay:</p> <p><i>i. menos base ii. más ácido iii. un amortiguador</i> <i>iv. un anfótero v. menos ácido</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación del carácter ácido de la leche. • Comprensión y MCA de la relación acidez-pH

Identificación del carácter ácido de la leche

En esta sección de la pregunta son notorios los cambios en las respuestas de los alumnos respecto al reconocimiento del carácter ácido de la leche (gráfica 4.29.[4b]). Por

ejemplo, al inicio el 28.88% del grupo identificó adecuadamente sus características ácidas, después del proceso de intervención en el aula el 95.55% contesta correctamente y en la última exploración, aunque hay una ligera disminución, el 86.66% recuerda que la leche es un alimento ácido. Estos resultados en cierta forma se complementan con los obtenidos en preguntas anteriores en las que los alumnos poco a poco logran un mejor manejo conceptual.

En cuanto al porcentaje de alumnos que tenían la idea de que la leche era una base, hay un cambio importante de sus respuestas. En la (gráfica 4.29.[4b]), se observa que en la etapa diagnóstica el 60 % de los alumnos le confieren un carácter básico a la leche, después de la intervención en el aula el 2.22% sigue manejando esa idea (MCI) y finalmente en la última exploración sólo el 6.66% sigue pensando que la leche es una base.



Gráfica 4.29.[4b']. Identificación del carácter ácido-base de la leche (MCA y MCI).

Los resultados de los entrevistados presentan la misma tendencia debido a que en la primera exploración sólo un alumno tuvo un MCA al contestar la pregunta y tres mostraron un MCI. Después de la intervención en el aula, incluso en el largo plazo, los cuatro estudiantes tienen un MCA.

Es notable el marcado contraste en las respuestas de los alumnos ya que pasan de tener un manejo predominantemente inadecuado a reconocer las características ácidas de la leche.

Tal como se mencionó en el análisis de la pregunta 2, en la primera exploración, se hizo evidente la concepción alternativa de que la leche es una base y, conforme se avanzó en el proceso de intervención en el aula e incluso en la última exploración, un porcentaje

considerablemente alto de alumnos cambiaron sus ideas en torno a las propiedades ácido-base de la leche, lo cual bien podría considerarse como un avance hacia el proceso de redescrición de sus representaciones en torno a este alimento. Sin duda estos resultados constituyen un avance importante, aunque también es necesario revisar el MCA que los estudiantes tienen sobre los conceptos de acidez y pH, así como de la relación que hay entre ellos.

Comprensión y MCA de la relación acidez-pH

Con la intención de averiguar si los alumnos tienen un manejo conceptual adecuado sobre los conceptos de acidez y pH, así como de la relación de ambos parámetros se incluyeron dos apartados adicionales para esta sección, mismos que analizaremos a continuación de manera separada.

4b´ Se pidió a los alumnos que dijeran qué se debe hacer para disminuir el pH de la leche y para ello se presentaron tres opciones.

Después de analizar las respuestas del grupo encontramos que en la exploración diagnóstica el 37.77% de los alumnos respondieron que se debe adicionar un ácido (respuesta conceptualmente adecuada), mientras que en la segunda exploración el 35.55% contestó correctamente y en la etapa final el 53.33% del grupo considera que para disminuir el pH de la leche se debe adicionar un ácido.

En cuanto a los entrevistados, en la primera y segunda exploraciones tres estudiantes tienen un MCA y en la última etapa los cuatro contestan correctamente.

Estos valores porcentuales aunque presentan un aumento a lo largo de los tres momentos de exploración, deben tomarse con cierta reserva debido a que en esta ocasión no hay una explicación de por medio que nos permita determinar si los alumnos tienen un buen manejo conceptual o no, por ello consideramos conveniente tomar en cuenta el siguiente apartado para hacer evidentes los conocimientos de los estudiantes en torno a las situaciones que inducen cambios de acidez en las sustancias.

4b´´ Para este apartado se solicitó a los alumnos que indicaran cuál es la causa de que la acidez de la leche disminuya y, para ello se proporcionaron cinco opciones.

Los resultados obtenidos para esta sección ponen de manifiesto que pocos alumnos plantean una respuesta adecuada (MCA) debido a que a lo largo de las tres

exploraciones (tabla 4.20.[4b]) los valores porcentuales de respuestas correctas son realmente bajos. Dichos valores van de 6.7% a 15.6% y en el largo plazo sólo un 13.33% del grupo elige la respuesta acertada.

En el caso de los entrevistados, en los tres momentos de exploración ninguno de ellos logró seleccionar la respuesta adecuada.

Tabla 4.20.[4b]. Relación de alumnos que tienen un MCA de la acidez y el pH

Sección de la pregunta	Porcentaje de alumnos (Gpo)			Número de alumnos (Entrevistados)		
	1a	2a	3a	1a	2a	3a
4b´ ¿Qué se debe hacer para disminuir el pH de una muestra de leche.	37.77	35.55	53.33	3	3	4
4b´´ A qué se debe la disminución de la acidez.	6.7	15.6	13.3	0	0	0
4b´y 4b´´. Respuestas conceptualmente adecuadas a las dos preguntas anteriores (relación acidez-pH).	0.0	2.2	6.7	0	0	0

Con la intención de averiguar si los alumnos tienen un buen manejo de las relaciones acidez-pH, se decidió determinar cuántos alumnos tienen un manejo conceptual adecuado de los dos apartados (4b´y 4b´´) y lo que encontramos resulta aún más preocupante (tabla 4.20.[4b]).

En el caso del grupo durante la primera exploración ningún estudiante logra dar respuesta adecuadas en ambos apartados. Después de la intervención en el aula únicamente el 2.2% (una persona) del grupo tiene las dos respuestas correctas y aunque aumenta en el largo plazo, en la última exploración sólo el 6.7% (es decir, tres estudiantes) del grupo parece entender la relación que hay entre los cambios de acidez y de pH.

Mientras que de los entrevistados, ninguno contesta correctamente los dos planteamientos en las tres etapas de exploración.

Pregunta 4 (sección c) contextual

<i>Pregunta</i>	<i>Aspectos que se analizan</i>
<p>4c) El jugo de limón tiene un pH aproximadamente de 3.0 y si se quiere aumentar su acidez se tendrá que adicionar:</p> <p>4c´) <i>i.</i> una base <i>ii.</i> un anfótero</p> <p> <i>iii. un ácido</i> <i>iv.</i> un amortiguador</p> <p>con lo cual su pH:</p> <p>4c´´)</p> <p> <i>i.</i> aumentará <i>ii. disminuirá</i> <i>iii.</i> no cambiará</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de alumnos que seleccionan la respuesta correcta. • Comprensión y MCA de la relación acidez-pH

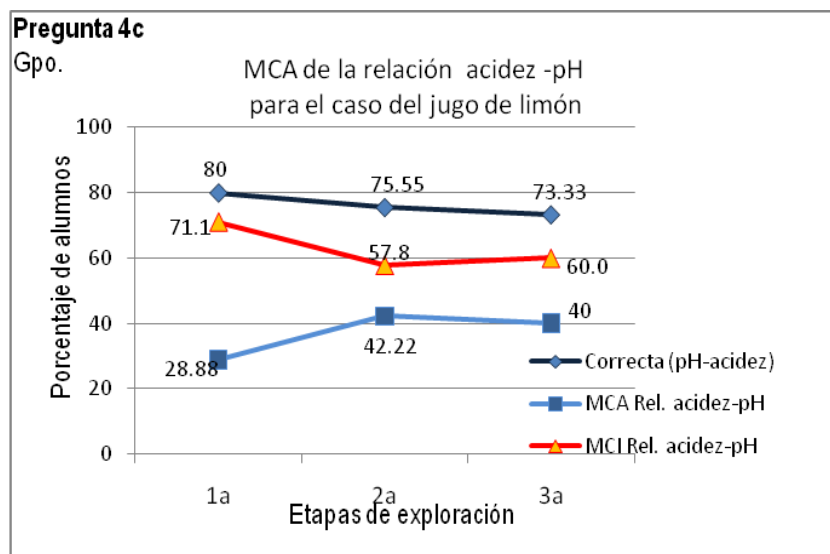
Porcentaje de alumnos que seleccionan la respuesta correcta

Los resultados muestran que un alto porcentaje de alumnos tienen respuestas conceptualmente adecuadas a lo largo de los tres momentos de exploración, y aunque en la segunda etapa hay un ligero descenso en el porcentaje de alumnos que contestan correctamente, dichos valores se mantienen considerablemente altos (ver gráfica 4.30.[4c]) ya que pasan del 80% al 75.55% y en la última exploración sólo el 73.33% plantean una respuesta adecuada.

Comprensión de la relación acidez-pH e identificación del manejo conceptual (adecuado o inadecuado) de ambos parámetros

Para complementar el análisis de las respuestas se incluyeron dos apartados adicionales (4c´y 4c´´) a través de los cuales se pretendía identificar el manejo conceptual (adecuado o inadecuado) que los alumnos tienen sobre los conceptos de acidez y pH, así como de las implicaciones que tiene el cambio de uno u otro parámetro.

En la gráfica 4.30.[4c] se observa que de los alumnos que seleccionan la respuesta correcta, la mayoría tiene un MCI, ya que en las respuestas que proporcionan en los apartados 4c´y 4c´´ es evidente que no entienden adecuadamente la relación entre acidez-pH. Es decir del 80 % que elige la opción correcta, el 71.1 % tiene un MCI y el 28.88% da la impresión que su manejo conceptual es adecuado. Después de la intervención en el aula del 75.55% que responden el 57.8% tiene un MCI y para el 42.22% de los alumnos su manejo conceptual es adecuado. Por última en la tercera exploración del 73.33% que eligen la opción correcta, el 60% tiene un MCI y el 40% restante ofrece respuestas con un MCA.



Gráfica 4.30.[4c]. MCA de la relación acidez-pH para el caso del jugo de limón.

De todos los alumnos que seleccionaron la opción correcta, la mayoría tiene un MCI de la relación acidez-pH, situación que los llevó a elegir una respuesta incorrecta.

Después de la aplicación de la propuesta didáctica hay un ligero aumento en el porcentaje de alumnos que tienen un mejor manejo conceptual, y también se aprecia una disminución de aquellos que muestran un MCI. Los porcentajes de los alumnos con respuestas conceptualmente inadecuadas, se mantienen en valores considerablemente altos.

Al parecer este ejemplo les causa menos problemas a los entrevistados ya que a lo largo de las tres exploraciones la mayoría tienen un MCA (ver tabla 4.21.[4c]), debido a que en la primera exploración, de los cuatro que seleccionan la respuesta adecuada tres tienen un MCA y sólo una es conceptualmente inadecuada. Después de la intervención en el aula de los tres que contestan correctamente dos muestran un MCA y los otros dos un MCI. En la exploración final de los cuatro que responden tres muestran un MCA y sólo uno elige la respuesta que es conceptualmente inadecuada (para la sección 4c').

Tabla 4.21.[4c]. Carácter ácido-base del jugo de limón y MCA de la relación pH-acidez.

	ENTREVISTADOS		
	1a	2a	3a
Respuesta correcta (relación pH-acidez)	4	3	4
4' MCA de la relación acidez-pH	3	2	3
4'' MCI de la relación acidez-pH	1	2	1

Si se consideran los resultados parciales de cada una de las secciones (a, b y c) y de los apartados que conforman esta pregunta (4b', 4b'', 4c' y 4c'') es evidente que los alumnos pueden reconocer las características ácido-base de los tres materiales de uso cotidiano que se utilizaron como ejemplos, sin embargo cuando se trata de relacionar los conceptos de acidez y pH de cada sustancia, su manejo conceptual no es muy adecuado debido a que no tienen claridad para visualizar las relaciones que se dan entre dichos conceptos

Estos resultados ponen de manifiesto que el manejo de estos conceptos para la mayoría de los estudiantes sigue siendo poco adecuado debido a que no tienen una idea clara de la forma en la que se vinculan los cambios de acidez con los de pH, lo cual se hace más evidente cuando se consideran los resultados de los dos apartados (4b' y 4b'') y prácticamente ningún alumno puede vincular correctamente los conceptos de acidez y pH.

Fragmentos de las entrevistas relacionados con las distintas secciones que conforman la pregunta 4.

Dados los cambios observados en las respuestas de algunos alumnos en la tercera exploración, consideramos importante preguntar, durante las entrevistas, algunos aspectos relacionados con el tema.

Uno de los casos es el del alumno 10, que en todas las preguntas del cuestionario y a lo largo de las tres etapas de exploración, muestra un mejor manejo conceptual y en la última exploración es notoria una notable mejoría en sus respuestas. En la tabla 4.22.[4] se presenta la transcripción de un fragmento de la entrevista que permita al lector entender algunas de las razones que llevaron al alumno a lograr un mejor desempeño al contestar las preguntas.

Tabla 4.22.[4]. Fragmento de la entrevista al alumno 10.

Profesora	En tus cursos anteriores, ¿habías visto el tema de ácidos y bases?
Alumno	Si
Profesora	¿Y qué tan bien lo viste?
Alumno	Pues no con mucho detalle, más que nada lo que eran las teorías de Arrhenius y la de Brønsted-Lowry
Profesora	¿La de Brønsted-Lowry la viste en secundaria?

Alumno	No, en quinto
Profesora	¡Ah! en quinto, y ¿dedicaron mucho tiempo para ver el tema?
Alumno	No, fue en la última clase (una sesión de 50 minutos)
Profesora	¿Qué vieron?
Alumno	Pues, lo que eran el cambio entre los ácidos y las bases, en los iones, ácidos y bases fuertes y débiles, y bueno yo estuve investigando para biología...
SOBRE EL CASO DE LA LECHE	
Profesora	En la última exploración tu mencionas que la leche es un ácido, ¿sabías de las características ácido-base de la leche?
Alumno	Mhum, más o menos, ¿de las clases?
Profesora	Sí
Alumno	Mi opinión era que como tienen disacáridos, los disacáridos también tienen grupos OH y yo tenía la idea de que al estar con una base esos disacáridos podrían perder sus grupos OH, bueno el hidrógeno, el protón más que nada [concepción alternativa].
Profesora	Entonces tu asumías que la leche era ¿una base o un ácido?
Alumno	Un ácido
Profesora	¿Y desde cuando sabes eso de su composición, de la presencia de los carbohidratos presentes en la leche?
Alumno	Este año
Profesora	¿Este año? ¡Ah!, pero antes de que empezáramos a trabajar (proceso de intervención en el aula) ¿lo sabías?
Alumno	No, no lo sabía
Profesora	Y cuando llegamos a este punto (tercera exploración) ¿ya lo sabías?
Alumno	Huhum, sí
Profesora	¿Por qué?, ¿en donde lo viste?
Alumno	En biología
Profesora	Sé que también están trabajando fuerte en biología, ¿no?
Alumno	Sí
Profesora	Y de allí has relacionado parte de la información que se vio en química
Alumno	Sí, mucha
Profesora	Ok

RELACIÓN ACIDEZ-PH (EL CASO DE LA LECHE)	
Profesora	Para el caso de la leche en tus respuestas del tercer cuestionario hubo cambios importantes, ¿te acuerdas que estabas pensando? (Se le mostró al alumno el cuestionario que respondió)
Alumno	Si es que me causó confusión, no sé me confundí y para el tercer examen ya había investigado un poco más y ya estaba seguro
Profesora	¡Ah!, ¿fuieste a revisar?
Alumno	Sí, porque me regalaron un libro, me puse a leerlo y eso me ayudó mucho.
RELACIÓN ACIDEZ-PH (CASO DEL VINAGRE)	
Profesora	En la primera exploración decías que si tienes vinagre y le pones jugo de limón, entonces aumenta del pH, pero en la tercera dices que si a ese vinagre se le pone bicarbonato entonces el pH aumenta ¿cuál es la respuesta correcta?
Alumno	Es que tenía mis dudas antes, en el primer examen de que si subía el pH iba a ser más ácido, pero luego lo pensé y me di cuenta que si quiero que el pH suba debo adicionar una base porque se acerca más al catorce
Profesora	¿Y cómo podrías decir que es la relación entre acidez y pH, ¿si la acidez es alta, como tendrá que ser el pH?
Alumno	Bajo
Profesora	¿Y si es baja la acidez?
Alumno	Su pH es alto

Es evidente que para este alumno, el trabajo individual de revisión por cuenta propia de algunos de estos conceptos contribuyó considerablemente a que lograra entender mejor y a que su manejo conceptual fuera más adecuado, no sólo de estos conceptos, sino también de las relaciones entre ellos, además de que el trabajo realizado en biología parece haberle servido para retomar parte del tema. Por las respuestas que plantea este alumno¹⁰ durante la entrevista, es evidente que al principio tenía poca claridad respecto a las características ácido-base de algunas sustancias y también sobre la relación entre la variación de la acidez y los cambios de pH. En la tercera etapa de exploración, es evidente la reestructuración de parte de su conocimiento previo, lo que le ayudó a tener un buen manejo conceptual de ambos parámetros (acidez y pH).

Tanto la revisión personal como el trabajo realizado en biología, permiten entender el hecho de que en el largo plazo, sus respuestas y explicaciones fueran mejores.

¹⁰ Cabe aclarar que el estudiante se encuentra interesado en estudiar una carrera del área Química (QFB).

Desafortunadamente, no todos los alumnos tuvieron la iniciativa para tratar de aclarar por su cuenta parte de las dudas surgidas durante el proceso de intervención en el aula, lo cual se pone de manifiesto en sus respuestas y explicaciones en donde es evidente la poca claridad que tienen para relacionar los conceptos de acidez y pH. El resto de los entrevistados reconocieron no haber revisado nuevamente el tema, debido al poco tiempo disponible y a la gran carga de trabajo de cada una de sus materias.

4.2.3.1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS PREGUNTAS CONTEXTUALES

Tabla 4.23. Resumen de los resultados correspondientes a las preguntas contextuales.

Exploración diagnóstica	Cambios observados después de la aplicación de la propuesta didáctica (2ª y 3ª exploraciones)
<ul style="list-style-type: none"> • Ambas preguntas son contestadas por un alto porcentaje de alumnos, sin embargo el manejo conceptual no es muy adecuado. • No tienen demasiados problemas para plantear los ejemplos de materiales de uso cotidiano que se les solicitan. • Se identificaron diversas concepciones alternativas. • Hay poca claridad en cuanto a la relación que existe entre los conceptos de acidez y pH lo que los lleva a plantear respuestas inadecuadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ambas preguntas son contestadas por un alto porcentaje de alumnos. • Al plantear los ejemplos de materiales de uso cotidiano se logra un mejor manejo conceptual. • A los alumnos les resulta más sencillo identificar el carácter ácido de distintos materiales de uso común que el carácter básico. • Disminuye considerablemente el número de concepciones alternativas en torno a tres casos específicos; el agua, la leche y el clarasol. • Los alumnos logran reconstruir parte de sus conocimientos previos, amplían sus representaciones y construyen nuevos significados. • Aún prevalecen problemas para la comprensión de la relación entre la acidez y el pH.

4.3. SEGUNDA PARTE

4.3.1. PRESENTACIÓN DE LOS PRODUCTOS GENERADOS DURANTE EL PROCESO DE INTERVENCIÓN EN EL AULA

En esta sección presentamos algunos documentos que nos permitan evidenciar parte de los resultados obtenidos por los alumnos durante las distintas actividades de evaluación que forman parte de la propuesta didáctica.

Los documentos que se presentan corresponden a:

CONGRESO DE EXPERTOS (ACTIVIDAD 16)

1. Programa de actividades del evento
2. Tres muestras de trabajos realizados para el Congreso de Expertos.
3. Imágenes del evento
4. Reflexión de una alumna

PRODUCTOS DE LA ACTIVIDAD 13

5. Dos ejemplos de las respuestas de los alumnos durante la realización de un ejercicio para promover la aplicación de sus conocimientos

PRODUCTOS DE ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN (ACTIVIDADES 16 Y 18)

6. Las evaluaciones de los alumnos (autoevaluación, coevaluación y evaluación del desempeño de la profesora).

Finalmente cerramos esta segunda parte del capítulo con algunos comentarios en torno a los resultados obtenidos.

4.3.1.a) Programa de actividades del Congreso de Expertos

Mesa de trabajo 4

Toledano Carrasco la Atzimba
Velázquez Estrada Gabriela

Antiácidos, ¿hay diferencia
entre ellos?

Valdez magaña Mariela
Espinoza León Tania
Quinto Romero Mario

Tarántulas

Arreizaga Sánchez Luz Daniela
Hernández Robledo Alma Delia
Plata Torres Margarita

Acidez y basicidad en la piel

Acuña Campos Jonathan
Fajardo Flores Jonathan
Reyes Martínez Karen Aidé

¿Qué tanto te pica la salsa?

Ayala Valdez Fátima
Montero Ramírez Yazmín

¿Qué onda con los
refrescos?

Alonso castillo Jesús
González Méndez Dieter Uriel
Romero Ramos Miguel

¿Cómo se hace el papel?

Patrocinadores

Asociación de alumnos
destacados en Ciencias
Químicas, México. S.C.



Asociación de Químicos
de México, S.A de C.V.

Instituto de Investigaciones
de frontera en el área de la Química.

**Universidad Nacional Autónoma de México**

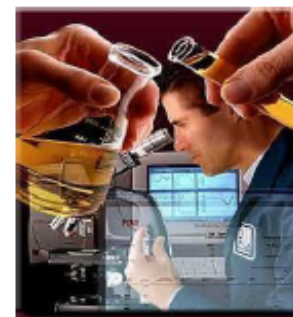
ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA PLANTEL 2
"ERASMO CASTELLANOS QUINTO"



La Asociación de Expertos Investigadores de la
Química y de la Salud le invitan al

PRIMER CONGRESO DE EXPERTOS EN QUÍMICA

Congreso de Ciencias Aplicadas a la Salud, la Industria y Procesos en General.



Con el tópico:

La importancia de los ácidos y las bases
en nuestra vida

Tríptico del Programa para el Congreso de Expertos(anverso)

Que se llevará a cabo el día 30 de septiembre en /auditorio LACE del Plantel 2.
"Erasmus Castellanos Quinto", a partir de las 8:40 h.

Programa de actividades

8:40 - 8:50 INAUGURACIÓN

8:50 Inicia presentación de trabajos

Mesa de trabajo 1

Campos Toscueto Victoria Lizeth
Carballido Bernal María Fernanda
Méndez Hernández Denisse

¿Gastritis?

Galván Aguilar Denisse
Huertas Lara Adarely Miroslava
Jiménez Ruíz Montserrat

Productos lácteos

Alarcón Gonzáles Guadalupe Eduviges
Calva Salinas Karla Lorena
Campos Arellanes Miguel Ángel

¿Por qué algunas plantas
causan urticaria al
contacto con la piel?

Bustamante García Juan I. Bonabe
Castro Solórzano Dan
Rojas Ensáztiga Alberto
Salazar Gonzáles Areli

Ácidos y bases en el
ejercicio

Alcalá García Astrid
Hernández Ramos Karla
Vázquez Cervantes Omar

Limpiadores, ¿cómo
afectan la piel?

Cano Jiménez Diego
González Ramírez Rocío
Jiménez Valdivia Isaac

Pilas

Mesa de trabajo 2

Rocha Morales María Gabriela
Villafán Cáceres Lizeth Abigail

Coca-Cola, ¿se te antoja?

Delgado Padilla Tania
Flores García Nancy Jazmín

Amortiguadores de la sangre

Colín Martínez Brian
Trejo Delgadillo Irmin

Pendiente

García Díaz Ángel Gustavo
González Macías Raquel
Navarrete Reyes Sergio

El ácido acetil salicílico en el
cuerpo

Álvarez Márquez Carla
Franco Olivares Gabriela Lizbeth
Orozco Guerrero Nancy Abigail

Química ácido-base del cabello

Mesa de trabajo 3

Duarte Ochoa Alejandra
Reveles Becerra Lucina
Rincón Sánchez Carolina

¿Qué es eso?, ¿eso es queso!

Rodríguez López Gilberto Adrian
Chávez Sánchez Daniela Itzel

Ácidos que degradan el
esmalte de los dientes

Aguilar Rojas Miriam Libertad
Castro Cortés Laura
Martínez Hernández Laura

Las hormigas ¿tienen ácido?

Cortés Rivas Susana Isabel
Aviléz Valdez Oscar

Sudor y orina, ¿qué onda con
sus acidez o basicidad?

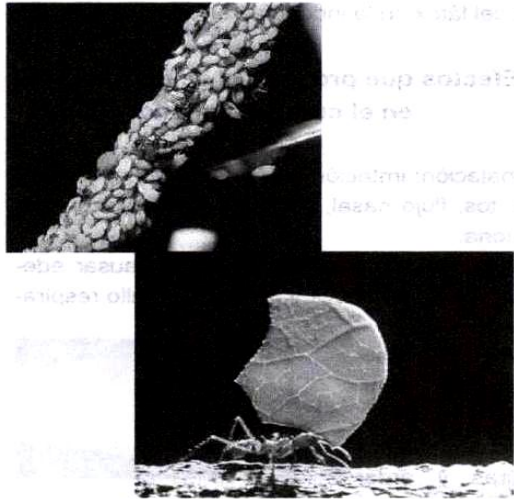
Calderón Barrientos Lea Karen
Díaz Morales Emma Alejandra
Ríos Rodríguez Ibeth

Acidez, basicidad y sexualidad

4.3.1.b. Tríptico1a del trabajo presentado en el Congreso de Expertos. “Las hormigas ¿tienen ácido?”

¿Cuál es la alimentación de las hormigas?

Las hormigas prefieren los alimentos dulces. Tienen un buen sentido del olfato. Cuando encuentran un alimento sólido, lo transportan hasta el nido y cuando es líquido, lo comen y lo transportan en su abdomen (tienen dos estómagos). Luego lo pueden regurgitar para dar dárselo a otras hormigas. La mayoría de especies de hormigas son omnívoras .

**LAS HORMIGAS ¿TIENEN ÁCIDO?**

Integrantes del equipo:

Aguilar Rojas Miriam Libertad

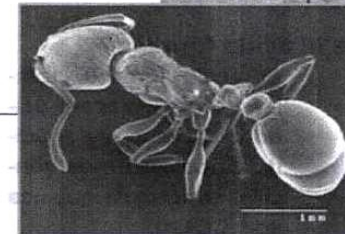
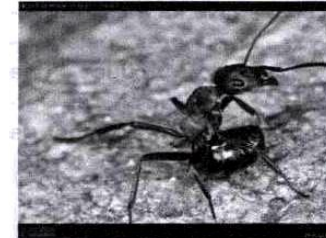
Castro Cortés Laura Estefanía

Martínez Hernández Laura Gabriela

Grupo: 604.

Si quieres tener mas información envía un correo a la siguiente dirección.

lagamahe@hotmail.com

LAS HORMIGAS ¿TIENEN ÁCIDO?

Tríptico1b del trabajo presentado en el Congreso de Expertos. “Las hormigas ¿tienen ácido?”

Las hormigas ¿Tienen ácido?

Las hormigas producen un ácido llamado ácido fórmico, esta sustancia tiene tres funciones, una de ellas es la defensa. Cuando las hormigas se sienten amenazadas lanzan un chorro de ácido, el cual ahuyenta a sus depredadores, este ácido produce una sensación de ardor, además de

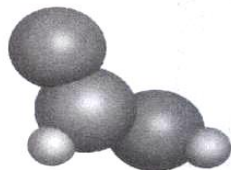


producir irritación. Otra función es de marcaje, la cual les sirve para no perder el camino de regreso a casa. La última función es donde el ácido les sirve para cortar y recolectar su alimento.



producir irritación. Otra función es de marcaje, la cual les sirve para no perder el camino de regreso a casa. La última función es donde el ácido les sirve para cortar y recolectar su alimento.

¿Qué es el ácido fórmico?



Ácido fórmico

El ácido fórmico, también conocido como ácido metanoico, es el ácido carboxílico más sencillo, su fórmula química es HCOOH.

Es un líquido incoloro, móvil, de olor picante, soluble en agua, alcohol y éter.

¿Dónde se produce el ácido fórmico?

Las hormigas negras comunes y las hormigas de madera no pican con sus aguijones abdominales sino que arrojan chorros de un aerosol de ácido fórmico. En el abdomen, además de los órganos de la digestión y de la reproducción, están situadas dos glándulas especiales que producen el ácido fórmico, de característico olor y con valiosas propiedades químicas.



Se produce industrialmente haciendo reaccionar monóxido de carbono (CO) con hidróxido de sodio (NaOH) a alta presión luego se trata la sal formada con ácido sulfúrico.

¿Cuáles son las especies de hormigas que producen ácido fórmico?

Hay diferentes especies de hormigas, sin embargo, solo mencionaremos las dos principales. La hormiga negra y la hormiga de madera, también conocida como la hormiga roja



¿Cuáles son los usos comerciales del ácido fórmico?

Se usa como preservativo de alimentos; fumigante, intermedio en producción de formiatos, en tintas y suavizantes textiles, en curtido de cueros, en manufactura de productos farmacéuticos, gomas y plásticos. También se usa como antiséptico en la industria del vino y como coagulante del látex en la industria del caucho natural.



Efectos que produce el ácido fórmico en el cuerpo humano

Inhalación: irritación de la nariz, ojos, garganta, tos, flujo nasal, lagrimeo y dificultad respiratoria.



La exposición prolongada puede causar edema pulmonar, shock y muerte por fallo respiratorio.

Ingestión: Salivación, vómitos, dolor abdominal, quemaduras y ardor



intenso en la boca, labios y estómago, vómito con sangre, diarrea y posiblemente la muerte. Contacto con la piel: Dolor, enrojecimiento y quemaduras.

4.3.1.c. Tríptico 2a del trabajo presentado en el Congreso de Expertos. “La picadura de la ortiga”

<p>CULTIVO UNA ROSA BLANCA</p> <p><i>Cultivo una rosa blanca en junio como enero para el amigo sincero que me da su mano franca.</i></p> <p><i>Y para el cruel que me arranca el corazón con que vivo, cardo ni ortiga cultivo; cultivo la rosa blanca.</i></p> <p>JOSÉ MARTÍ</p>	<p>INTEGRANTES:</p> <ul style="list-style-type: none">Alarcón González Guadalupe EdwigesCalva Salinas Karla LorenaCampos Arellanes Miguel Ángel <p></p> <p>LA PICADURA DE UNA ORTIGA.</p> <p></p>
---	--

4.3.1.c Tríptico 2b del trabajo presentado en el Congreso de Expertos. “La picadura de la ortiga”

La picadura de una ortiga

Para empezar; la ortiga:

Es un arbusto perenne que puede alcanzar una altura de 1.5 metros y se caracteriza principalmente por que su tallo esta cubierto por pelos.



Estos pelos son pequeños tubos muy frágiles que están llenos de ácido fórmico. Al romperse en contacto con nuestra piel provoca que el ácido fórmico se disperse en la piel y esto provoca una reacción llamada urticaria.

El ácido fórmico:

Es un ácido orgánico de un solo átomo de carbono, y por lo tanto el más simple de los ácidos orgánicos. Su fórmula es $H-COOH$ (CH_2O_2).

Entre otras propiedades el ácido metanoico es un ácido líquido, incoloro, de olor irritante, con punto de ebullición de $100,7^{\circ}C$ y de congelación de $8,4^{\circ}C$ y es completamente soluble en agua pues su cadena carbonada es muy corta y fácilmente ionizable.

Riesgos CH_2O_2	
Ingestión	Dolor de garganta, sensación de quemazón del tracto digestivo, dolor abdominal, diarrea, vómitos.
Inhalación	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, jadeo; síntomas de efectos no inmediatos.
Piel	Enrojecimiento, dolor, quemaduras cutáneas graves.
Ojos	Dolor, enrojecimiento, visión borrosa, quemaduras profundas graves.



La reacción urticante:

Se cree que no es solo el CH_2O_2 el que causa esta reacción sino la combinación de este ácido y otras sustancias:

La histamina, la serotonina y la acetilcolina. La histamina produce el picor y la dilatación de los vasos, la acetilcolina provoca la sensación de quemazón, la serotonina contribuye a aumentar el efecto de la histamina y el ácido fórmico es, en cierto modo, el antígeno que inicia la reacción de la urticaria.



4.3.1.d. Tríptico 3a del trabajo presentado en el Congreso de Expertos. "Sexualidad y acidez"

-Alteración en el transporte del embrión en las trompas o en el útero, retardando el proceso o acelerándolo, de tal modo que no sea capaz de implantarse en el momento de máxima receptividad o momento de la "ventana de implantación" del endometrio, con lo cual la anidación no ocurre.

-Efectos sobre la receptividad del endometrio que impedirían la implantación.

-Función secretora del endometrio. Ya en dosis bastante menores a las usadas para "anticonceptivo de emergencia", es capaz de inducir una intensa y prolongada alcalinización del líquido uterino, (elevación del pH) la cual revela una marcada alteración en la función secretora del endometrio, la cual sin duda debe acentuarse con las dosis más altas administradas para el efecto "anticonceptivo de emergencia" (AE) o sea a 1,5mg versus 0,4mg de LNG.

PARCHE ANTICONCEPTIVO
 Según el especialista, esta modalidad funciona "a través de la absorción de la piel de una cantidad conocida de hormonas, que depende de una mayor acidez o alcalinidad del pH dérmico", que puede variar entre 1 y 14, con el 7 como pH neutro "en general con una respuesta tolerada y positiva, que se suma a la comodidad en su uso"

Contraceptive Patch

Congreso de expertos

**Sexualidad
Y
Acidez**

▶ Calderón Barrientos Lea Karen
 Ríos Rodríguez Ibeth
 Díaz Morales Emma Alejandra

Grupo: 604

4.3.1.d Tríptico 3b del trabajo presentado en el Congreso de Expertos. "Sexualidad y acidez"

▶ La vagina y su pH.

El pH (potencial de Hidrógeno) de los genitales de la mujer es la defensa que la vagina emplea ante las infecciones o invasiones de microorganismos externos, por lo que es más que recomendable que le concedamos nuestra atención.

Es un parámetro que va cambiando, según la etapa evolutiva. Antes de la edad fértil es neutro, durante es de 4,5 - 5, y en la menopausia asciende a 7. Por otra parte, hay momentos en los que suele oscilar: en la menstruación sube ligeramente, y en el embarazo se vuelve más ácido (4 - 4,5) para incrementar la protección. En general, tiende a ser más bajo y equilibrado si se usa anticonceptivos, se realiza ejercicio físico o si se lleva una vida sexual satisfactoria. Por eso, al final el pH de las zona íntima femenina se convierte en una especie de documento identificativo, que da cuenta de la edad, y del estilo de vida de la persona.

Es más, las alteraciones del pH vaginal pueden ser indicativas de diferentes infecciones vaginales (vaginitis), pues su aumento va acompañado de molestias, picores o cambios en el flujo vaginal. Cuando esto sucede, acaba repercutiendo en tus relaciones sexuales, disminuyendo la lubricación en un coito doloroso, con el consecuente rechazo al sexo o afectación en el deseo sexual.

El pH vaginal juega un importante rol en la salud vaginal, un pH desequilibrado se puede asociar al mal olor, las molestias e incluso a veces a infecciones.

Muchos factores pueden provocar un desequilibrio del pH:

- La menstruación
- Mantener relaciones sexuales sin el uso de preservativos.
- Las duchas vaginales
- El uso de productos femeninos perfumados como sprays y salvasilips

- Los artículos de aseo como jabones, geles de ducha y aceites de baño
- Cambios hormonales que pueden darse durante el embarazo.

Un pH vaginal normal, alrededor de 4,5, es clave para mantener una buena salud vaginal. A este nivel óptimo, la vagina mantiene un balance específico de bacterias necesarias y

de algunas células de levaduras pero este frágil equilibrio puede romperse fácilmente, y cuando esto ocurre es más probable que surjan problemas vaginales, como el olor, la irritación, las molestias o las infecciones.

El semen y su pH

El semen posee un pH entre 7,2 y 7,6. En este pH, los espermios no pueden capacitarse, así se evita que traten de fecundar a cuanta célula encuentren por ahí o que se fecunden entre ellos.

Anticonceptivos con base de pH.

La píldora del día después o para la anticoncepción de emergencia AE, es para ser utilizado como anticonceptivo de emergencia (porque esa es la finalidad) es un compuesto sintético derivado de la 19-nortestosterona, molécula que a su vez, deriva de la hormona masculina testosterona.

Usado como anticonceptivo de emergencia se administra en una dosis de 0,75 mg que se repite 12 h después para dar un total de 1,5 mg, dosis 50 veces mayor a la usada en un contraceptivo oral en base al Levonorgestrel. Esto produce un efecto brusco, "un golpe", de la concentración del levonorgestrel en la sangre, seguida por un descenso más gradual.

El levonorgestrel LNG impide la implantación. Este efecto se produce por uno o más de los siguientes mecanismos:



Congreso de Expertos



4.3.1.f. Reflexión de una alumna sobre el Congreso de Expertos (actividad 14)

Nombre: Martínez-Hernández-Laura-Gabriela¶

Grupo: 604¶

Asignatura: Química-IV¶

¶

Reflexión¶

¶

¶

El congreso de expertos fue una gran forma para conocer la manera en que trabajamos cada uno de nosotros, fue una actividad divertida y dinámica.¶

¶

Conocimos aspectos entretenidos e interesantes respecto a los ácidos y a las bases, observamos algunos de sus usos y como reaccionan con otras sustancias, o simplemente que es lo que producen al estar en contacto con el cuerpo humano, respecto a eso vimos los usos benéficos para el ser humano.¶

¶

La actividad fue realizada de manera ordenada, sin embargo sé debió dar un poco mas de tiempo para las exposiciones ya que algunos temas eran muy extensos y no alcanzamos a decir toda la información. Los equipos necesitaron mayor organización y destreza para organizar su exposición, creo que los equipos nos pudimos esforzar mas en la realización del cartel, lo que ocurrió es que lo dejamos al ultimo.¶

¶

Nos divertimos aprendiendo y creo que eso es lo que cuenta la actividad es un buen método para conocer información en poco tiempo y de manera concreta, dentro de ella aprendimos los pasos que tiene una investigación y la manera de presentarlos, y aunque las exposiciones no fueron buenas (fueron solo memorizadas) el congreso resulto complaciente.¶

4.3.1.g. Muestra 2 de las respuestas dadas por un equipo para resolver un ejercicio de aplicación (actividad 13)

604

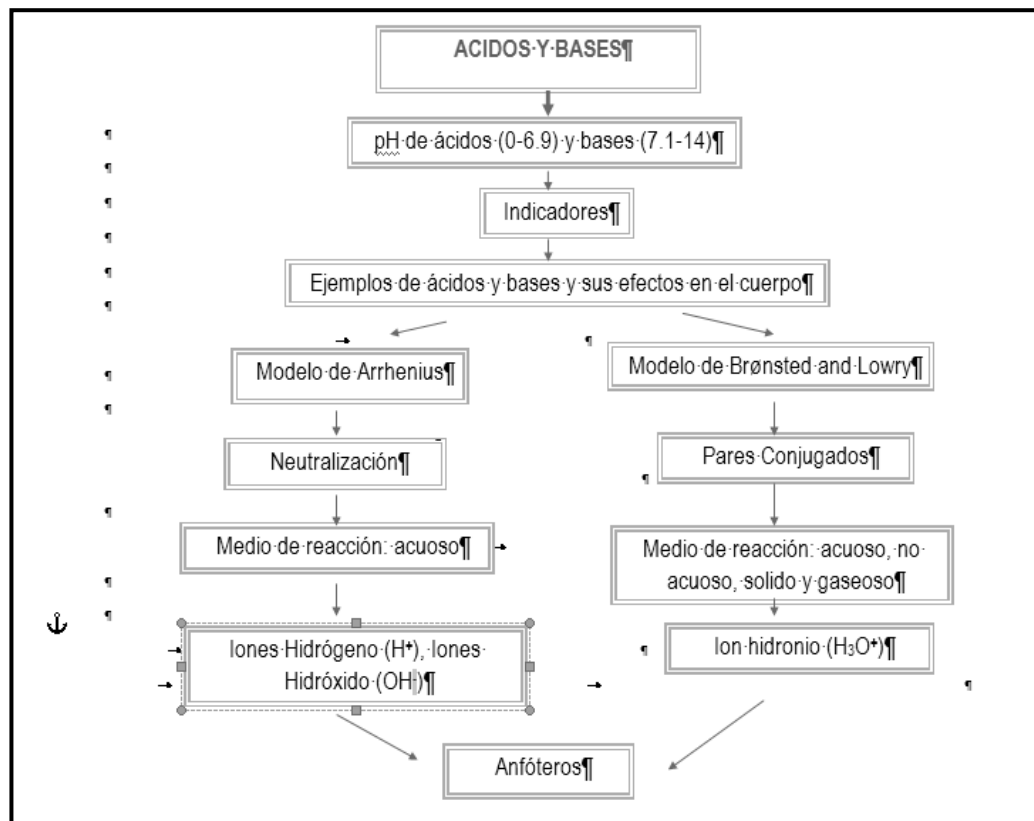
- 1) Una reacción de intercambio (de protones)... pertenece al modelo de Brønsted-Lowry por los términos empleados.
... produce sal y agua, pertenece al modelo de Arrhenius, por que es lo que llama reacción de neutralización
- 2) Tiene elementos de los dos modelos, pero en su mayoría presenta términos del modelo de Arrhenius. Sin embargo se libera en este modelo iones hidrógeno (H^+) e iones hidróxido (OH^-) y el enunciado indica a los iones hidrógeno como H_3O^+
- 3) En el modelo de Brønsted-Lowry no es lo mismo. En el modelo de Arrhenius si resulta lo mismo, ya que él mismo entiende que una reacción ácido-base es una de neutralización.

Neutralización (Arrhenius)	Acido - Base (B-L)
Toda reacción ácido-base es neutra	No todas las reacciones ácido-base son neutras ya que depende la fuerza de las especies
- 4) ... obtienen pares conjugados
Pertenece al modelo de B-L por los términos empleados
- 5) ACIDO: Son entidades capaces de ceder protones H_3O^+ , no necesariamente necesitan tener hidrógeno en su fórmula; pueden ser fuertes o débiles, los débiles funcionan como anfóteros; tienen un pH menor a 7. Pueden reaccionar en cualquier medio. Reacciona formando
- 6) BASE: Son entidades capaces de aceptar protones H_3O^+ , pueden ser fuertes o débiles, los débiles funcionan como anfóteros. Tienen un pH mayor a 7. Cuando reaccionan con un ácido, forman reacción de equilibrio dinámico

pares conjugados

Mead

4.3.1.h. Mapa conceptual de una alumna entregado después de la realización de la entrevista.



4.3.1.i.Registros de bitácora de una alumna (actividad 16).

1

Cuando estábamos en mate, llegó la maestra a avisarnos que iban a empezar las clases, la verdad me sentí un poco sorprendida pero a la vez me pareció genial que ya empezaran las clases de química, porque es muy importante para mi carrera y aunque aprovechaba las horas libres en el horario de química, pues ya hace falta las clases.

Cuando la maestra, a la hora de la clase, comenzó a hablar, me inspiró mucha confianza y me pareció bien su forma de evaluar. Me sentí con mucha ilusión de aprender química de una manera divertida. Espero mucho de este curso y voy a poner todo de mi parte.

Yo me sentí un poco incómoda en la clase, pues el cuestionario que hicimos no lo supe contestar correctamente, yo creo que estudiando un poco, recordare esos temas porque muchos ya los ví, pero por mas que intenté, no pude recordarlos.

Aprendí que debo repasar mucho mis puntos de química y es un reto para mí que para los próximos cuestionarios va a cambiar por completo la atención, estudiaré y me echaré muchas ganas para salir mejor.

Esta clase se me hizo muy divertida; hicimos una actividad muy interactiva y que nos ayudó mucho a aprender a escuchar, sobre todo para mis compañeros descriptores a observar y expresar lo que se quiere.

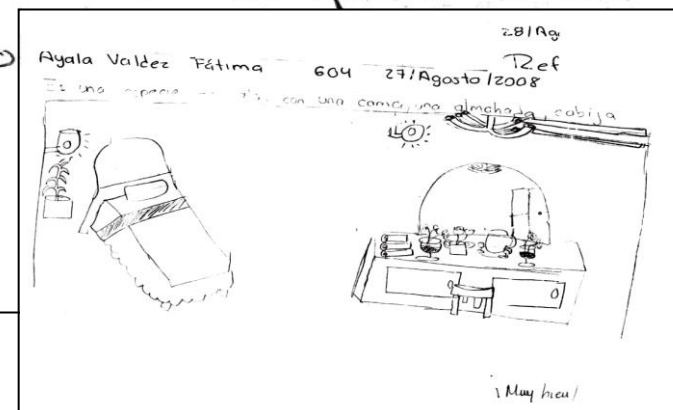
Estas dinámicas me gustan mucho porque no se me hace aburrido ni tediosa la química.

Me sentí un poco desesperada porque no sé dibujar y pues la actividad era de eso, pero aún así me divertí mucho.

... un poco pesada para mi porque no estuve de acuerdo con algunas decisiones que tomó el grupo y por si me molesté un poco pero tengo que respetar lo que se acordó.

Después seguimos con la actividad anterior y debo reconocer que se me hizo un tanto aburrida pero era necesario. Siento que perdimos tiempo en ese tipo de actividades de deliberar el mejor dibujo pero a pesar de todo creo que aprendí a que debo ser un poco más tolerante.

Esta clase por fin comenzó tema de ácidos y bases, aunque me quedaron muchas dudas que alcanzó el tiempo para aclarar la dinámica se me hizo muy interesante, sobre todo los comentarios de mis compañeras, muy buenos analizarlos e investigar. Espero todo quede claro la próxima clase para avanzar un poco más rápido.



Reflexión

28/Agosto/2008 Ayala Valdez Fátima 604

Reflexión de Química

Pienso que esta actividad tiene mucho en común con lo que vamos a ver, puesto que química es una ciencia y como tal es experimental, y un proceso muy importante para hacer correctamente los experimentos es la observación y las reacciones, y precisamente eso fue lo que estuvimos trabajando.

Con respecto a mis compañeros descriptores, lo hicieron bien, pero no todos dieron los mismos detalles, mientras uno no dijo cosa por cosa, ubicación y todo, otro solo lo general; pienso que esto es un punto muy importante para obtener mejores resultados.

Esta clase fue super interesante, por lo que comenzamos a ver el tema, me gusta la dinámica que usted propone, de charlas entre compañeras, cuestionarios, y sobre todo que nos hace pensar. Lo que decimos, y si no lo tenemos claro, lo tenemos que investigar, una buena forma de aprender, espero el curso siga así, poco a poco se va poniendo más interesante, esa dinámica que utiliza de mandarnos cosas, correo es muy buena, la pág del space me pareció genial, así aprovechamos tiempo y avanzamos, solo necesitamos un poco de responsabilidad y todo va saliendo muy bien.

Me encantó la práctica, descubrí muchas cosas que no sabía y que no imaginaba, como el grado de pH de la manzana o el alka-seltzer, pero también me quedaron muchas dudas sobre temas que tocamos sobre algunos tratamientos médicos que recetan ácidos para luchar contra la gastritis, eso no me quedó muy claro, aparte el tiempo se me hizo muy poco, a pesar de que ocupamos más de una clase, me gustó muchísima la práctica y debo investigar varias cosas para no quedarme con la duda, pero los temas que surgen se me hacen muy interesantes.

Esta clase se me hizo un poco pesada porque teníamos un examen de Biología y casi no dormí, por lo que tenía mucho sueño en la clase y se me dificultó un poco más poner atención, por lo que no tomé bien mis notas para leerlas después y comprender mejor lo que nos enseñaron. Hay veces que el tipo de dinámica de la clase, estar siempre en duda todo, me cansa y me desespero, pero considero que aunque no me agrada mucho, sí estoy aprendiendo un poco.

11/Sept/2008

Sería muy bueno que cambiáramos las clases siempre con acetato, a con explicaciones más didácticas en el pizarrón, dictar un poco más de teoría, cambiar de tema, es mi sugerencia, pero si estoy agusto, debo reconocer que las horas se me pasan rápido y eso me agrada, espero que en verdad se me estén quedando los conocimientos como me siento en la clase. Me gusta que nos haga investigar los temas que surgen en clase como dudas, pero el problema es que luego ya no los revisamos y no podemos intercambiar ideas para verificar lo que investigamos.

Esta clase se me hizo un poco tediosa, vimos lo mismo que habíamos visto en clases previas. Teníamos que entregar un trabajo de biología y la verdad estaba un poco más preocupada por eso, aparte iba a dar los resultados del examen.

Me gustó mucho que comenzamos a ver nomenclatura, pues ya sé que es un tema muy complejo pero yo confío en que lo pueda comprender mejor y sin tantas dificultades.

18/10/2011
Esta clase estuvo muy bien, aunque me sentí un poco mal porque mi práctica no le agradó tanto, creo que si pusimos demasiada información, deberíamos ser más selectivos y también somos un poco irresponsables por esa cuestión del congreso, gracias por darnos un poco más de tiempo, de mi parte espero que nos quede bien el trabajo para nuestra propia satisfacción personal, también me sentí muy bien de que nos tomáramos en cuenta en esos temas de nomenclatura, que bueno que nos va a apoyar en eso, porque en lo personal si me hace mucha falta.

... aplicada, más bien
 mucha información, que si bien ya
 se complementa pero con términos
 poco más difícil de comprender.
 bo recomiendo que si me gusta más así
 clara que se vea teoría, así aprendo
 un poco mejor que cuando es con
 las dinámicas.

Además la forma de comparar los modelos
 Bronsted y Lowry con el de Arrhenius
 me facilita comprender un poco más,
 que me gustaría que se mencionaran
 otros modelos, ampliaríamos más las
 definiciones.

En la clase en general se me hace
 interesante aunque me gustaría más
 ejercicios de razonamiento.
 lo irá siendo gradual.

Estuvimos en el congreso, muy
 interesante y entretenido, se me
 pasaron muy rápidas las 4 horas
 y aprendí mucho.

El trabajo de mis compañeros
 fue muy bueno.

Este congreso me fascinó, ojalá y
 hubiera congresos así de otras
 materias para comprender mejor los
 temas.

*mi querida Fatima, eso se pierde hacer
 pero el propósito de mi trabajo es comparar
 dos modelos que quedan muy claros
 y no confundirlos
 con ninguno
 más información*

Vimos un poco de términos de nomenclatura y algunos ejercicios para hacerlos reaccionar con el agua, pero me gusta mucho aunque no se me da el nombre de las sustancias por la nomenclatura, pero sí me gusta.

Algunas ocasiones me aburre un poco porque nos entretienen en temas que no son del programa y nos distraemos mucho.

Aunque es mucha tarea, me gusta hacer esas reacciones porque les entiendo muy bien aunque los pares conjugados me resultan un poco complicados.

Esta clase se me hizo un poco confusa, porque no quedaron muy claras las definiciones en las reacciones químicas que estamos viendo. Los pares conjugados todavía me fallan mucho, aunque sí me sabe el resultado de las reacciones y me da pena pero porque los pares conjugados que son lo más fácil, siempre me equivoco.

También confundo mucho las fórmulas porque no tengo muy clara la nomenclatura y por eso a veces me aburre.

una clase me gustó muchísimo, ya había leído todas las hojas de los acetatos. Me teníamos que estudiar, y no me habían quedado claras algunas ideas sobre los modelos que debíamos tener bien definidos; debo reconocer que me sentía un poco nerviosa por el "examen" que vamos a hacer.

Pero el ejercicio que hicimos aclaró todas mis dudas y me quedó completamente matizada la ~~definición~~ definición de cada uno de los modelos.

El ejercicio de autoevaluación me salió muy bien, pude expresar algunas cosas que no me atrevía a decir.

Entendí muy bien este tema de pH respecto a los modelos de Bronsted-Lowry y Arrhenius.

4.3.1.j Muestra 1 de autoevaluación y coevaluación (actividad 18) del trabajo para el Congreso de Expertos

Título del Taller de Aprendizaje Educativo en problemas resueltos por Ramiel Collin
 En el Congreso Nacional de Educación (2007) Modificado por Natalia Alejo Vaccaro

Fecha: 7 Oct 08

FORMATO DE AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN

AUTOEVALUACIÓN

Contesta cada una de las siguientes preguntas con un **SI** o **No** según sea el caso

1. ¿Participé activamente en el trabajo que realizó el equipo? **SI**
2. ¿DI lo mejor de mí mismo para cumplir con el trabajo de equipo? **SI**
3. ¿Comuniqué adecuadamente y defendí mis ideas? **SI**
4. ¿Escuche y retroalimenté a mis compañeros de equipo? **SI**
5. ¿Tuve una participación activa en la resolución de los conflictos? **SI**
6. ¿Tuve una actitud abierta y de cooperación? **SI**
7. ¿Respeté y acepté las ideas que eran diferentes a las mías? **SI**
8. ¿Cumplí adecuadamente (en tiempo y forma) y de la mejor manera con todas las actividades que me tocó desarrollar? **SI**
9. ¿Siempre acudí puntualmente a las reuniones de trabajo o entregué oportunamente la parte que me tocó desarrollar? **SI**
10. ¿Todo el tiempo estuve comprometido con el proyecto y con mi equipo? **SI**
11. ¿Formé un equipo de trabajo de "alto desempeño"? **NO**
12. ¿Estoy satisfecho con el trabajo que realizó mi equipo? **SI**

FORTALEZAS DEL EQUIPO

Escribe por lo menos tres fortalezas o aspectos positivos de tu equipo de trabajo

- Cooperación
- Tolerancia
- Respeto

DEBILIDADES DEL EQUIPO

Escribe por lo menos tres debilidades o aspectos que no ayudaron mucho a tu equipo de trabajo

- La flojera
- Irresponsabilidad
- Falta de organización

PROPUESTAS

¿Qué propuestas puedes hacer para mejorar el desempeño de tu equipo?

Que tuvieramos mas comunicación y puntualidad en cuanto a no hacer las cosas a la mera hora.

COEVALUACIÓN

En el encabezado de cada columna escribe el nombre de tus compañeros. Evalúa su desempeño según los rubros que se presentan. Toma en cuenta la siguiente escala.

5 = Excelente 4= Muy bien 3= Bien 2= Regular 1= Debe mejorar

Toma en cuenta que debes asignar una calificación **distinta** a cada uno de tus compañeros en cada renglón.

Integrantes	MARIJA MARIO			
Aspectos a evaluar				
Actitud de colaboración y apoyo	5	3		
Responsabilidad y puntualidad	5	3		
Liderazgo y dirección del equipo	5	3		
Solución de inquietudes y conflictos	5	2		
Contribución para lograr los objetivos planteados	5	3		
Compromiso con el proyecto y el equipo	5	2		
Interactuó, discutió y compartió ideas	5	2		
Puntuación total	35	18		
¿Volverías a trabajar con tu compañero?				
SI No Con condiciones	SI	con condiciones		

A continuación se anexa una sección (desprendible) en la cual se pide que hagas algunas recomendaciones a uno o a varios de tus compañeros de equipo. Para expresar tus recomendaciones se cuidados@ y respetuos@, toma en cuenta que no debes ser ofensivo, lo que se busca con esta actividad es que con tus comentarios ayudes a los demás a mejorar su desempeño. No te olvide que tu también puedes recibir sugerencias.

Recomendaciones para: _____

4.3.1.j'. Muestra 2 de autoevaluación y coevaluación del trabajo para el Congreso de Expertos

FORMATO DE AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN AUTOEVALUACIÓN	COEVALUACIÓN																																																																		
<p>Nombre de la actividad: _____</p> <p>Fecha: <u>7/10/08</u></p> <p>Contesta cada una de las siguientes preguntas con un Sí o No según sea el caso</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Participé activamente en el trabajo que realizó el equipo? <u>Sí</u> 2. ¿Di lo mejor de mí mismo para cumplir con el trabajo de equipo? <u>Sí</u> 3. ¿Comuniqué adecuadamente y defendí mis ideas? <u>Sí</u> 4. ¿Escuche y retroalimenté a mis compañeros de equipo? <u>Sí</u> 5. ¿Tuve una participación activa en la resolución de los conflictos? <u>Sí</u> 6. ¿Tuve una actitud abierta y de cooperación? <u>Sí</u> 7. ¿Respeté y acepté las ideas que eran diferentes a las mías? <u>Sí</u> 8. ¿Cumplí adecuadamente (en tiempo y forma) y de la mejor manera con todas las actividades que me tocó desarrollar? <u>Sí</u> 9. ¿Siempre acudí puntualmente a las reuniones de trabajo o entregué oportunamente la parte que me tocó desarrollar? <u>Sí</u> 10. ¿Todo el tiempo estuve comprometido con el proyecto y con mi equipo? <u>Sí</u> 11. ¿Formé un equipo de trabajo de "alto desempeño"? <u>No</u> 12. ¿Estoy satisfecho con el trabajo que realizó mi equipo? <u>No</u> <p>FORTALEZAS DEL EQUIPO Escribe por lo menos tres fortalezas o aspectos positivos de tu equipo de trabajo</p> <p><u>Pues la investigación era muy interesante porque hablaba sobre Yapiel y los productos, además no era difícil encontrar información, solo tenemos que organizarla.</u></p> <p>DEBILIDADES DEL EQUIPO Escribe por lo menos tres debilidades o aspectos que no ayudaron mucho a tu equipo de trabajo</p> <p><u>Una de las compañeras no se veía muy comprometida, además de que en la práctica (para pesada y hecha en limpio) no colaboró.</u></p> <p>PROPUESTAS ¿Qué propuestas puedes hacer para mejorar el desempeño de tu equipo?</p> <p><u>Pues que esa compañera se comprometiera más, que pregunte que se piensa realizar o proponga algo porque siento que solo hacía algo hasta que nosotras le dijéramos.</u></p>	<p>Nombre de la actividad: _____</p> <p>Fecha: <u>7/10/08</u></p> <p>En el encabezado de cada columna escribe el nombre de tus compañeros. Evalúa su desempeño según los rubros que se presentan. Toma en cuenta la siguiente escala. 5 = Excelente 4= Muy bien 3= Bien 2= Regular 1= Debe mejorar Toma en cuenta que debes asignar una calificación distinta a cada uno de tus compañeros en cada renglón.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Integrantes Aspectos a evaluar</th> <th style="width: 10%;">Danda</th> <th style="width: 10%;">Margarita</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Actitud de colaboración y apoyo</td> <td>4</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Responsabilidad y puntualidad</td> <td>3</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Liderazgo y dirección del equipo</td> <td>3</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Solución de inquietudes y conflictos</td> <td>3</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contribución para lograr los objetivos planteados</td> <td>4</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Compromiso con el proyecto y el equipo</td> <td>4</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Interactuó, discutió y compartió ideas</td> <td>4</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Puntuación total</td> <td>25</td> <td>14</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>¿Volverías a trabajar con tu compañero?</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sí No Con condiciones</td> <td>Sí</td> <td>Sí</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Integrantes Aspectos a evaluar	Danda	Margarita				Actitud de colaboración y apoyo	4	2				Responsabilidad y puntualidad	3	3				Liderazgo y dirección del equipo	3	1				Solución de inquietudes y conflictos	3	2				Contribución para lograr los objetivos planteados	4	3				Compromiso con el proyecto y el equipo	4	1				Interactuó, discutió y compartió ideas	4	2				Puntuación total	25	14				¿Volverías a trabajar con tu compañero?						Sí No Con condiciones	Sí	Sí			
Integrantes Aspectos a evaluar	Danda	Margarita																																																																	
Actitud de colaboración y apoyo	4	2																																																																	
Responsabilidad y puntualidad	3	3																																																																	
Liderazgo y dirección del equipo	3	1																																																																	
Solución de inquietudes y conflictos	3	2																																																																	
Contribución para lograr los objetivos planteados	4	3																																																																	
Compromiso con el proyecto y el equipo	4	1																																																																	
Interactuó, discutió y compartió ideas	4	2																																																																	
Puntuación total	25	14																																																																	
¿Volverías a trabajar con tu compañero?																																																																			
Sí No Con condiciones	Sí	Sí																																																																	

4.3.1.k. Ejemplos de sugerencias de los alumnos a sus compañeros de equipo (actividad 18)

Recomendaciones para: Gabriela Rocha - sólo que nos escuche a todos y acepte propuestas.

Maleny Sánchez - que mmm... también que acepte propuestas

Vicente Castillo - Que ponga un poco más de interés.

Recomendaciones para: Deni!!! Galván

Cuando no puedas o quieras hacer algo del trabajo, dime y lo arreglamos por algo que te sea más cómodo 😊, y así no hacerte hacer cosas q' no quieras o no te salen a hacer un trabajo más pro.

Recomendaciones para: Ale y Caro Duarte y Rincón

Ale: gracias por tu apoyo y comprensión, me que así controlada y en ayuda, controlarnos es importante, promet que me controlaré. Te quiero!!

Recomendaciones para: Mona. Jiménez Ruiz Montse

Andá monis, organicémonos mejor y no te me desesperes hagamos lo que mejor sabemos hacer, no me grites, ni te enojes mucho, organicémonos 😊
😊!!

Recomendaciones para: Angel ☺ García Díaz

Ten más paciencia, las cosas pueden ser difíciles pero hay que sonreír siempre

Sergio ☺ Navarrete Reyes

Fue interesante trabajar contigo, tienes buenas ideas y nos hacías concentrarnos en el objetivo.

Recomendaciones para: Fue un equipo muy disciplinado
1 nos apoyamos mutuamente y tratamos de desarrollar bien el trabajo.

4.3.1.L. Muestra 1 de la evaluación de los alumnos sobre el desempeño de la profesora (actividad 18)

EVALÚA A LA PROFESORA				
Indicaciones: El siguiente cuestionario deberás contestarlo en forma anónima y tiene como propósito que tu como estudiante ayudes a la profesora a mejorar como docente. Lee con atención y contesta honestamente, toma en cuenta que tus respuestas no afectarán tu calificación. Utiliza una ✓ para indicar tu respuesta.				
Preguntas	Nunca	En ocasiones	Frecuentemente	Describe qué hace o cómo lo hace
La maestra:				
1. ¿Te transmite confianza para acercarte y consultar tus dudas?			✓	Cuando le preguntamos responde cortesmente
2. ¿Muestra interés por ti y por tu aprendizaje?			✓	Realizamos muchos ejercicios y nos aclara las dudas
3. ¿Promueve la reflexión acerca de los temas que se revisan en clase?			✓	Nos deja trabajos relacionados.
4. ¿Se preocupa por que relaciones los temas que se ven en clase con las actividades cotidianas?			✓	Hicimos el congreso y lo relacione mucho con lo que vivimos a diario
5. ¿Te atenoriza su forma de ser?	✓			Es muy buena
6. ¿Las clases te parecieron atractivas e interesantes?		✓		En algunas ocasiones me parecieron repetitivas
7. ¿Fueron muy teóricas y aburridas?		✓)
8. ¿Hace disfrutable la clase de química?		✓		Cuando hacemos dinámicas, sí.
9. ¿Promueve el trabajo por equipos y la interacción entre tu y tus compañeros?			✓	Casi Siempre.
10. ¿Está al pendiente del grado de avance que tiene el grupo?		✓		Somos demasiados para estar al pendiente de cada uno, pero sí se preocupa.

Muestra 1 de la evaluación de los alumnos sobre el desempeño de la profesora (anverso).

11. ¿Te orienta para que mejores en la realización de las actividades que se van a evaluar?			✓	Cuando deja tareas, las revisamos.
12. ¿La forma que tiene de evaluar es justa?			✓	Me parece que si.
13. ¿Tiene alumnos preferidos?	✓			NO puede decir por que, pero no.
14. ¿Su trato es igual con todos?	✓			cada quien es diferente, algunos trabajan más y participan más, tal vez por eso.
15. ¿Te comprende como persona?	✓			Tal vez con la bitacora, pero somos muchisimos.

Menciona tres aspectos que te ayudan a aprender mejor

- Tareas.
- Ejercicios.
- Pasar al pizarrón.

Menciona tres aspectos que no te ayudan o que limitan tu aprendizaje.

- No ver temas diferentes
- No poner atención
- No hacer la tarea.

Menciona tres recomendaciones (o todas as que creas convenientes) para que la profesora mejore su trabajo como docente.

- Así estuvo bien.

Gracias por tus valiosas respuestas

Nota: Si deseas hacer comentarios adicionales, por favor anexa una hoja

4.3.1.L Muestra 2 de la evaluación de los alumnos sobre el desempeño de la profesora (actividad 18).

EVALÚA A LA PROFESORA				
Indicaciones: El siguiente cuestionario deberás contestarlo en forma anónima y tiene como propósito que tu como estudiante ayudes a la profesora a mejorar como docente. Lee con atención y contesta honestamente, toma en cuenta que tus respuestas no afectarán tu calificación. Utiliza una ✓ para indicar tu respuesta.				
Preguntas	Nunca	En ocasiones	Frecuentemente	Describe qué hace o cómo lo hace
La maestra:				
1. ¿Te transmite confianza para acercarte y consultar tus dudas?			✓	Cuando le preguntamos responde cortesmente
2. ¿Muestra interés por ti y por tu aprendizaje?			✓	Realizamos muchos ejercicios y nos aclara las dudas
3. ¿Promueve la reflexión acerca de los temas que se revisan en clase?			✓	Nos deja trabajos relacionados.
4. ¿Se preocupa por que relaciones los temas que se ven en clase con las actividades cotidianas?			✓	Hicimos el congreso y lo relacione mucho con lo que vivimos a diario
5. ¿Te atenoriza su forma de ser?	✓			Es muy buena
6. ¿Las clases te parecieron atractivas e interesantes?		✓		En algunas ocasiones me parecieron repetitivas
7. ¿Fueron muy teóricas y aburridas?		✓)
8. ¿Hace disfrutable la clase de química?		✓		Cuando hacemos dinámicas, si.
9. ¿Promueve el trabajo por equipos y la interacción entre tu y tus compañeros?			✓	Casi Siempre.
10. ¿Está al pendiente del grado de avance que tiene el grupo?		✓		Somos demasiados para estar al pendiente de cada uno, pero si se preocupa.

Muestra 2 de la evaluación de los alumnos sobre el desempeño de la profesora (anverso).

11. ¿Te orienta para que mejores en la realización de las actividades que se van a evaluar?			✓	Antes de hacer la actividad explica el tema y resuelve nuestras dudas
12. ¿La forma que tiene de evaluar es justa?			✓	Todos tiene un valor en la calificación, por lo que es equitativo
13. ¿Tiene alumnos preferidos?	✓			A todos nos trata como alumnos preferidos ya que somos su único grupo.
14. ¿Su trato es igual con todos?			✓	Si, nos trata igual y de la misma manera a todos
15. ¿Te comprende como persona?			✓	Pienso que sí, en ocasiones defiende nuestras ideas y nos hace ver nuestros errores

Menciona tres aspectos que te ayudan a aprender mejor

- Actividades prácticas o extra-clase
- Actividades en equipo
- La resolución de dudas

Menciona tres aspectos que no te ayudan o que limitan tu aprendizaje.

- Las clases que solo son teóricas
- El no comprender algunos conceptos
- La comparación

Menciona tres recomendaciones (o todas as que creas convenientes) para que la profesora mejore su trabajo como docente.

- Organizar mejor las actividades en clase
- Hacer más prácticas relacionadas con el tema
- Enfaticar algunos aspectos

Gracias por tus valiosas respuestas

Nota: Si deseas hacer comentarios adicionales, por favor anexa una hoja

4.3.2. COMENTARIOS EN TORNO A LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Con la realización de las actividades que conforman la propuesta didáctica, consideramos que los alumnos participaron activamente a lo largo del proceso de aprendizaje debido a que desde el principio se les involucró en el desarrollo de las actividades que conforman nuestra propuesta didáctica.

A través de esta secuencia los estudiantes pudieron:

- Expresar sus opiniones, participar en discusiones y compartir sus ideas con sus pares, proponer estrategias de acción para resolver situaciones específicas, confrontar sus propias ideas con las respuestas que ofrece la ciencia y la evidencia experimental al llevar a cabo actividades de tipo experimental en donde fueron ellos quienes se encargaron del diseño, la implementación en el laboratorio, la recogida y comunicación de la información, la discusión basada en sus propios intereses e inquietudes.
- Participaron en la realización de actividades de investigación en donde tuvieron la oportunidad de elegir un tema basado en sus intereses personales, con la única directriz de que tenía que relacionarse con el estudio de los ácidos y las bases. Al concluir la realización de este trabajo de investigación los estudiantes compartieron con el resto del grupo parte de su trabajo a través de un proceso de comunicación oral y escrita y como parte de este proceso, cada alumno tuvo la oportunidad de ampliar sus conocimientos sobre la importancia de los ácidos y las bases en su entorno y en su vida diaria.
- A lo largo de todo el proceso, llevaron a cabo ejercicios de evaluación continua a través de los registros en su bitácora de clase, los cuales sirvieron para regular el proceso de intervención en el aula, y permitieron conocer algunas de sus vivencias personales en las que se consideró no sólo la parte conceptual, sino también los componentes actitudinales y valorales.
- Al aplicar sus nuevos saberes en actividades de aplicación (conceptual) y de los resultados obtenidos es notorio que un número considerable de estudiantes, al finalizar el análisis comparativo del marco teórico de los dos modelos ácido-base, logran tener un mejor manejo conceptual y una mayor diversidad representacional.

Capítulo 5

Conclusiones

CONCLUSIONES

Con base en el análisis presentado, es posible dar respuesta a la segunda pregunta que guió el desarrollo del presente trabajo, la cual quedó planteada como:

¿Cuál sería el efecto, en el aprendizaje de los alumnos, al estudiar a los ácidos y a las bases a partir de una propuesta didáctica basada en la contrastación de los marcos explicativos de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry?

podemos concluir que la propuesta didáctica impacta favorablemente en el proceso de aprendizaje de los alumnos, debido a que después del proceso de intervención en el aula, son evidentes una serie de cambios en cuanto al manejo conceptual del tema que se hace evidente en las repuestas de los aprendices entre los que se encuentran los siguientes:

- La mayor parte del grupo responde adecuadamente las preguntas del cuestionario y la extensión de sus respuestas aumenta considerablemente.
- Hay un mejor manejo conceptual de los descriptores fenomenológicos y de Arrhenius que los alumnos suelen utilizar para definir a los ácidos y a las bases. Después de la aplicación de la propuesta didáctica, en sus esquemas explicativos, incorporan algunos planteamientos del modelo de Brønsted-Lowry, con lo cual sus respuestas se tornan más amplias, diversas y complejas.
- Reconocen las principales diferencias entre los dos marcos teóricos y ello les permite utilizar de forma diferenciada el nuevo conocimiento y llevar a cabo análisis comparativos de ambos modelos.
- Un alto porcentaje de alumnos reestructuran parte de sus conocimientos previos y, después del proceso de intervención en el aula, logran un mejor manejo conceptual y una mayor diversidad representacional sobre los conceptos ácido-base.
- Amplían sus conocimientos sobre la importancia, usos y aplicaciones de los ácidos y las bases en las actividades cotidianas y en los procesos biológicos.
- Se muestran más interesados en conocer más sobre las aplicaciones de estos materiales en las actividades de la vida diaria.

- Los alumnos se involucran activamente el proceso de aprendizaje cuando el docente ofrece la oportunidad para que ellos; planeen, propongan, lleven a cabo, actividades de investigación, discutan y hagan sugerencias que los lleven a lograr nuevas construcciones conceptuales.
- Los alumnos alcanzan un mejor nivel de conocimientos y dominio del tema, no sólo en el mediano, sino también en el largo plazo.
- Los estudiantes tienen mayores posibilidades para vincular adecuadamente sus nuevos conocimientos con contenidos de mayor complejidad y demanda cognitiva que el Programa de Química IV para el área II plantea como temas consecuentes de la primera unidad.

Con el desarrollo de la propuesta didáctica que aquí se ha presentado no se buscaba que los estudiantes abandonaran sus conocimientos informales a favor de los saberes formales y que estos sustituyeran a los primeros, sino que se pretendía ayudar a los alumnos:

- En la toma de conciencia sobre lo que el estudiante sabe sobre los ácidos, las bases y los modelos que explican su comportamiento, además de averiguar cómo lo sabe.
- A reconocer algunas de sus concepciones alternativas que pueden llegar a interferir en el proceso de aprendizaje del tema.
- Promover una aproximación gradual y más organizada de los planteamientos teóricos de cada modelo, de tal manera que se hicieran evidentes las diferencias entre los dos marcos explicativos, esto a través del análisis de sus limitaciones y su distinto alcance explicativo.
- Propiciar un mejor manejo conceptual de sus conocimientos antecedentes, con la consecuente disminución del número de concepciones alternativas.
- Propiciar la ampliación y la redescipción de sus representaciones que los llevará a estructurar respuestas conceptuales más complejas y de mayor alcance explicativo.
- Despertar el interés por saber más sobre estos sistemas, entender su importancia en la vida diaria y su funcionamiento en los organismos vivos.
- Propiciar una participación activa, en la que el alumno se involucrara de forma diferente en su propio proceso de aprendizaje.

Si bien, hubo cambios favorables en las respuestas y actitudes de los estudiantes, también es necesario reconocer que si los aprendices no tienen un dominio conceptual adecuado de los conocimientos antecedentes fundamentales, estas deficiencias se dificultan considerablemente la comprensión de otros conceptos.

Quien sustenta esta tesis, está convencida de que una forma adecuada de estudiar los ácidos y las bases, es a través de una estrategia en la que se integren diversas actividades de apoyo (como pequeñas investigaciones documentales y experimentales) que complementen el análisis conceptual comparativo de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry, debido a que este último ofrece respuestas más adecuadas para explicar el comportamiento de los sistemas ácido-base y, ayuda a entender el funcionamiento de los complejos sistemas biológicos.

Si la revisión del tema se sigue llevando a cabo como se ha hecho durante mucho tiempo, es decir, sin que medie un análisis comparativo de los distintos modelos que se emplean para estudiar a los ácidos y a las bases, sólo seguiremos fomentando procesos de acumulación conceptual indiferenciada que confundirán más a los alumnos y no les permitirá reconocer que el modelo de Arrhenius y el de Brønsted-Lowry son planteamientos totalmente diferentes, que ofrecen respuestas muy distintas y entonces seguirán asumiendo que se trata de un mismo y único modelo.

Considero que para llevar a cabo el estudio de los ácidos y de las bases, o de cualquier otro tema en el aula, es fundamental incorporar actividades que permitan al docente y, a los aprendices mismos, identificar parte del conocimiento con el que llegan al aula, averiguar qué saben y cómo lo saben, identificar las principales concepciones alternativas y, con base en esa información, implementar una serie de acciones encaminadas a facilitar el proceso de aprendizaje de los alumnos, a propiciar procesos de reestructuración e integración jerárquica de los nuevos saberes, a promover una participación activa de los alumnos en su propio proceso de aprendizaje y con ello facilitar la construcción de nuevos conocimientos conceptualmente más adecuados y complejos, que tengan un mayor alcance explicativo y que lleven al alumno a comprender nuevos conceptos de mayor demanda cognitiva.

PERSPECTIVAS

De los resultados obtenidos es claro que aún prevalecen algunos problemas identificados en la exploración diagnóstica cuyas repercusiones son evidentes en el manejo conceptual inadecuado que muchos alumnos aún muestran en sus respuestas. Dichos problemas se relacionan con el manejo conceptual inadecuado de conceptos básicos como la nomenclatura, la diferenciación de elemento, partículas subatómicas, iones, moléculas neutras, la comprensión del significado de conceptos como acidez y pH y su estrecha vinculación con las características ácido-base de las sustancias, temas que indudablemente deben ser atendidos en los cursos previos si es que se busca que los alumnos del último curso de química en el bachillerato lleguen a comprender conceptos de mayor complejidad como los que sugiere el programa de la asignatura.

Por ello consideramos fundamental dar continuidad a este primer esfuerzo para lograr la consolidación de los nuevos aprendizajes que permitan al alumno su aplicación en situaciones y contextos diferentes.

LAS PROYECCIONES A FUTURO

Entre los planes que se tienen en mente para desarrollar en el mediano y largo plazo se encuentran:

- Dar continuidad al estudio de las implicaciones de esta propuesta didáctica y aplicarla con un grupo de alumnos en donde se tenga mayor margen de maniobra en la toma de decisiones y sin los inconvenientes de las restricciones de tiempo.
- Incorporar elementos que permitan mejorar la propuesta.
- Dar continuidad para estudiar su impacto en el manejo del tema, así como en la comprensión de los contenidos consecuentes que conforman el programa de estudio de la asignatura.
- Compartir la propuesta didáctica, así como los resultados con la comunidad docente interesada en lograr un cambio importante en el aprendizaje del tema.
- Ampliar la propuesta para abarcar el nivel de aplicación conceptual de conceptos consecuentes relacionados con la química ácido-base.
- Diseñar un plan de acción e implementarlo para dar seguimiento al desempeño de los estudiantes en los primeros cursos de la licenciatura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARRHENIUS, S. 1903. *Development of the theory of electrolitic dissociation*. Nobel Lecture, December 11. Tomado de: <http://www.nobel.se/chemistry/laureates/1903/Arrhenius-lecture.pdf>.
2. BARDANCA, M.; NIETO, M.; RODRÍGUEZ, M. C. 1993. Evolución de los conceptos ácido-base a lo largo de la enseñanza media. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, (2), p. 125-129.
3. BELL, J. 2005. *Cómo hacer tu primer trabajo de investigación. Guía para investigadores en educación y ciencias sociales*. Gedisa. Barcelona.
4. BODNER, G. M. Definitions of Acids and Bases and the Role of Water. Tomado de: <http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch11/bronsted.php#top> Última fecha de consulta: 27 julio 2008.
5. BORSESE, A., 1992. Fuerza de los ácidos y de las bases y criterios de cálculo de pH. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), p. 86-88.
6. BORSESE, A., 2000. Comunicación, lenguaje y enseñanza. *Educación Química* 11 (2), p.220-227.
7. BRØNSTED, J.N. 1923. *Rev. Trav. Chim.*, 42, p. 718.
8. CAAMAÑO, A., COROMINAS, J., 2004. ¿Cómo transformar los trabajos prácticos tradicionales en trabajos prácticos investigativos? *Alambique*, 39, p. 52-63.
9. CAAMAÑO, A., OBACH, D. 2000. *Química. Bachillerato*. Capítulo 4. Ácidos y bases. P. 88-119. Editorial TEIDE. 1ª Edición, Barcelona.
10. CAAMAÑO, A. 2003. La enseñanza y el aprendizaje de la química. En Jiménez Aleixandre, M. P. Coord. *Enseñar ciencias*. Barcelona. Graó. Capítulo 9. 2003, p. 203-228.
11. CASADO, G., RAVIOLO, A. 2005. Las dificultades de los alumnos al relacionar distintos niveles de representación de una reacción química. *Universitas Scientiarum*, 10, p. 35-43.
12. CEA, B. A., GUTIÉRREZ, C. M., HIRANAKA, N. H., RAMÍREZ, LL. A. 2003. "Incidencia de los conocimientos de Química en el aprendizaje de la Bioquímica en la Facultad de Medicina de la UNAM" en *XI Congreso celebrado por la Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A. C., en la Semana de la Educación Bioquímica*. UNAM. México. 14 al 16 de agosto de 2005. México, D.F.
13. CLAXTON, G. 1991. *Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Libros Antonio Machado. Madrid.
14. COLL, C., MARTÍN, E., MAURI, T., MIRAS, M., ONRUBIA, J., SOLÉ, I., ZABALA, A. 2007. *El constructivismo en el aula*. 18ª edición Graó – Colofón. México.

15. COFFIE, R. Formatos tomados del taller de aprendizaje basado en problemas. Impartido por Randall Coffie en el Congreso de la Sociedad Química de México. Guadalajara, México.
16. CORDOVA, FRUNZ J. L., 1989. Ácidos y bases, la química en la cocina. *Educación Química*, 0, p. 33-36.
17. CORDOVA, FRUNZ J. L. (1998). *La química en la cocina*. Fondo de Cultura Económica. México. 2ª edición, primera reimpresión.
18. CRISPÍN, MARTÍNEZ M. DEL C., GASCA, SALAS, J. A. 2008. Plataforma Curricular en la Enseñanza Media Superior. *En Ecos de San Ildefonso. Escuela Nacional Preparatoria*. 1, (4), p. 23-30
19. CROS, D., MAURIN, M., AMOUROUX, R., CHASTRETTE, M., LEBER, J., FAYOL, M. 1986. Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases. *European Journal of Science Education*, 8 (3), p. 305-313.
20. CUBERO, R., GARCÍA, J.E., 1989. El papel del trabajo en grupo sobre el cambio de las representaciones. *Enseñanza de las Ciencias*. Numero extra (III Congreso), Tomo I, 19-20.
21. DE MANUEL TORRES E., JIMÉNEZ-LISO M. R. 2000. Opositores al cuerpo de profesores de secundaria. *Alambique*. (24), p. 66-76.
22. DE VOS, W., PILOT, A. 2001. Acids and bases in layers: The stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*. 78 (4), p. 494-499.
23. DEMEROUTI, M., KOUSATHANA, M., TSAPARLIS, G. 2004a. Acid–base equilibria. Part I. Upper secondary students' misconceptions and difficulties. *Chem. Educator*. (9), p. 122-131.
24. DEMEROUTI, M., KOUSATHANA, M., TSAPARLIS, G. 2004b. Acid–base equilibria. Part II. Effect of developmental level and disembedding ability on students' Conceptual understanding and problem-solving ability. Upper secondary students' misconceptions and difficulties. *Chem. Educator*. (9), p. 132-137.
25. DEMEROUTI, M., KOUSATHANA, M., TSAPARLIS, G. 2005. Instructional misconception in acid-base equilibria: An analysis from history and philosophy of science perspective. *Science and Education* 14, p. 173-193.
26. DRECHSLER, M., 2007. *Models in chemistry education-A study of teaching and learning acids and bases in Swedish upper secondary schools*. Ph. D. Faculty of Technology and Science Chemistry. University of Karlstad, Suecia.
27. DRECHSLER, M., SCHMIDT, H.-J., 2005. Textbooks' and teachers' understanding of acid-base models used in chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*. 6 (1), p.19-35.
28. DRIVER, R., GUESNE, E., Y TIBERGHIE, A. 1985. Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias, en: *Las Ideas científicas en la infancia y en la Adolescencia*, Ed. Morata, S. A., Ministerio de Educación y Ciencia.
29. DUIT, R. BIBLIOGRAPHY STCSE. Students' and Teachers' Conceptions and Science Education. Leibniz. Institute for Science Education: Kiel. Germany: IPN, 2004.

- Disponible en <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/> (fecha de consulta: 25 de marzo de 2009).
30. ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA. 1996. Programa de estudio para la asignatura Química III.
 31. ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA. 1996. Programa de estudio para la asignatura Química IV área I.
 32. ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA. 1996. Programa de estudio para la asignatura Química IV área II.
 33. ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA. 2003. *Plan de Desarrollo para el ciclo 2002-2006*.
 34. FLORES, F. 2004. El cambio conceptual: interpretaciones, transformaciones y perspectivas. *Educación Química*, 15 (3), p.256-269.
 35. FLORES, F., POZO, J. I. (Coordinadores). 2007. *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Libros Antonio Machado, Madrid.
 36. FLORES, F., POZO, J.I. 2007. Introducción: el cambio conceptual y representacional desde la epistemología, la psicología y la educación. En Flores, F. y Pozo, J. I. (Coordinadores). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Libros Antonio Machado, Madrid. Capítulo 1.
 37. FLORES, F., VALDEZ, R. 2007. Enfoques epistemológicos y cambios representacionales y conceptuales. En Flores, F. y Pozo, J. I. (Coordinadores). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Libros Antonio Machado, Madrid. Capítulo 2.
 38. FLORES, F., GALLEGOS, L., SOSA, P., BELLO, S. 2002. Base de datos: ideas previas. Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico CCADET. UNAM. Disponible en línea: <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/preconceptos.htm#cambio>. Fecha de consulta. 25 octubre de 2006.
 39. FLORES-CAMACHO, F. GALLEGOS-CÁZARES, L. 2008. El cambio conceptual, su origen, desarrollo y significado en la enseñanza de la ciencia. En Bello Garcés, S. Coordinadora. *Hacia el cambio conceptual en el enlace químico. Propuesta constructivista para mejorar el aprendizaje en bachillerato y licenciatura*. UNAM. Capítulo 1. p. 17-34.
 40. FURIÓ, C., CALATAYUD, M. L., BÁRCENAS, S. 2000. Deficiencias epistemológicas en la enseñanza de las reacciones ácido-base y dificultades de aprendizaje. *Tecne, Episteme y Didaxis*. 7, p. 5-21.
 41. FURIÓ-MÁS C., CALATAYUD M. L., FURIÓ-GÓMEZ C. 2005. How are the concepts and theories of acid-base reactions presented? Chemistry in textbooks and as presented by teachers. *International Journal of Science Education*. 27 (11), p. 1337-1358.

42. FURIÓ-MÁS C., FURIÓ-GÓMEZ C. CALATAYUD M. L., BÁRCENAS RÍOS S. 2007. Surveying students' conceptual and procedural knowledge of acid-base behavior of substances. *Journal of Chemical Education*. 84 (10), p. 1717-1724.
43. FURIÓ-MÁS, C. 1996. Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. *Alambique*. 7, p. 7-17.
44. FURIÓ-MÁS, C., FURIÓ-GÓMEZ, C., CALATAYUD, M. L., BÁRCENAS RÍOS, S., 2005. ¿Cómo se presentan los conceptos y teorías en las reacciones ácido-base? Visiones deformadas de la química en libros de texto (y profesores). *Aspectos didácticos de Física y química (Química) 11*. Educación abierta. Universidad de Zaragoza.
45. GABEL, D., BUNCE D. M. 1994. Research on problem solving: Chemistry in Handbook of Research on Science Teaching and Learning. Chapter 11th Edit. D Gabel, NSTA. p. 301-326.
46. GALAGOVSKY, L., RODRÍGUEZ, M.A., STAMATI, N., MORALES, L.F. 2003. Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*. 21 (1), p. 107-121.
47. GALLEGOS-CÁZARES, L. 2009. Clasificación de los modelos de cambio conceptual. (Comunicación personal, 23 de abril de 2009.)
48. GALLEGOS-CÁZARES, L., GARCÍA-FRANCO, A., CALDERÓN-CANALES, E. 2007. Estrategias de enseñanza y cambio conceptual. En Pozo, J. I. y Flores, F. Coordinadores. *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Libros Antonio Machado, Madrid. Capítulo 14. p. 239-252.
49. GARCÍA-FRANCO, A. 2003. *Las concepciones de los estudiantes de bachillerato acerca del enlace químico*. Tesis de maestría en Pedagogía. Universidad Nacional Autónoma de México.
50. GARCÍA-FRANCO, A. 2007. *Representaciones múltiples de la estructura de la materia en estudiantes de secundaria y bachillerato*. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México.
51. GARNETT, P, J., GARNETT, P. J., HACKLING, M. W. 1995. Students alternative conceptions in chemistry: a review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*. 25, 69-95.
52. GARRITZ, A. 2000a. De ideas previas y enseñanza de la química. *Educación Química*, 11 (2), p. 211-212.
53. GARRITZ, A. 2000b. Más sobre ideas previas y enseñanza de la química. *Educación Química*, 11, (3), p. 291-292.
54. GÓMEZ-CRESPO M. A. Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. *Alambique*. (1996), N° 7, 37-44.
55. GÓMEZ-CRESPO, M. A. 1995. *Química Serie: Materiales didácticos. Bachillerato*. Ciencias de la Naturaleza y de la Salud. Martín Díaz, María Jesús (Coord.) Ministerio de Educación y Ciencia, Centro de Publicaciones. Madrid.

56. GÓMEZ-CRESPO, M. A., 2005. *Aprendizaje e instrucción en química. El cambio de las representaciones de los estudiantes sobre la materia*. Tesis doctoral Universidad Autónoma de Madrid.
57. GÓMEZ-CRESPO, M. A., POZO, J. I. GUTIÉRREZ JULIÁN, M. S. 2004. Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación Química*. 15 (3), p. 198-209.
58. GUTIÉRREZ-VÁZQUEZ, J.M. 2008. *Educación y vida cotidiana*. Aula XXI. Santillana. México.
59. HAWKES, S. J., 1992. Arrhenius confuses students. *Journal of Chemical Education*. 69, (7), p. 542-543.
60. HODSON, D. 1994. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Traducido al español por Ó Barberá en Hodson, D. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (13), p. 299-313.
61. HUERTA, P., MATA, M., MONTEAGUDO, A. (2006). Diseño de un instrumento para evaluar el desempeño docente. Trabajo presentado en la asignatura Psicología del adolescente, asignatura de la MADEMS, UNAM.
62. INSTITUTO NACIONAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN. 2007. *PISA 2006 en México*. Primera edición. México.
63. JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M., P. (Coordinadora). 2003. *Enseñar ciencias*. Barcelona. Graó.
64. JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M., P. 2003. El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. En Jiménez Aleixandre, M. P. Coord. *Enseñar ciencias*. Barcelona. Graó. Capítulo 1. 2003, p. 13-32.
65. JIMÉNEZ-LISO, M. R. 2000a. *Contenidos relacionados con los procesos ácido-base: diagnóstico y propuestas didácticas al nivel universitario*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
66. JIMÉNEZ-LISO, M. R. 2000b. Dificultades semánticas del término fuerza en el ámbito de la química; Polisemia entre significados químico y cotidiano. Tomado de: <http://webpages.ull.es/users/apice/pdf/244-011.pdf>. 6 de agosto de 2007.
67. JIMÉNEZ-LISO, M. R., DE MANUEL TORRES, E. 2002. La neutralización ácido-base a debate. *Enseñanza de las Ciencias*. 20 (3), p. 451-464.
68. JIMÉNEZ-LISO, M. R., DE MANUEL TORRES, E., GONZÁLEZ GARCÍA, F., SALINAS LÓPEZ, F. 2000. La utilización del concepto del pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, (3), p. 451-461.
69. JIMÉNEZ-LISO, M. R., DE MANUEL TORRES, E., SALINAS LÓPEZ, F. 2002. Los procesos ácido-base en los textos actuales y antiguos (1868-1955). *Educación Química*. 13 (2), p. 90-100.
70. JIMÉNEZ-LISO, M. R., SÁNCHEZ GUADIX, M. A., DE MANUEL TORRES, E. 2002. Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad o utopía?. *Educación Química*. 13 (4), p. 259-266.

71. JUSTI, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*. 24 (2), 173-184.
72. JUSTI, R., GILBERT, J. 1999. A causes of ahistorical science teaching: Use of hybrid models. *Science Education* 83, p. 166-177.
73. KARMILOFF-SMITH, A. 1994. *Más allá de la modularidad*. J.C., Gómez Crespo, J.C., Nuñez, Bernardos, M. (traductores). Alianza, Madrid.
74. KIND, V. 2004. Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química. Facultad de Química. UNAM-Aula XXI, Santillana. México.
75. KOUSATHANA M., DEMEROUTI M., TSAPARLIS G. 2005. Instructional misconception in acid-base equilibria: an analysis from a history and philosophy of Science Perspective. *Science and Education*. 14, p.173-193.
76. LUIS DEL CARMEN. Los trabajos prácticos. En Perales, F., y Cañal, P. 2000. *Didáctica de las ciencias experimentales*. Ed. Marfil. Alcoy.
77. NAKHLEH M. B. Students' models of matter in the context of acid-base chemistry. *Journal of Chemical Education*. (1994 b).Vol. 71 N° 6 495-499.
78. NAKHLEH, M. B. 1993. A protocol analysis of the influence of technology on students' actions, verbal commentary, and thought processes during the performance of acid-base titrations. *Journal of Research in Science Teaching*. 30 (9), p. 1149-1168.
79. NAKHLEH, M. B. 1994a. 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), p. 1077-1096.
80. OUERTATANI, L., DUMON, A., AYADI-TRAVELSI, M., SOUDANI, M. 2007. Acids and bases: the appropriation of the Arrhenius model by tunisian grade 10 students. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 5, p. 483-506.
81. OVERSBY, J. 2000. Models in explanations of Chemistry: The case of acidity. En J. K. Gilbert and C.J. Boulter (Editores). *Developing models in science education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press.
82. ÖZMEN, H., DEMIRCIOĞLU, G., AND COLL, R. 2009. A comparative study of the effects of a concept mapping enhanced laboratory experience on Turkish high school students' understanding of acid-base chemistry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, p. 1-24.
83. PARIS, M. 1989. Esquemas conceptuales en torno a los ácidos y las bases. Implicaciones de la instrucción en el proceso evolutivo de estos conceptos. *Enseñanza de las Ciencias*. (1989). Número extra (III Congreso) Tomo 2, p. 290-293.
84. PARIS, M. 1989. Ideas espontáneas de los alumnos de enseñanza media sobre el concepto de ácido y de base. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra (III Congreso) Tomo 2, p. 271-273.
85. PEÑA, A. 2003. *Estudio sobre la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos ácido-base*. Tesis de licenciatura. Facultad de Química, UNAM.

86. POSNER, F.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W., AND GERZOG,W.A. 1982. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), p. 211-227.
87. POZO, J.I. 1989 a. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Morata. Madrid.
88. POZO, J.I. 1996a. *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje*. Alianza. Madrid.
89. POZO, J.I. 1996b. Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas. *Alambique*. (7), p. 18-26.
90. POZO, J.I. 1997a. El cambio sobre el cambio: hacia una nueva concepción del cambio conceptual en la construcción del conocimiento. En Rodrigo, M.J. Arnay, J. (Compiladores). 1997. *La construcción del conocimiento escolar*. Temas de Psicología. Paidós. Barcelona. Capítulo 7.
91. POZO, J. I. 1997b. La crisis de la educación científica, ¿volver a lo básico o volver al constructivismo? *Alambique*. (14), p. 91-104.
92. POZO, J.I. 1999. Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (3), p. 513-520.
93. POZO, J.I. 2001. *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne*. Morata. Madrid.
94. POZO, J.I. 2002. La adquisición del conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (3), p 245-270.
95. POZO, J.I. 2003. ¿Puede la educación científica sustituir al saber cotidiano de los alumnos? *Conferencia impartida en el marco del II Congreso Iberoamericano de la Enseñanza de las Ciencias Experimentales realizado por la Universidad de Alcalá*.
96. POZO, J.I. 2006. *Adquisición de conocimiento*. Morata. Segunda Edición. Madrid.
97. POZO, J.I. 2007. Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional. En Pozo, J. I. y Flores, F. Coordinadores. *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Libros Antonio Machado, Madrid. Capítulo 5.
98. POZO, J.I., GÓMEZ CRESPO, M. A., 1998. *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid. Morata. Cuarta Edición, 2004.
99. POZO, J.I., MARTÍN, E., PÉREZ, M. P. 2002. *La Educación Secundaria para todos: Una nueva frontera educativa*. En ¿Qué educación secundaria para el siglo XXI? UNESCO-OREALC. Santiago.
100. POZO, J.I., POSTIGO, Y. 2000. *Los procedimientos como contenidos escolares*. Edebé. Barcelona.
101. POZO, J. I., POSTIGO, Y., GÓMEZ CRESPO, M. A. 1995. Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. *Alambique*. (5), p.16-26.
102. POZO, J.I., SCHEUER, N., PÉREZ, E. M. P., MATEOS, M., MARTÍN, E., DE LA CRUZ, M. 2006. *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Graó. Barcelona.

103. POZO, J.I., Y MONEREO, C. (Coordinadores). 2002. *El aprendizaje estratégico*. Aula XXI Santillana. Madrid.
104. RAYNER-CANHAM, G. 2000. Química inorgánica descriptiva. Segunda Edición. Pearson Educación. México.
105. RODRIGO, M.J. 1997. Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas. En Rodrigo, M., J., Arnay, J. (Compiladores). *La construcción del conocimiento escolar*. Temas de Psicología. Paidós. Barcelona. Capítulo 8.
106. RODRIGO, M.J., ARNAY, J. (Compiladores). 1997. *La construcción del conocimiento escolar*. Temas de Psicología. Paidós. Barcelona.
107. RODRÍGUEZ MONEO, M. 2007. El proceso de cambio conceptual: componentes cognitivos y motivacionales. En Flores, F. y Pozo, J. I. (Coordinadores). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Libros Antonio Machado, Madrid. Capítulo 4.
108. RODRÍGUEZ MONEO, M., Aparicio, J. J. 2004. Los estudios sobre el cambio conceptual y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 15 (3), p. 270-280.
109. ROSS B., MUNBY H. 1991. Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal in Science Education*. 13 (1), p. 11-23.
110. RUGARCÍA, A. 1991. Investigación y docencia, ¿un mito o una alternativa? *Educación Química*. 2 (1). p. 5-16
111. RUGARCÍA, A. 1996. Acreditación de programas de ingeniería. *Educación Química*. 7 (2). 92-95.
112. RUGARCÍA, A. Dimes y directes de la dirección universitaria. Tomado de: http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/revsup/res106/art2.htm (Fecha de consulta: 3 de septiembre de 2008).
113. SEP. 2006. *Reforma de la Educación Secundaria. Fundamentación curricular. Ciencias*. Subsecretaría de Educación Básica de la Secretaría de Educación Pública. México, p. 5-37.
114. SCHMIDT H-J. 1991. A label as hidden persuader: chemists' neutralization concept. *International Journal of Science Education*. 13, (4), p. 459-471.
115. SCHMIDT H-J. 1995. Applying the concept of conjugation to the Brønsted theory of acid-base reactions by senior high school students from Germany. *Int. J. Sci. Educ.* 17 (6), p. 733-741.
116. SCHMIDT H-J. 1997. Students' misconceptions-looking for a pattern. *Science Education*. 81, p. 123-135.
117. SOLANA, F. (compilador). 2006. *Educación. Visiones y revisiones*. Editorial Siglo XXI. México.
118. SPENCER, J. N., BODNER, G. M., RICKARD, L. H. 2007. *Química, estructura y dinámica*. Grupo Editorial Patria. México.

119. STRIKE, K. AND POSNER, G. 1985. A conceptual change view of learning and understanding. In West, L. and Pines, (editors). *Cognitive structure and conceptual change*. Academic Press, Orlando, USA, p. 211-231.
120. TALANQUER, V. 2005. El químico intuitivo. *Educación Química*, 16 (4), p. 540-547.
121. UNESCO. 1997. *La educación encierra un tesoro*. Editorial: Correo de la UNESCO. México. Sexta edición.
122. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. *Núcleo de conocimientos y formación básicos* que debe proporcionar el Bachillerato de la UNAM. Documento en revisión. 2006.
123. VAN HOUTEN, J. 2002. Chemical Education Today - Nobel Centennial Essays - A Century of Chemical Dynamics Traced through the Nobel Prizes. 1903: Svante Arrhenius. *Journal of Chemical Education*. 79 (1). p. 21-22.
124. WANDERSEE, J. H., MINTZES, J. J., NOVAK, J. D. 1994. Research on alternative conceptions in science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. p. 177-210. Macmillan. New York.
125. Wen Lin, J., Hung Chiu, M. Exploring the characteristics and diverse sources of students' mental models of acids and bases. *International Journal of Science Education*. (2006). Vol. 0 N° 0, 1-33.
126. ZABALA, A. 1993. Los enfoques didácticos. En: *El constructivismo en el aula*. Coll, C. et al., 1993. Cap. 6. p. 125-164.

ANEXO 1

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MARCO TEÓRICO DE LOS MODELOS DE ARRHENIUS Y DE BRØNSTED-LOWRY

El siguiente anexo es el resultado del análisis del marco teórico de cada modelo y con éste se busca presentar de forma comparativa los planteamientos de cada uno, de tal manera que se hagan evidentes las diferencias en cuanto a su alcance y limitaciones. Este documento constituye el complemento del análisis realizado en el capítulo 1. Para elaborar este cuadro hemos recurrido a los trabajos de varios investigadores como: Arrhenius, 1903; Brønsted, 1923; Caamaño y Obach, 2000; Furió, Calatayud, Bárcenas, 2000; Jiménez-Liso, 2000; de Vos y Pilot, 2001; Van Houten, 2002; Caamaño, 2003; Demerouti, Kousatana y Tsapalis, 2005; Drechsler, 2005 y 2007; Furió-Más et al., 2005 y 2007; Spencer, Bodner, Rickard, 2007; Bodner, 2008.

Tabla A-1.1. Análisis comparativo del marco teórico de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry.

	Modelo de Arrhenius		Modelo de Brønsted-Lowry
ANTECEDENTES SOBRE EL MODELO	Estudia la conductividad eléctrica de los ácidos y de las bases y relaciona sus propiedades con la presencia de iones hidrógeno libres (H^+) e iones hidróxido (OH^-) respectivamente.		En 1923, de forma simultánea y trabajando de manera independiente, Johannes Nicolaus Brønsted y Thomas Martin Lowry estructuran un nuevo modelo y redefinen todos los conceptos ácido-base.
NIVEL DE DESCRIPCIÓN	Los conceptos son descritos tanto en el nivel macroscópico o fenomenológico como en el sub-microscópico y simbólico.		Los planteamientos implican un análisis a nivel sub-microscópico, aunque también recurren al nivel simbólico.
TÉRMINOS EMPLEADOS	<i>Define a los ácidos y a las bases como:</i>	Sustancias	Especies químicas
	<i>Las partículas que se intercambian son:</i>	Iones hidrógeno (H^+) o iones (OH^-)	Ion hidronio (H_3O^+) o protones.

	<p><i>Identifica las reacciones como:</i></p>	<p>Procesos de neutralización en las que se intercambian iones hidrógeno (H^+).</p>	<p>Reacciones ácido-base de transferencia protónica con la formación de los respectivos pares conjugados.</p> <p>Las reacciones de neutralización son un caso particular de las reacciones ácido-base.</p>
<p>DEFINICIÓN PARA LOS ÁCIDOS</p>	<p>Un ácido es una sustancia que contiene hidrógeno y en disolución acuosa se ioniza (completamente si son fuertes y parcialmente si son débiles) liberando al medio iones hidrógeno.</p> <p>Las sustancias ácidas son de naturaleza iónica y al disolverse en agua en todos los casos la concentración de iones H^+ aumenta.</p>		<p>Los ácidos son especies químicas (iones o moléculas) capaces de ceder iones hidronio (H_3O^+) o protones</p>
<p>DEFINICIÓN PARA LAS BASES</p>	<p>Una base es una sustancia que contiene al grupo hidroxilo y al ionizarse (completamente si son fuertes y parcialmente si son débiles) libera al medio al ion hidróxido (OH^-).</p> <p>Explica el carácter básico de las disoluciones acuosas de algunos óxidos metálicos (como el óxido de sodio y óxido de calcio) a partir de la producción de los iones hidróxido y su posterior disociación y liberación de los iones OH^- al medio.</p>		<p>Las bases son especies químicas (iones o moléculas) capaces de aceptar iones hidronio (H_3O^+) o protones.</p> <p>No se confiere al ion hidroxilo ninguna posición especial como partícula responsable de las propiedades básicas de las sustancias.</p>
<p>CARACTERÍSTICAS ÁCIDO-BASE DE ALGUNAS SUSTANCIAS</p>	<p>Tiene dificultades para explicar el comportamiento ácido-base de algunas sustancias a partir de su fórmula. Por ejemplo, en el caso de las sales (como el sulfuro de sodio (Na_2S), el cianuro de potasio (KCN), el carbonato ácido de sodio ($NaHCO_3$)); o de sustancias que tienen hidrógeno y no son ácidos como el amoníaco (NH_3) o de sustancias que sin tener grupos hidroxilo se comportan como bases, tal es el caso del óxido de calcio (CaO) y el carbonato ácido de sodio ($NaHCO_3$).</p>		<p>No asocia la presencia de hidrógeno o de iones oxhidrilo en la fórmula de la sustancia con el comportamiento ácido o básico de la misma.</p> <p>Explica adecuadamente los casos con los que Arrhenius tiene dificultades.</p> <p>No tiene problemas para predecir el comportamiento ácido-base de sustancias como NH_3, Na_2CO_3, $NaHCO_3$, NH_4Cl, Na_2S, KCN, $CaCO_3$, óxidos básicos, etc.</p>

<p>SISTEMA DE REPRESENTACIÓN DE LAS REACCIONES</p>	<p>Plantea la disociación completa de los ácidos y bases fuertes¹.</p> <p>Concibe dicha reacción como un proceso no reversible en el que se obtiene agua y sal</p> <p>Ácido fuerte + Base fuerte → Sal + Agua</p> <p>Considera el equilibrio de disociación entre los iones y las partes no disociadas de ácidos y bases débiles:</p> <p>Ácido débil + Base débil ⇌ Sal + Agua</p>	<p>Su sistema de representación general corresponde a la expresión:</p> <p>Acido₁ + Base₂ ⇌ Base₁ + Ácido₂</p> <p>en donde se destaca la formación de los respectivos pares conjugados y el sistema reversible de equilibrio.</p> <p>Todas las reacciones ácido-base se expresan como sistemas reversibles en equilibrio; consecuentemente, los ácidos, las bases y los pares conjugados de ambas especies químicas, siempre estarán presentes en la disolución.</p>
<p>REACCIÓN</p>	<p>Habla de la reacción de neutralización entre un ácido fuerte y una base fuerte (Arrhenius, 1903) y la representa como:</p> <p>$(\text{H}^+ + \text{Cl}^-) + (\text{Na}^+ + \text{OH}^-) = (\text{Na}^+ + \text{Cl}^-) + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>$\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{HOH}$</p> <p>Implícitamente asume la desaparición de los iones H^+ y OH^- y el equilibrio químico (de Vos y Pilot, 2001; Van Houten, 2002).</p>	<p>Las reacciones son concebidas como transferencias protónicas reversibles, con la consiguiente formación de los respectivos pares conjugados.</p> <p>$\text{HCl}(\text{ac}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Cl}^-(\text{ac}) + \text{NH}_4^+(\text{ac})$</p> <p style="text-align: center;"> Ácido₁ Base₂ Base₁ Ácido₂ </p>
<p>MEDIO DE REACCIÓN</p>	<p>Sus explicaciones se limitan al medio acuoso, no ofrece una interpretación adecuada para entender las reacciones que se llevan a cabo en fase gaseosa, en medio sólido o en disoluciones no acuosas.</p> <p>El agua es considerada como el medio de reacción y el disolvente formador de iones H^+ y OH^-.</p>	<p>El agua pierde su posición privilegiada como único disolvente y con ello el margen de aplicación de este modelo es más amplio que el de Arrhenius.</p> <p>El carácter ácido-base de las sustancias es independiente del disolvente.</p>
<p>PRODUCTOS DE LA REACCIÓN</p>	<p>Los productos son: agua y sal. El agua² es considerada como el producto principal y la sal como producto secundario.</p>	<p>La neutralidad es un concepto arbitrario y afirma que el agua no se puede seguir considerando como especie neutra.</p> <p>No se confiere ningún valor especial ni al agua ni a la sal. En el caso del agua, ésta es considerada</p>

¹ Consultar aclaración sobre el manejo representacional de Arrhenius en la página 166, capítulo 4.

² En su hipótesis auxiliar planteó que el agua participa en la disociación de la sal e interviene como reactivo (Furió-Más et al., 2005, p. 127).

		<p>como cualquier tipo de producto, reactivo o medio de reacción y el concepto de sal no se asocia con las reacciones ácido-base.</p> <p>Las sales son definidas como sustancias que contienen iones y al reaccionar con otra sal (sea ácida o básica), participan en el intercambio protónico.</p>
<p>ANÁLISIS DE LA REACCIÓN ÁCIDO-BASE DEL AMONIACO.</p>	<p>Concibe la reacción como un proceso de disociación en donde el amoníaco reacciona con el agua formando hidróxido de amonio y considera a este como intermediario según las siguientes ecuaciones:</p> $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}(\text{ac})$ <p>en un segundo paso, la disociación del hidróxido de amonio genera iones OH^-</p> $\text{NH}_4\text{OH}(\text{ac}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$ <p>y a partir de estos iones (OH^-) explica el carácter básico de la disolución acuosa del amoníaco (Drechsler, 2005 y 2007).</p>	<p>Reinterpreta el proceso de disolución del amoníaco en agua como una reacción ácido-base en donde el agua actúa como especie ácida que cede un protón al amoníaco</p> $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{OH}^-(\text{ac}) + \text{NH}_4^+(\text{ac})$ <p style="text-align: center;"> ┌──────────────────┐ └──────────────────┘ </p> <p style="text-align: center;"> Ácido 1 Base 2 Base 1 Ácido 2 </p>
<p>REACCIONES CON ÁCIDOS POLIPRÓTICOS</p>	<p>Asume que la neutralización de un ácido poliprótico se lleva a cabo en un solo paso. Por ejemplo, la reacción entre el ácido sulfúrico y el hidróxido de aluminio correspondería a la siguiente ecuación:</p> $3 \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$	<p>La reacción entre especies químicas polipróticas ácidas y básicas se da en etapas sucesivas:</p> <p><i>Primera etapa:</i></p> $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HSO}_4^-(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$ <p><i>Segunda etapa:</i></p> $\text{HSO}_4^-(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-}(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$
<p>RECOMENDACIONES PARA LA NOTACIÓN PARA CADA MODELO</p>	<p>Desde el contexto del modelo de Arrhenius, una disolución de ácido sulfúrico no contiene “ácido sulfúrico” como tal, sino que tiene iones hidronio (H^+) y iones sulfato (SO_4^{2-}). Por lo tanto escribir: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{ac})$ no es correcto, pero la expresión:</p> $2\text{H}^+(\text{ac}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{ac})$ <p>resulta más adecuada.</p>	<p>Desde este marco teórico, lo correcto sería escribir:</p> <p><i>Primera etapa:</i></p> $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HSO}_4^-(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$ <p><i>Segunda etapa:</i></p> $\text{HSO}_4^-(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-}(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$
<p>CONCEPTO DE HIDRÓLISIS</p>	<p>Introduce el concepto de “hidrólisis” (como hipótesis auxiliar) para explicar el papel del agua como reactivo que descompone a las sales, según la</p>	<p>Considera que la hidrólisis y la neutralización son reacciones ácido-base y no casos especiales.</p> <p>La acidez de disoluciones salinas</p>

	<p>siguiente ecuación:</p> $\text{H}_2\text{O} + \text{B}^+\text{X}^- \rightarrow \text{H}^+\text{X}^- + \text{B}^+\text{OH}^-$ <p>Asume que la hidrólisis y la neutralización son procesos distintos.</p>	<p>se explica a partir de las características de acidez o basicidad de los iones que conforman la sal.</p>
<p>CONCEPTO DE FUERZA DE ÁCIDOS Y BASES³</p>	<p>El concepto de fuerza se asume como una propiedad absoluta.</p> <p>Los ácidos y las bases fuertes, cuando se encuentran en disolución acuosa, se ionizan completamente, mientras que los débiles se ionizan parcialmente.</p>	<p>La fuerza de los ácidos y de las bases se concibe como una propiedad relativa ya que ésta depende de la sustancia con la que se le compare, es decir se requiere utilizar una sustancia de referencia, que no necesariamente tiene que ser el agua.</p>
<p>COMPORTAMIENTO ANFIPRÓTICO / ANFOTÉRICO</p>	<p>Concibe el comportamiento anfiprótico⁴ como una propiedad particular de algunas sustancias.</p> <p>Proporciona una primera explicación sobre el comportamiento anfiprótico de sustancias como $\text{Al}(\text{OH})_3$ o $\text{Zn}(\text{OH})_2$ al plantear la posibilidad de formación de iones H^+ o iones OH^- dependiendo de las sustancias frente a las que reaccionen.</p>	<p>El anfoterismo deja de ser un concepto particular de algunas especies químicas para convertirse en un concepto más general. En el caso del agua este comportamiento se explica desde el punto de vista sub-microscópico a partir del proceso de auto-ionización del agua:</p> $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$ <p>dicho comportamiento se representa con las siguientes ecuaciones:</p> <p>como base:</p> $\text{HA}(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{A}^-(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$ <p>actúa como aceptor de protones</p> <p>como ácido:</p> $\text{B}(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac}) \rightleftharpoons \text{BH}^+(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ <p>actúa como donador</p> <p>Por lo que su comportamiento dependerá de la especie química con la que reaccione.</p>

³ "Los conceptos "fuerte" y "débil" empleados para describir a los ácidos y a las bases, fueron diferenciados desde el siglo XVII y se referían a la capacidad de un ácido fuerte para desplazar a un ácido débil de sus sales. Se asumía que con un ácido fuerte se logra más que con un ácido débil. Ambos conceptos fueron redefinidos, pero no renombrados" (De Vos y Pilot, 2001).

⁴ Jiménez-Liso (2000) utiliza específicamente este concepto cuando recurre al modelo de Arrhenius, mientras que el concepto "anfótero" lo emplea con el modelo de Brønsted-Lowry. Cabe aclarar que de todos los trabajos consultados es la única investigadora que hace ese manejo diferenciado. En nuestro caso decidimos utilizar el concepto anfótero sin hacer ninguna distinción entre los dos modelos para no introducir nuevos términos que pudieran confundir a los estudiantes.

<p>VENTAJAS DEL USO DE CADA MODELO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Un modelo sencillo para una primera aproximación al estudio de los ácidos y de las bases. • Caracterización general de las sustancias en ácidos o bases. • Vincula los aspectos macroscópicos con una explicación teórica sencilla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Expande la lista de ácidos y de bases potenciales al incluir iones positivos y negativos, así como moléculas neutras. • Explica el comportamiento ácido-base de un gran número de sustancias con la que el modelo de Arrhenius tiene dificultades. • Explica el papel del agua en las reacciones ácido-base. • Explica el comportamiento anfotérico del agua. • Reconoce las reacciones ácido-base como procesos reversibles de intercambio de protones (H_3O^+). • El margen de aplicación de su modelo es mayor al incluir disolventes distintos al agua. • Explica las reacciones ácido-base en fase sólida y gaseosa. • Asume la formación y coexistencia de pares conjugados ácido-base en el medio de reacción. • Reconoce la fuerza de las especies químicas como una propiedad relativa. • Facilita la comprensión del funcionamiento de los sistemas amortiguadores. • Puede explicar la diferencia de fuerza entre pares de ácidos o de bases.
<p>PRINCIPALES LIMITACIONES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No explica reacciones en otros medios diferentes al acuoso como las que ocurren en fase gaseosa, medio sólido o en disoluciones no acuosas. • Asume que el carácter ácido-base de las sustancias depende de la presencia de iones hidrógeno y iones oxhidrilo. • No explica los procesos de 	<ul style="list-style-type: none"> • Concede demasiada importancia al ion hidronio (H_3O^+), por lo que enfrenta serios problemas cuando el disolvente es una especie no protonada (Jiménez-Liso, 2000; Demerouti, Kousatana y Tsaparlis, 2005). • No proporciona una explicación para los procesos ácido-base en donde los protones no

	<p>disociación de ácidos con enlace covalente.</p> <ul style="list-style-type: none">• Asume que el ion hidronio (H^+) es la partícula que se intercambia cuando termodinámicamente se ha demostrado la improbabilidad de su existencia como ion libre.• No explica adecuadamente el comportamiento ácido-base de diversas sustancias.• Al emplear el término “neutralización” para referirse a las reacciones ácido-base, induce la idea de que la disolución resultante siempre será neutra y a través de la ecuación que plantea: $H^+ + OH^- = HOH$sugiere que en una reacción de neutralización el ácido y la base se consumen mutuamente.• No explica las reacciones de los óxidos sometidos a elevadas temperaturas durante los procesos de fabricación del cemento y del vidrio.	<p>intervienen.</p> <ul style="list-style-type: none">• No ofrece una explicación adecuada sobre las reacciones de neutralización de óxidos a elevadas temperaturas, ni de las reacciones de formación de complejos de coordinación.• La naturaleza general de las definiciones limitan la aplicación de los conceptos en un contexto cotidiano (de Vos y Pilot, 2001).
--	---	--

ANEXO 2

PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EXPLORACIÓN Y DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

En el presente anexo se hacen algunas precisiones sobre el proceso de transformación (diseño, validación, ajustes y estructura final) del instrumento de exploración y de la propuesta didáctica con la que se abordó el estudio de los ácidos y las bases.

La primera versión del instrumento de exploración estuvo integrada por 25 preguntas (abiertas y cerradas). Durante la etapa de estructuración se hicieron una serie de pruebas, ajustes y modificaciones necesarias que nos permitieron contar con un cuestionario que en su versión final está conformado por 12 preguntas abiertas y cerradas. Dicho instrumento fue utilizado en los tres momentos de exploración con el quinto grupo de estudiantes que correspondió a la etapa de aplicación (ver descripción en el capítulo de la metodología).

INSTRUMENTO DE EXPLORACIÓN

Después de hacer un análisis general de las respuestas proporcionadas por los alumnos de los grupos 1, 2 y 3, nos percatamos que en el cuestionario se habían incluido demasiadas preguntas cuyo grado de dificultad era alto, se tenía gran dispersión temática que no permitía evidenciar el manejo conceptual de los alumnos sobre el marco teórico de cada modelo, tampoco era posible saber si el alumno reconocía las diferencias, alcances y limitaciones de cada modelo. Por ello decidimos reducir el número de preguntas y centrarnos en tres aspectos importantes:

- La identificación de los modelos ácido-base que emplean los estudiantes
- El manejo conceptual del marco teórico de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry
- La vinculación del conocimiento con el contexto cotidiano.

y fue a partir de estos tres aspectos que se definieron las categorías de análisis descritas en la metodología y se modificaron algunas preguntas (ver tabla A-2.1)

Tabla A-2.1. Ejemplo de modificaciones a las preguntas del instrumento de exploración.

Estructura inicial

Completa la siguiente frase con uno de los incisos que se muestran a continuación.

El agua es una sustancia

- a) Básica b) Anfótera c) Neutra d) Amortiguadora e) Ácida

Estructura final

Si tienes un vaso con agua (nivel macroscópico) y mides su pH, seguramente encontrarás que es:

- a) Básica b) Anfótera c) Ácida d) Amortiguadora e) Neutra

y si analizas el comportamiento del agua en las reacciones químicas desde el modelo de Brønsted-Lowry (nivel sub-microscópico) encontrarás que el agua se puede comportar como:

- a) Ácida b) Amortiguadora c) Neutra d) Anfótera e) Básica

Explica extensamente tu respuesta

A continuación se presenta el instrumento de exploración en su versión final.

EXPLORACIÓN SOBRE ÁCIDOS Y BASES



Maestría en Docencia
para la Educación Media Superior

El propósito de esta actividad es conocer tus ideas sobre los ácidos y las bases después de haber revisado el tema en clase, esto servirá para identificar aquellos aspectos en los que los profesores debemos poner más atención y de esta forma ayudarte a entender de mejor manera los sistemas ácido-base.

Tus respuestas serán tomadas en cuenta como **parte de la evaluación del curso** para la asignatura, por ello **te pido que leas atentamente cada pregunta antes de contestar¹**. En caso de no conocer la respuesta, escribe que la desconoces y explica tus razones.

Para responder a las preguntas de opción múltiple, encierra en un círculo la respuesta que consideres correcta. En algunas preguntas se pide que expliques tu respuesta, toma en cuenta que **dicha explicación es muy importante**, por lo que te solicito que seas lo más claro, procura que dichas explicaciones sean lo más extensas.

Tus respuestas sólo las conocerá la persona que te está entrevistando.

De antemano, gracias por tu colaboración

Atte.

Profesora Natalia Alarcón Vázquez

FECHA _____

DATOS GENERALES

Nombre: _____ Grupo: _____

APELLIDO PATERNO

APELLIDO MATERNO

NOMBRE(S)

Mujer Hombre Edad _____ años Plantel: _____

Datos opcionales: Teléfono: _____ Correo electrónico: _____

Hora de inicio: _____

1. Escribe un enunciado (lo más extenso que sea posible) en el que incluyas un **mínimo de cinco términos** (y si es posible incluye más) que te permitan escribir **tu propia definición** para los "ácidos" y otros cinco para las "bases". Considera los niveles macroscópico, sub-microscópico, y simbólico.

Ácidos

Bases

¹ Se decidió incluir esta nota en el instrumento de exploración debido a que las respuestas de los alumnos son considerablemente distintas cuando hay una calificación de por medio o cuando se trata de una evaluación diagnóstica. Por ejemplo, si a los alumnos se les informa que se trata de una actividad diagnóstica ponen poca atención al presentar sus respuestas, no contestan muchas preguntas, situación que repercute negativamente en el trabajo de investigación. En cambio cuando saben que su calificación depende de sus respuestas, suelen hacer un esfuerzo por entender la preguntas, tratan de dar una respuesta más adecuada y en general las explicaciones están mejor estructuradas y suelen ser más extensas.

2. Escribe **dos ejemplos de materiales ácidos y dos ejemplos de materiales básicos** que utilices en la vida cotidiana. Considera los productos que consumes habitualmente, como los que usas en casa, en la escuela, cuando te enfermas, cuando viajas, al hacer deporte, etc.

ÁCIDOS

BASES

3. Si tienes un vaso con agua (nivel macroscópico) y mides su pH, seguramente encontrarás que es:

- a) Básica b) Anfótera c) Ácida d) Amortiguadora e) Neutra

y si analizas el comportamiento del agua en las reacciones químicas desde el modelo de Brønsted-Lowry (nivel sub-microscópico) encontrarás que el agua se puede comportar como:

- a) Ácida b) Amortiguadora c) Neutra d) Anfótera e) Básica

Explica extensamente tu respuesta

4. SITUACIONES COTIDIANAS

4a) Imagina que tienes una disolución de vinagre y quieres aumentar su pH, ¿cuál de las siguientes sustancias adicionarías?

- a) Bicarbonato b) Jugo de limón c) Sal d) Aspirina

Explica extensamente tus respuestas

NOTA. En los siguientes incisos marca una de las opciones que se encuentran en el mismo renglón seleccionando el término que consideres conveniente.

4b) La leche es un alimento que tiene características ácidas básicas neutras

Si se quiere disminuir su pH se debe adicionar una base un anfótero un ácido

Cuando la acidez de la leche disminuye, eso se debe a que hay

menos base más ácido un amortiguador más base un anfótero menos ácido

4c) El jugo de limón tiene un pH aproximadamente de 3.0 y si se quiere aumentar su acidez se tendrá que adicionar: una base un anfótero un ácido un amortiguador
 con lo cual su pH aumenta disminuye no cambia

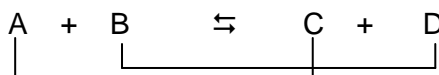
5. Escribe dos ejemplos de sustancias anfóteras y explica claramente por qué consideras que presentan ese comportamiento.

6. El amoniaco es una sustancia que tiene características: ácidas básicas neutras y la ecuación que representa lo que ocurre a nivel sub-microscópico cuando el amoniaco reacciona con el agua es:

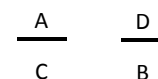
- a) $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ b) $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
 c) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_5\text{O} + \text{HO}^-$ d) $\text{NH}_4^+ + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{NH}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
 e) $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HO}^+ + \text{NH}_3$ f) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

Explica lo que sucede entre el amoniaco y el agua cuando reaccionan Comenta sobre los productos que se forman.

Reescribe la ecuación que seleccionaste e identifica los pares conjugados que están presentes trazando una línea que los una (toma en cuenta el siguiente ejemplo)



Pares conjugados que se forman



7. De las dos representaciones que se muestran a continuación, indica a qué modelo corresponde cada una. **Trata de no adivinar la respuesta.**

$\text{Acido}_1 + \text{Base}_2 \rightleftharpoons \text{Base}_1 + \text{Ácido}_2$	$\text{Ácido} + \text{Base} \rightarrow \text{Sal} + \text{Agua}$
Modelo de: _____	Modelo de: _____

Menciona cuáles son las diferencias entre ambas expresiones y **explica cómo sabes** que se trata de un modelo u otro.

8. Existen numerosas reacciones ácido-base en las que participan sustancias ácidas y sustancias básicas. a) Elige un ácido y una base, b) escribe sus fórmulas y c) plantea la ecuación química que represente de mejor manera lo que ocurre durante la reacción (elige sustancias distintas a las que se mencionaron en las preguntas 7 y 11).

Nombre del ácido _____ Fórmula _____

Nombre de la base _____ Fórmula _____

9. Escribe cinco aspectos **fundamentales** que permitan caracterizar (en qué aspectos hay que fijarse para identificarlo) el modelo de Brønsted-Lowry y diferenciarlo del de Arrhenius. Explica cuáles fueron los “planteamientos más importantes” de cada modelo.

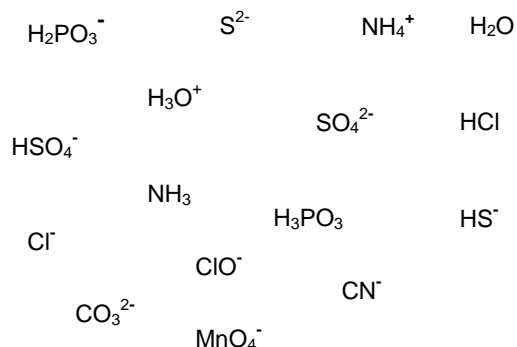
Modelo de Brønsted-Lowry

Modelo de Arrhenius



Anexo 2

10. A continuación se presentan algunas especies químicas, encuentra aquellas especies que puedan conformar pares conjugados ácido-base. Trata de formar todos los pares conjugados posibles y escríbelos del lado derecho. No incorpores nuevas especies químicas.



11. Si se hace reaccionar un ácido (HA) con una base (B), se utiliza la misma cantidad de sustancia, se tiene la misma concentración y volumen de cada una, es decir se tienen concentraciones equimolares, la disolución resultante será:

- a) Neutra b) No sé c) Ácida d) Básica e) Anfótera f) Depende

Explica ampliamente tu respuesta

12. Si comparas los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry, ¿qué podrías decir de uno con respecto al otro?

Hora de término: _____

Si deseas hacer algún comentario, por favor utiliza el anverso de la hoja para hacerlo.

Gracias por tu colaboración.

ESTRUCTURA GENERAL DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

En esta sección se hace una descripción de las distintas versiones que finalmente llevaron a conformar nuestra propuesta didáctica final. Cabe aclarar que las distintas modificaciones se realizaron tomando en cuenta las características, necesidades y condiciones de trabajo que se tuvieron durante las distintas con los distintos grupos de alumnos.

PRIMERA VERSIÓN

El primer borrador de la propuesta estuvo conformado por ocho actividades (tabla A-2.2).

Tabla A-2.2. Primera versión desarrollada durante la práctica docente II (grupo control).

Nombre de las actividades	Se busca que el alumno
1. Los ácidos y bases en tu vida.	Reconozca la presencia de los ácidos y de las bases en la vida diaria.
2. Revisemos algunas definiciones para los ácidos y las bases.	Recuerde las definiciones y generalidades de los ácidos y las bases (uso de descriptores de tipo fenomenológico).
3. Un nuevo modelo.	Conozca las generalidades del modelo ácido-base de Brønsted-Lowry.
4. El modelo anterior, está más limitado.	Recuerde los antecedentes y retome el marco teórico del modelo de Arrhenius.
5. ¿Qué plantearon Brønsted y Lowry?	Comprenda la importancia e implicaciones del modelo de Brønsted-Lowry.
6. Veamos algunos casos.	Vincule la teoría con las actividades experimentales.
7. Apliquemos el nuevo modelo.	Realice ejercicios para la aplicación de los conceptos del modelo de Brønsted-Lowry.
8. Y esto ¿qué es?	Actividad experimental para identificar el carácter ácido-base de algunos materiales de uso cotidiano.

En esta primera secuencia de actividades hay un marcado predominio del componente conceptual y hace falta propiciar una participación más activa de los alumnos, además de promover aprendizajes de tipo procedimental y actitudinal.

Durante el segundo proceso de intervención en el aula estas actividades fueron desarrolladas con una mínima participación de los estudiantes (grupo 2) debido a la dinámica grupal que su profesor titular tenía con el grupo.

Cabe aclarar que por decisión del profesor titular, además de estudiar los ácidos y las bases también se abordaron otros temas consecuentes² que forman parte del programa de estudios de la asignatura.

² Los temas consecuentes fueron: Revisión del tema de equilibrio químico, expresión de la constante de equilibrio, deducción de la escala de pH, ejercicios de cálculo de pH y pOH, cálculo de pH para especies débiles y amortiguadores.

SEGUNDA VERSIÓN

Dadas las características generales del nuevo grupo de alumnos (grupo 3), se hizo necesario destinar varias semanas a revisar la nomenclatura inorgánica ya que un alto porcentaje de ellos mostraba un manejo conceptual inadecuado y el no atenderlo en esa etapa se dificultaría la comprensión y el manejo conceptual adecuado de los conceptos ácido-base.

Para integrar esta secuencia se desarrollaron diversas actividades como “El deporte hoy”, la actividad experimental “Reconociendo la fuerza de los ácidos y de las bases” y como parte del cierre de la propuesta se diseñó el “Congreso de Expertos”; sin embargo después de su aplicación nos percatamos que la secuenciación no había sido muy afortunada, aún había cierta dispersión en las actividades y se requería enfocarla más hacia el estudio del marco teórico de los modelos ácido-base de Arrhenius y de Bronsted-Lowry, por ello decidimos reestructurarla (tabla A-2.3).

TABLA A-2.3. Segunda versión de la propuesta didáctica desarrollada durante la práctica docente II (grupo 3)³.

Nombre de la actividad	Se busca que el alumno
1. Nomenclatura de ácidos y bases.	Cuenta con un nivel mínimo de conocimientos sobre la nomenclatura inorgánica y aplique dichos saberes.
2. Los ácidos y las bases en la vida cotidiana.	Reconozca la importancia de los ácidos y las bases en la vida diaria.
3. “El deporte hoy”.	Vincule los contenidos conceptuales con su contexto cotidiano.
4. ¿Qué dices?	Analice algunas respuestas (suyas y de sus compañeros) y detecte posibles concepciones alternativas.
5. Antecedentes históricos de los modelos ácido-base.	Visualice los antecedentes históricos de distintos modelos ácido-base.
6. Friso ácido-base.	Elabore una línea de tiempo para ubicar los distintos modelos.
7. Análisis de los planteamientos de cada modelo.	Profundice en el estudio de los planteamientos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry.
8. ¿Qué onda con el agua?	Analice el carácter ácido-base del agua.
9. Y estos, ¿qué son?	Identifique la acidez y basicidad de productos cotidianos (actividad experimental).
10. Reconociendo la fuerza de los ácidos y de las bases.	Comprenda el concepto de fuerza de las especies químicas.
11. Reconociendo la fuerza de los ácidos y de las bases en el laboratorio.	Visualice la fuerza de distintas sustancias químicas (actividad experimental).
12. a) ¿consumes antiácidos?, b) Amortiguadores en la sangre	Vincule del tema con el contexto (uso de antiácidos e importancia de los amortiguadores en los procesos biológicos).
13. “Congreso de Expertos”	Desarrolle y presente un trabajo de investigación en donde los ácidos y las bases sean el tema eje.

³ Esta misma propuesta se intentó aplicar durante la Práctica docente III pero el grado de avance fue muy limitado.

La versión final de la propuesta didáctica quedó integrada por 19 actividades, mismas que se agrupan en dos líneas principales de trabajo y una línea adicional de evaluación que subyace a toda la propuesta (figura A-2.1). La secuenciación global integra ambas líneas de trabajo a través del desarrollo alternado de las distintas actividades (ver capítulo 3).

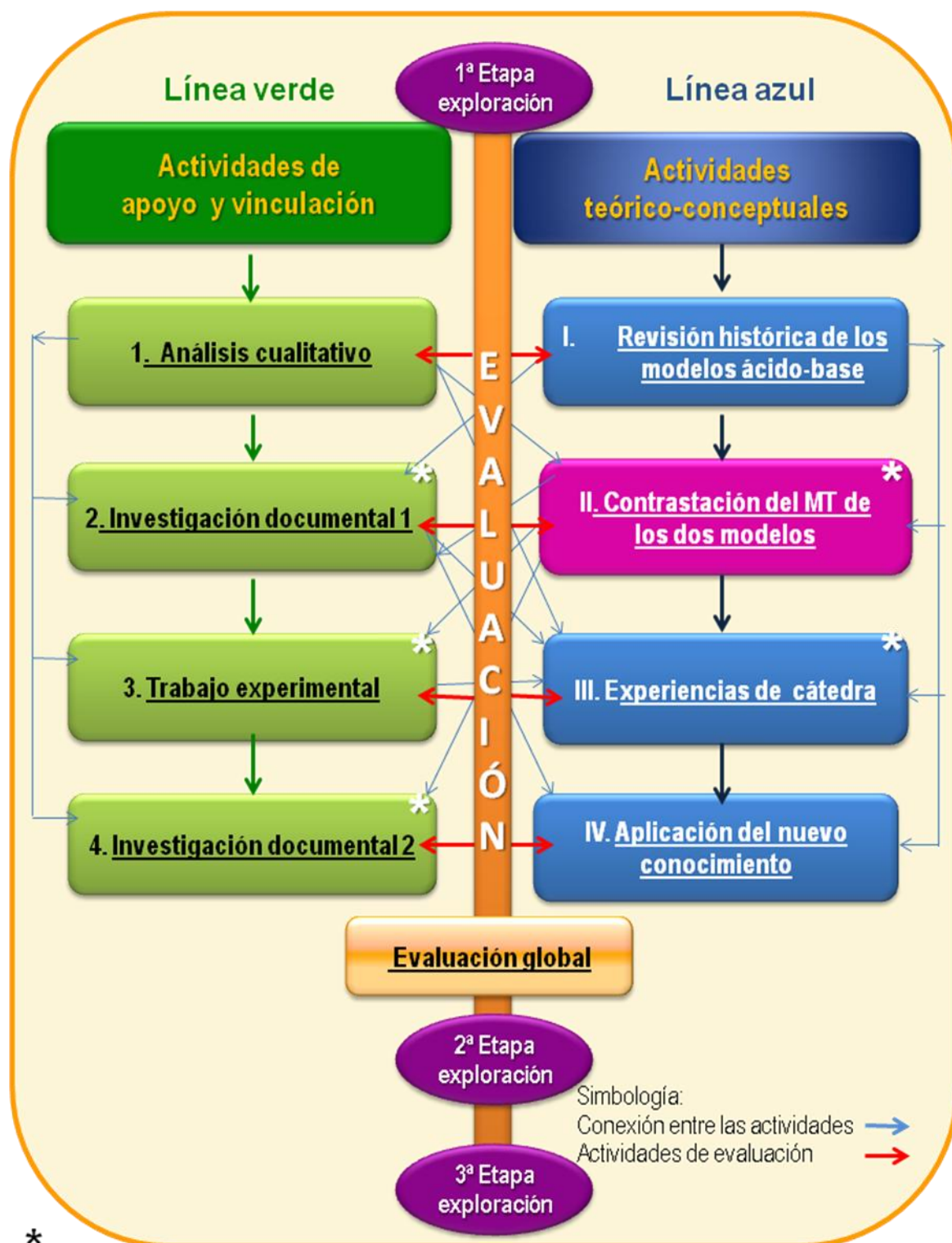


Figura A-2.1. Estructura general de la propuesta didáctica.

ANEXO 3

FORMATOS PARA EVALUACIÓN

AUTOEVALUACIÓN

Indicaciones: Contesta cada una de las siguientes preguntas con un **Sí** o **No** según sea el caso

Tema de exposición para el Congreso de Expertos: _____

1. ¿Participé activamente en el trabajo que realizó el equipo? _____
2. ¿Di lo mejor de mí mismo para cumplir con el trabajo de equipo? _____
3. ¿Comuniqué adecuadamente y defendí mis ideas? _____
4. ¿Escuche y retroalimenté a mis compañeros de equipo? _____
5. ¿Tuve una participación activa en la resolución de los conflictos? _____
6. ¿Tuve una actitud abierta y de cooperación? _____
7. ¿Respeté y acepté las ideas que eran diferentes a las mías? _____
8. ¿Cumplí adecuadamente (en tiempo y forma) y de la mejor manera con todas las actividades que me tocó desarrollar? _____
9. ¿Siempre acudí puntualmente a las reuniones de trabajo o entregué oportunamente la parte que me tocó desarrollar? _____
10. ¿Todo el tiempo estuve comprometido con el proyecto y con mi equipo? _____
11. ¿Formé un equipo de trabajo de “alto desempeño”? _____
12. ¿Estoy satisfecho con el trabajo que realizó mi equipo? _____

FORTALEZAS DEL EQUIPO

Escribe por lo menos tres fortalezas o aspectos positivos de tu equipo de trabajo

DEBILIDADES DEL EQUIPO

Escribe por lo menos tres debilidades o aspectos que no ayudaron mucho a tu equipo de trabajo

PROPUESTAS

¿Qué propuestas puedes hacer para mejorar el desempeño de tu equipo?

COEVALUACIÓN

En el encabezado de cada columna escribe el nombre de tus compañeros. Evalúa su desempeño según los rubros que se presentan. Toma en cuenta la siguiente escala.

5 = Excelente 4= Muy bien 3= Bien 2= Regular 1= Debe mejorar

Toma en cuenta que debes asignar una calificación distinta a cada uno de tus compañeros.

Integrantes Aspectos a evaluar				
Actitud de colaboración y apoyo				
Responsabilidad y puntualidad				
Liderazgo y dirección del equipo				
Solución de inquietudes y conflictos				
Contribución para lograr los objetivos planteados				
Compromiso con el proyecto y el equipo				
Interactuó, discutió y compartió ideas				
Puntuación total				
¿Volverías a trabajar con tu compañero?				
Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Con condiciones <input type="checkbox"/> (cuáles)				

A continuación se anexa una sección (desprendible) en la cual se pide que hagas algunas recomendaciones a uno o a varios de tus compañeros de equipo. Para expresar tus recomendaciones se cuidadoso y respetuoso, toma en cuenta que no debes ser ofensivo, lo que se busca con esta actividad es que con tus comentarios ayudes a los demás a mejorar su desempeño. No te olvides que tú también puedes recibir sugerencias.



Recomendaciones para: _____

EVALÚA A LA PROFESORA

Indicaciones: El siguiente cuestionario deberás contestarlo en forma anónima y tiene como propósito que tu como estudiante ayudes a la profesora a mejorar como docente. Lee con atención y contesta honestamente, toma en cuenta que tus respuestas no afectarán tu calificación. Utiliza una ✓ para indicar tu respuesta.

PREGUNTAS La maestra:	NUNCA	EN OCASIONES	FRECUENTEMENTE	DESCRIBE QUÉ HACE O CÓMO LO HACE
1. ¿Te transmite confianza para acercarte y consultar tus dudas?				
2. ¿Muestra interés por ti y por tu aprendizaje?				
3. ¿Promueve la reflexión acerca de los temas que se revisan en clase?				
4. ¿Se preocupa por que relaciones los temas que se ven en clase con las actividades cotidianas?				
5. ¿Te atemoriza su forma de ser?				
6. ¿Las clases te parecieron atractivas e interesantes?				
7. ¿Fueron muy teóricas y aburridas?				
8. ¿Hace disfrutable la clase de química?				
9. ¿Promueve el trabajo por equipos y la interacción entre tu y tus compañeros?				
10. ¿Está al pendiente del grado de avance que tiene el grupo?				
11. ¿Te orienta para que mejores en la realización de las actividades que se van a evaluar?				
12. ¿La forma que tiene de evaluar es				

ANEXO 3

justa?				
13. ¿Tiene alumnos preferidos?				
14. ¿Su trato es igual con todos?				
15. ¿Te comprende como persona?				

Menciona tres aspectos que te ayudan a aprender mejor.

Menciona tres aspectos que no te ayudan o que limitan tu aprendizaje.

Menciona tres recomendaciones (o todas as que creas convenientes) para que la profesora mejore su trabajo como docente.

Gracias por tus valiosas respuestas

Si deseas hacer comentarios adicionales, por favor anexa una hoja.

Nota: Por falta de tiempo esta actividad ya no se pudo trabajar con el grupo.

EVALUACIÓN SENSORIAL

¿Qué **color** tuvo el curso?

¿Qué **sabor** tuvo el curso?

¿Qué **textura** tuvo el curso?

¿Qué **me llevo** del curso?

GUÍA PARA LLEVAR LA BITÁCORA DE CLASE

La bitácora de clase es un recurso didáctico sumamente útil que consiste en llevar un registro de lo que ocurre dentro y fuera del salón al recoger a manera de diario cierta información, la cual despierta, desarrolla y perfecciona habilidades y actitudes en quien la hace (Campirán, 2000).

INDICACIONES GENERALES

1. Los puntos que deben incluirse en la bitácora son:
2. **Portada:** Se deben anotar todos los datos del dueño (nombre completo, correo electrónico y algún teléfono para contacto en caso de que llegues a perderlo, una fotografía reciente, asignatura, ciclo escolar. Además deberás dejar un espacio para llevar el registro de todas las revisiones, toma en cuenta que serán mínimo 6 revisiones.

Fecha de 1ª Revisión: _____

Fecha de 2ª Revisión: _____

3. **Registros de cada sesión:**
 - Fecha
 - Contenidos académicos que se abordaron durante la sesión, además de incluir alguna anécdota de lo ocurrido durante la sesión de trabajo.
 - Comentarios sobre los contenidos (entendiste todo lo que se trabajó durante la sesión, te quedaron dudas, cuáles son estas, te gustó, te aburraste, necesitas que se revise algún tema que no dominas bien, etc.)
 - Cómo me sentí. Esta sección es muy importante que expreses todo aquellas emociones que experimentaste durante la sesión y todo aquello que quieras expresar.
4. Para llevar la bitácora de clase puedes utilizar una libreta mediana (forma francesa o italiana, la que más te acomode), ilustrada o decorada como tu gustes. Recuerda que es información para ti y que nos será de mucha ayuda para mejorar el trabajo en el salón. Ten la confianza de escribir todo lo que piensas y lo que sientas
5. Resulta muy útil porque en ella se registran distintos aspectos relacionados con lo que sucede en el salón.
6. Cada persona tendrá que tener al menos **dos revisiones** de su bitácora **por periodo**, aunque si estas interesad@ en que se revisen más veces, sólo ponla en la mesa de la profesora antes de salir del salón y la tendrán de regreso al inicio de la siguiente sesión.
7. Los registros se hacen diariamente, y al final de cada sesión de trabajo (al final de cada sesión, tomaremos de 5 a 10 minutos), por supuesto que puedes dedicarle más tiempo (es lo más recomendable) después del horario de clase. Durante algunas sesiones se pedirá a algunos voluntarios que compartan con el grupo, sus anotaciones.
8. Al final del periodo de trabajo te pido que compartas conmigo una fotocopia de tus registros, esto sólo es con fines de análisis y seguimiento de tu aprendizaje.

ALGUNAS PREGUNTAS GUÍA

(Te recomiendo escribirlas en una tarjeta que puedas tener a la mano)

¿Qué vimos hoy?, ¿Cómo me sentí?, ¿Qué pasó hoy?, ¿Qué fue lo más importante de la sesión? (de tres a cinco aspectos fundamentales), ¿Qué aprendí?, ¿Qué fue lo que no entendí?, ¿Sobre qué temas o conceptos o ideas tengo dudas?, ¿Qué me ayudaría a entenderlo?, ¿qué puedo hacer por mi cuenta?, ¿Qué integré?, ¿Qué inventé?, ¿Cómo trabajé hoy? (cómo evalúas tu desempeño), ¿Qué me gustaría que se hiciera?, etcétera.

VAMOS A RECORDAR

Indicaciones: La siguiente actividad se va a realizar en equipo. Lean con atención los siguientes enunciados e identifiquen el modelo ácido base en el que se podría ubicar cada uno. En caso de existir errores o inconsistencias, indíquenlo y expliquen en qué consisten, realicen todas sus anotaciones en una hoja anexa.

En el caso de las preguntas que se te pide desarrollar, por favor háganlo lo más extensamente que sea posible. **No olviden escribir el nombre de todos los integrantes del equipo.**

Nombres:

1. Una reacción de intercambio (de protones) entre un ácido y una base, produce sal y agua (Moore et al, 1998).
2. En toda reacción de neutralización, la sustancia ácida libera iones hidronio (H_3O^+) al medio, y (OH^-) para dar lugar a la formación de agua y sal.
3. ¿Es lo mismo hablar de una reacción de neutralización y de una reacción ácido-base? Justifica tu respuesta.
4. Una reacción ácido-base implica la transferencia protónica...
5. Escribe un enunciado en el que incluyas cinco palabras o términos que te permitan describir a un **ácido** desde el modelo de Brønsted-Lowry.
6. Escribe un enunciado en el que incluyas cinco palabras o términos que te permitan describir a una **base** desde el modelo de Brønsted-Lowry.

REVISEMOS Y CONTRASTEMOS NUESTRAS HIPÓTESIS

De la lista de sustancias químicas que se plantean en la siguiente imagen, identifica para cada una su carácter ácido-base.

Carácter ácido-base de algunas sustancias

¿Y ESTO QUÉ ES?

H_2O

NO_2^-

Na_2CO_3

NH_4^+

NaHCO_3

CO_2

NH_3

O^{2-}

SO_2

NaO

CaO

BaO

H_2PO_4^-

HCO_3^-

NO_2

H_2O

Ejercicio adicional: HLi