

TEORÍAS ÁCIDO- BASE EN LOS MECANISMOS DE REACCIÓN

Investigador principal

LICENIA MARIA RODRÍGUEZ PABUENA¹

Coinvestigadores:

JAIRO QUIJANO TOBON²

CARMEN ROSA BASTO F³

JAVIER HORACIO GOMEZ T⁴

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y DE LAS ARTES

MARZO 2002

¹ Magíster en Química, Especialista en Ed Ciencias Experimentales, Profesora de la Facultad de Educación Universidad de Antioquia.

² Doctor en Ciencias Químicas, Post-doctorado Físicoquímica Orgánica, Profesor departamento de química Universidad Nacional Medellín.

³ Especialista en Ed. en Ciencias Experimentales, Estudiante Maestría en Formación de Maestros Universidad de Antioquia.

⁴ Estudiante Licenciatura Ciencias Naturales Universidad de Antioquia.

TABLA DE CONTENIDO

- 1- INTRODUCCIÓN.
- 2 - MARCO TEÓRICO.
 - 2.1- SOBRE LA NATURALEZA DEL APRENDIZAJE.
 - 2.2 - ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE.
 - 2.3 -ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.
 - 2.4- TEORÍAS ÁCIDO- BASE: EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS CONCEPTOS RELACIONADOS.
 - 2.5 - MECANISMOS DE REACCIÓN.
- 3 -OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.
- 4- CONTRASTACIÓN DE LAS RELACIONES QUE ESTABLECEN LOS ESTUDIANTES QUE HAN RECIBIDO CURSOS DE QUÍMICA ORGÁNICA ENTRE LOS MECANISMOS DE REACCIÓN Y LAS TEORÍAS ÁCIDO-BASE.
 - 4.1 DISEÑO DEL INSTRUMENTO.
 - 4.2 OBJETIVOS DE DIAGNÓSTICO CORRESPONDIENTES A CADA ITEM.
 - 4.3 APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO (PRETEST Y POSTEST).
 - 4.3.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PRETEST.
 - 4.3.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL POSTEST.
 - 4.3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.
5. VERIFICACIÓN DE LAS RELACIONES QUE ESTABLECEN LOS TEXTOS DE QUÍMICA ORGÁNICA ENTRE LOS MECANISMOS DE REACCIÓN Y LAS TEORÍAS ÁCIDO-BASE.
6. CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS: UNIDADES DIDÁCTICAS.
7. CONCLUSIONES.
8. BIBLIOGRAFÍA.
9. ANEXOS.

INTRODUCCIÓN

El estado actual de los avances científicos y tecnológicos y el nuevo estatus que estos han adquirido en el ámbito mundial, imponen nuevos retos a la enseñanza de las ciencias experimentales, motivo por el cual las didácticas, intentando buscar respuestas, deben intensificar su labor investigativa. La actividad de la docencia universitaria no puede quedarse al margen de tales retos, máxime si se trata de una Facultad de Educación en la que se cimenta la formación pedagógica y científica de los maestros encargados de alfabetizar en ciencias a la base de la sociedad. En este marco de referencia surge la exigencia de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia a sus profesores para que la vinculación entre docencia e investigación se haga realidad, con el apoyo efectivo del Centro de investigaciones educativas y pedagógicas, y el CODI. (Comité central de investigaciones).

Dentro del contexto de la investigación en enseñanza de las ciencias experimentales, se ha recorrido el camino entre las ideas previas de los estudiantes, el cambio conceptual y el aprendizaje significativo. La investigación que origina este informe pretende recoger estos conceptos, relacionándolos con la enseñanza de los mecanismos de reacción y a partir de ellos proponer estrategias didácticas que faciliten a los estudiantes ese trasegar que se enuncia fácilmente, pero que sólo se logra si se ponen en evidencia los procesos de conocimiento y aprendizaje utilizados por los individuos involucrados en el acto pedagógico, para lograr que de manera consciente se acceda a la autorregulación de los propios aprendizajes.

El campo actual de la investigación en enseñanza de las ciencias es complejo por el encuentro de múltiples saberes, lo que exige de los investigadores el reconocimiento del aprendizaje como un proceso colectivo de construcción de

conocimientos, donde se involucran cambios conceptuales y metodológicos y se requiere comprensión de los elementos lógicos y psicológicos involucrados en los contenidos y en el aprendizaje.

Este trabajo se centra en la estructura conceptual de las reacciones ácido-base, tomadas desde diferentes autores, para que a partir de estas teorías el estudiante universitario de química llegue a comprender cabalmente el proceso de los diversos mecanismos de reacción que se presentan en la química orgánica.

El informe presenta el marco teórico dentro del cual se inscribe la investigación, la descripción del problema objeto de la misma, los objetivos propuestos para el estudio, la metodología, los resultados, la discusión de los resultados y las conclusiones. Como toda investigación está sujeta a la crítica de los colegas profesores y pretende aportar elementos de discusión a la investigación en didáctica de la química.

2. MARCO TEORICO

2.1 .SOBRE LA NATURALEZA DEL APRENDIZAJE

A partir de la década de los setenta, la comunidad científica internacional, ha venido trabajando sistemáticamente en la profundización del concepto de aprendizaje como mecanismo complejo que se constituye así, en objeto de investigación, a la vez que en la meta de sus esfuerzos. En tal sentido ha surgido el concepto de "Aprendizaje significativo" (Ausubel, Novak, Henesian, 1983) para hacer referencia a aquel tipo de conocimiento que transforma al individuo que lo construye, de tal manera que no solamente permanece, sino que es productivo por que el sujeto puede usarlo en los diversos contextos al resolver situaciones problemáticas, interpretarlas o predecir relaciones de causa-efecto.

Según Ausubel (1968), citado en Hernández 2001 "lo que se aprende tiene un significado lógico en la medida en que los conceptos se vinculan y determinan en una estructura. Para la ciencia este elemento es fundamental. El sentido de los conceptos en la ciencia se establece en la red que los vincula, esto es, en la

teoría. El significado de un concepto está dado por la teoría en la cual se inscribe”. Al respecto, la didáctica de las ciencias aporta reflexiones críticas de los docentes en, o sobre la acción pedagógica, generando insatisfacción frente a las formas de enseñanza de algunos conceptos, para romper con las concepciones tradicionales que los aíslan de las estructuras teóricas dentro de las cuales adquieren significancia y cumplen su función, exigiendo a la vez, tener una visión diferente de las ciencias, de los procedimientos para comprenderlas y atribuirles significados, de los conocimientos científicos, de su enseñanza y de su aprendizaje.

Dentro de la multiplicidad de líneas de investigación actuales en enseñanza de las ciencias, “la novedad más importante en las temáticas y en los enfoques es la que se abre cuando además de la preocupación por los contenidos y los métodos, se atiende al valor formativo de la ciencia y al modo como el conocimiento se construye en entornos sociales y promueve valores y formas de relación con los otros y con el trabajo” (Hernández 2001, p. 25). Se está de acuerdo en que aprender es hoy, mucho más que repetir los datos obtenidos por los científicos, por didactas, por los textos o por el profesor. Aprender es construir relaciones en diversos niveles: cognitivo, metacognitivo, procedimental y social, es decir, aprender es acceder a formas nuevas de relación con el conocimiento mismo.

Con relación a los conceptos, Furió C. y otros (1999) plantean que “Comprender un concepto científico no consiste solamente en conocer el significado preciso de su definición, es necesario saber más (Furió y Guíasolsona, 1998). Es necesario conocer en qué contexto surge, con qué otros conceptos se relaciona y se diferencia, en qué condiciones socio — históricas se formó, qué cambios ha sufrido, etc.”

En efecto, un concepto se idea como una hipótesis que trata de solucionar un problema de la teoría y, por ello, su campo de validez depende no solo del propio concepto, sino también de la teoría en la que se ha formado. Los epistemólogos están de acuerdo en aceptar que las teorías y los conceptos experimentan cambios históricos que pueden ser, a veces, graduales (Toulmin, 1977) y otras

veces más radicales. En este último caso, se considera que un cambio paradigmático implica, incluso la imposibilidad de comparar el concepto nuevo con el viejo (Kuhn, 1962). Por tanto, el análisis de los cambios que se operan en los conceptos se hace estudiando el contexto en el cual se construyen y verificando sus posibles cambios.

En la actualidad y debido a los grandes adelantos tecnológicos, el individuo dispone de mucha información, por tanto la meta de la educación, será preparar al individuo para que interprete y seleccione lo más relevante de dicha información, realice operaciones intelectuales, deduzca inferencias y disponga de instrumentos de conocimiento que le permitan acceder al estudio de cualquier disciplina; pero igualmente debe desarrollarle habilidades para la elección de criterios e instrumentos que le conduzcan a desempeñar las destrezas básicas de convivencia.

2.2 ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE

Un trabajo de interés para los presupuestos de la presente investigación, es el desarrollado por Torre, J. C. (1997) donde plantea la necesidad de apreciar la relación entre educación, conceptos previos, aprendizaje y estrategias de aprendizaje; él establece que “Hay relación evidente entre el aprendizaje significativo, la utilización de estrategias de aprendizaje y el conocimiento básico de los sujetos. El aprender significativamente ha generado una larga serie de reflexiones para el proceso de enseñanza aprendizaje y ha contribuido a la creación de nuevas técnicas para aprender mejor. Entre las primeras podemos citar el concepto de organizadores previos de los enfoques de aprendizaje, del PER. sistemático y de las estrategias metacognitivas. Entre los segundos, cabe citar la UVE heurística, el mapa conceptual y el ARE, entre otras”.

Según Cañal P. (1997) “Una estrategia de enseñanza es una estructura teórico-práctica de carácter sistémico constituida por unos determinados tipos de actividades que se relacionan entre sí mediante unos esquemas organizativos

característicos de cada una de ellas. A partir de aquí, podemos abordar el problema de cómo diseñar, desarrollar evaluar y mejorar la enseñanza”.

De acuerdo con Monereo (1997), una estrategia de aprendizaje se define como “actos intencionales coordinados y contextualizados que consisten en aplicar una serie de métodos y procedimientos que median entre la información y el sistema cognitivo, con el fin de alcanzar un objetivo de aprendizaje”.

Las anteriores definiciones permiten afirmar que en el proceso de construcción del conocimiento institucionalizado es necesaria la relación entre el sujeto que enseña, el cual es poseedor, por conocimiento y por práctica de unos objetos culturales y científicos que le habilitan para interactuar con los sujetos aprendices, los cuales a su vez deben aprender a aplicar las estrategias de aprendizaje con el fin de trascender el mero aprendizaje memorístico o repetitivo, para acceder a formas sistemáticas de aprendizaje como reales constructos cognitivos.

El termino de estrategias de aprendizaje, no es nuevo, éste se ha venido transformando a través del tiempo y de los diferentes paradigmas pedagógicos y didácticos, como lo ilustra la siguiente tabla tomada de Pozo y Monereo (1999;Pág. 17).

Tabla No. 1: Evolución del concepto de Estrategia de Aprendizaje

ESTRATEGIA COMO	APARECE DURANTE	BAJO UN ENFOQUE	CON UNA DIDÁCTICA CENTRADA
Un algoritmo de aprendizaje	Años 20-25	Conductista	Prescripción y repetición de cadenas de respuestas.
Un procedimiento general de aprendizaje	Años 50-70's	Cognitivista (Simulación ordenador)	Entrenamiento en operaciones mentales
Un procedimiento específico de aprendizaje	Años 70-80's	Cognitivista (Expertos Vs. Novatos)	Modelos expertos
Una acción mental mediada por instrumentos.	Años 80's	Constructivista	Sesión gradual de los procesos de autorregulación.

Monereo et al (1993) proponen una jerarquización de las estrategias, que resumimos a continuación:

1. Estrategias de repetición: se conserva de manera literal los datos registrados del exterior. Ej. La copia, la repetición y la reproducción.

2. Estrategias de gestión: Agrupan un considerable número de procedimientos que posibilitan la relación entre la nueva información y los conocimientos previos del aprendiz. Para que esto sea posible es necesario que el sujeto entienda el significado de la nueva información, así como su estructura organizativa. Ej.:

- Estrategias de elaboración que se basan en la utilización de procedimientos calificados tradicionalmente, como técnicas de estudio (subrayado, toma de apuntes, esquemas).
- Estrategias de organización, que consisten en una nueva reestructuración de la información con base en sistemas de representación específicos, propios de cada materia (ej. representación de la estructura de las moléculas).

3. Estrategias de control: Procedimientos de autorregulación que hacen posible el acceso consciente a las habilidades cognitivas empleadas para procesar una información.

Los tres tipos de estrategias de aprendizaje se presentan, ordenados según el control que suponen de las habilidades cognitivas, se relacionan entre sí en un sentido inclusor, de modo que la utilización de estrategias de gestión comprende el conocimiento y utilización de estrategias de repetición y las estrategias de control implican, a su vez, la utilización de estrategias de gestión y de repetición como se resume en la tabla 2.

Tabla Nº 2: Relación entre sistema cognitivo, estrategias y aprendizaje.

SISTEMA COGNITIVO	ESTRATEGIAS	APRENDIZAJE
Repetición en la MCP	Repetición	Mecánico
Relación entre la MCP y la MLP	Gestión	Entre mecánico y significativo
Autorregulación	Control	Significativo

De las estrategias anteriores, y teniendo en cuenta el nivel de instrucción de los estudiantes matriculados en el curso "sistemas químicos II", esta investigación implementó las estrategias de control que están estrechamente ligadas al concepto de metacognición, porque se desea que el futuro maestro llegue a comprender cómo es que él aprende, de tal forma que pueda empezar a tener el control de su propio aprendizaje, es decir que pueda autorregularlo, sabiendo cuáles son sus dificultades en cada etapa y teniendo acceso a los medios para resolverlas; de esta forma en su futura vida profesional, el hoy estudiante podrá entender cómo es que sus estudiantes aprenden.

Martín Eduardo, citado por Pozo y Monereo (1999) establece la relación entre estrategias de aprendizaje y metacognición la cual puede resumirse así:

- Una estrategia es un aspecto procedimental del conocimiento, cualquier secuencia de acciones encaminadas a conseguir determinado fin, requiere de mecanismos reguladores, igualmente de planificación y de evaluación.
- Los procedimientos se dividen en dos tipos: los de secuencia automatizada de acciones (técnicas, destrezas, habilidades o hábitos) y aquellos que conllevan una secuencia deliberada y planificada de acciones, llamadas estrategias.
- El conocimiento que se desarrolla a partir de la aplicación de estrategias, es de tipo declarativo, explícito y estable, no depende de su desarrollo sino de lo que puede lograrse con ella.

Los anteriores análisis son corroborados por Monereo C. y Clariana M. (1993), cuando afirman que:

- El estudiante que utiliza estrategias de control, es también un estudiante metacognitivo, porque es capaz de regular el propio pensamiento en el proceso de aprendizaje, en relación con: Sigo mismo y con la materia, así mismo, con las características de la tarea de aprendizaje y con las características del contexto.

El estudiante de Licenciatura en Ciencias Naturales como futuro educador debe tener una visión amplia sobre la enseñanza de los conceptos científicos, por tanto debe reflexionar sobre qué y cómo los va a enseñar según las condiciones del contexto. Además claridad conceptual sobre los procesos químicos orgánicos para comprender su objeto de estudio, esto por la necesidad de potenciar niveles altos de comprensión y de control del aprendizaje autorregulando lo que se aprende para luego enseñarlo. De aquí, la necesidad de enseñar a trabajar los conceptos químicos con una base heurística. La palabra “heurística” procede del griego *Heuriskin*, que significa “servir para describir”. Según Contreras reseñado por García, 1998. “la heurística moderna trata de comprender el método que conduce a la resolución de problemas, en particular, las operaciones mentales típicamente útiles en este proceso”. Una mejor comprensión de dichas operaciones puede influir favorablemente en los métodos de enseñanza.

Un heurístico puede ser descrito *como* “un procedimiento que creemos que nos ofrece una probabilidad razonable de solución, o al menos, de acercarnos a una solución” o ‘como una directriz (conjunto estructurado de indicaciones o heurísticas) que constituye un modelo del método general que pretendemos que el alumno asimile, para que lo utilice en la resolución de problemas”.

Sobre la estructura de los heurísticos: Un heurístico está conformado por un grupo de procesos problémicos; los procesos problémicos son procesos de carácter secuencial en los que se llevan a cabo mecanismos cognoscitivos específicos, y a través de los cuales se construye progresivamente el conocimiento, cuando se acomete la resolución de una situación problémica. Entre los procesos problémicos se encuentran: la formación del interés cognoscitivo, el reconocimiento de los patrones propios de resolución, el reconocimiento del problema, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución, la ejecución de la resolución del problema, la regulación de los procesos, así como de las soluciones halladas a los problemas y la promoción de nuevos procesos de resolución.

En el desarrollo de esta investigación, se optó por trabajar con los estudiantes tres estrategias de aprendizaje, que les facilitaran el control, organización y la explicitación de conocimientos y de pensamientos, para lo cual se eligió:

- La UVE de Gowin
- Los mapas conceptuales
- La argumentación

2.2.1 UVE DE GOWIN O V-HEURÍSTICA : Fue modificada por Izquierdo, en 1995, según Vega P. y otros (1997, p.51)

“La uve permite explicitar los elementos contenidos en la construcción de conocimiento alrededor de determinado objeto o acontecimiento. El vértice de la uve señala precisamente el acontecimiento u objeto que ha de ser explicado. Al lado izquierdo de la uve se señalan los conceptos y teorías que servirán para establecer una conexión entre el objeto o acontecimiento y el conocimiento previo o la estructura en la cual se ubicará la explicación. Al lado derecho de la uve se señalan los procedimientos a través de los cuales se construye conocimiento sobre el objeto o acontecimiento; las observaciones o los registros que se hacen, las transformaciones involucradas y los juicios sobre los conocimientos. Dentro de la uve se escribe la pregunta central.

La UVE es aplicable a cualquier enseñanza aunque su uso cobra especial relevancia en las actividades prácticas. Estas suelen estar infrautilizadas en el sentido que el estudiante a menudo está ocupado en tomar datos, hacer gráficas... sin pensar porqué y para qué realiza la actividad. Facilita el análisis de los contenidos involucrados en las actividades de enseñanza y en la propia planificación y evaluación de los mismos.

Su incorporación al proceso de enseñanza - aprendizaje requiere que el profesor se familiarice con este instrumento y reconozca su valor educativo, de ahí que resulte esencial introducirlo en la formación docente”.

Sobre esta estrategia de aprendizaje Hernández, C. A. (2001) sintetiza:

“Novak y Gowin (1984) plantean que tanto el metaconocimiento (el conocimiento de la estructura y del proceso de construcción del conocimiento) como el metaaprendizaje (el

aprendizaje de las formas de aprendizaje) son fundamentales para el aprendizaje significativo. La uve de Gowin recoge esos principios (podría decirse que al lado derecho se explicita los contenidos relevantes para el metaaprendizaje y al lado izquierdo los contenidos relevantes del metaconocimiento).

Lo que se pretende con la uve es explicitar elementos epistemológicos y gnoseológicos vinculados esencialmente al proceso de aprendizaje. La idea central es que la toma de conciencia por parte del maestro y del discípulo de los procesos y conceptos involucrados hará más eficaz y significativo el aprendizaje.”

Por las anteriores razones se enseñó a trabajar con la V heurística a los estudiantes del curso para aplicarla en la presentación de informes sobre las prácticas de laboratorio y la sustentación de las mismas.

La UVE se considera un instrumento integrador que permite al estudiante la construcción y consolidación de conocimientos de una forma estructurada; e igualmente, relacionar el problema objeto de estudio con el marco conceptual teórico, los aspectos procedimentales con los actitudinales o metodológicos asociados con la interpretación del problema planteado; pensar: por qué está haciendo las cosas, para qué realiza la actividad, qué puede afirmar sobre los resultados, cómo y por qué suceden los fenómenos, consultar y profundizar para contrastar sus construcciones mentales, organizar sus conceptos y aplicarlos.

La UVE facilita al docente y también al estudiante la comprensión de las estructuras científicas y de sus procesos de construcción, dándoles así, significados particulares.

La o las preguntas centrales formuladas por los estudiantes están en relación directa con su propia estructura conceptual, reflejándose esto en la calidad y claridad de las mismas, permitiendo además un mayor acercamiento a la realidad científica cuando interpreta datos, los transforma, analiza, formula hipótesis y juicios de valor sobre el tópico tratado.

Los elementos conceptuales de la V ayudan a encontrar regularidades y relaciones nuevas entre lo que se sabe y lo que se desea responder, haciendo

posible la generalización en contextos diferentes y el establecimiento de nuevas relaciones conceptuales.

La aplicación constante de la V permite la formación de nuevas capacidades procedimentales, las que a su vez ayudan a encontrar mayores relaciones para explicarse cosas nuevas, relacionar las antiguas, proponer nuevas alternativas de actuación y permitir encontrar significados en lo que se piensa y se hace.

2.2 - MAPAS CONCEPTUALES:

Según Novak y Gowin (1983) “ Un mapa conceptual es una forma de exteriorizar relaciones significativas entre conceptos a manera de proposiciones, las proposiciones a su vez se forman a partir de dos o más conceptos enlazados por una o varias palabras que en su conjunto constituyen una unidad, que tiene significado propio en un campo de las ciencias o en un aspecto particular de la misma.”

Como ayuda para docentes y estudiantes, los mapas son una herramienta valiosa por cuanto les ayudan a relacionar conceptos e interpretar textos científicos y pueden asociarse a la parte izquierda de la UVE de Gowin.

Algunas aplicaciones de los mapas conceptuales propuestas por Ayola P. Adolfo (1996), son:

- Exploración de lo que los estudiantes ya saben.
- Establecimiento del nivel conceptual del alumno con respecto a un tema o concepto, proporcionando elementos al docente para que así organice su clase, partiendo de las ideas de los alumnos.
- Detección de errores conceptuales.
- Extracción de los significados de textos.
- Preparación de trabajos escritos o exposiciones orales.

Hernández, C. A. (2001) resume sobre esta estrategia lo siguiente: “Novak (1984) recoge de Ausubel la teoría del aprendizaje significativo que, como se ha visto, plantea que la comprensión de los conceptos, además de la significatividad psicológica, implica reconocer de algún modo la estructura de esos mismos

conceptos y las relaciones que guardan entre sí. Novak considera más importante el aprendizaje de la estructura de los campos específicos objeto del aprendizaje que el acceso a los conocimientos y habilidades particulares.

La visualización de los pasos seguidos en un experimento o en la resolución de un problema permite diseñar nuevas estrategias, descubrir errores de procedimiento y comprender el aprendizaje como un proceso de construcción de conocimientos.

Por otra parte, la comprensión de los pasos del aprendizaje significa una apropiación de las estrategias reconocidas y puestas a prueba, lo que, en sentido estricto, es aprender a aprender”.

Novak (1986) dice que *“el mapa permite visualizar la estructura de significación. Los conceptos aparecen en él conectados por verbos que expresan con la máxima síntesis los conocimientos o suposiciones acerca del fenómeno o de la red de fenómenos objeto de estudio. El mapa expresa las relaciones entre conceptos. Un conjunto de conceptos puede entrar en relaciones distintas.*

En todo caso, el significado se construye subjetivamente de acuerdo con las conexiones entre conceptos que es posible establecer. La interpretación de los fenómenos depende de las redes conceptuales que les dan significado. Las estructuras conceptuales de los alumnos, como se ha dicho, no coinciden necesariamente con las que maneja el conocimiento científico. Pero las ideas anteriores al aprendizaje de las ciencias no son arbitrarias, están ligadas a estructuras de conocimientos que dan razón de múltiples experiencias. Estas ideas explican localmente la experiencia pero no necesariamente se agotan en los fenómenos observados en un momento determinado y, en parte, por ello, pueden ser muy resistentes al cambio.”

2.2- ARGUMENTACIÓN:

Para que el estudiante explicita su pensamiento sobre lo aprendido, se necesita que lo de a conocer, comunicándolo, para eso requiere el empleo de la argumentación como herramienta pedagógica que le permita manifestar sus ideas sustentándolas en los fundamentos teóricos analizados y en tal forma, controlar el

estado de su propio progreso en la comprensión de un determinado tema de estudio.

El lenguaje científico tiene unas características específicas y su aprendizaje supone de la participación activa del estudiante quien debe integrar las operaciones procedimentales con las propias de la construcción del conocimiento científico en su estructura conceptual; esto implica relacionar las observaciones experimentales con los modelos teóricos existentes y producir su propia explicación de los hechos.

En el proceso de aprendizaje de la Ciencia , los argumentos y las interpretaciones que el aprendiz puede construir en su proceso son indicadores que permiten evaluar el real grado de aprendizaje significativo alcanzado. Para aplicar esta estrategia se tomó en cuenta los siguientes aportes del documento escrito por Sarda et al (2000, p 405-422) .

- En el ámbito de todos los grados, los estudiantes presentan dificultades para diferenciar hechos observables e inferencias, identificar argumentos significativos y organizarlos coherentemente.
- Las dificultades pueden tener muchas causas: mala comprensión de los conceptos necesarios para responder a la demanda del enseñante; no dominio del género lingüístico correspondiente a la demanda, desconocimiento del patrón temático y estructural propios del tipo de texto solicitado, etc.
- El razonamiento interviene de manera fundamental como instrumento para realizar las observaciones experimentales con los modelos teóricos existentes y según Giere, es un proceso de elección entre las teorías que se proponen y que compiten con el fin de optar por la que, en un momento histórico determinado, presenta la explicación más convincente para un fenómeno particular del mundo.
- Al enseñar a argumentar se pretende ayudar a: desarrollar la comprensión de los conceptos científicos ; ofrecer una visión que entienda mejor la propia racionalidad de la ciencia analizando su proceso de construcción: el “ contexto de descubrimiento” para la generación de hipótesis y “contexto de justificación”

para comprobarlas y validarlas, las cuales toman sentido en un “contexto de conocimiento aceptado; a formar un alumnado crítico, capaz de optar entre los diferentes argumentos que se le presenten, de manera que pueda tomar decisiones en su vida como ciudadano.

- La argumentación en las clases de Ciencias es útil porque para aprender ésta, es necesario aprender a hablar, escribir y leer ciencia en forma significativa y saber cómo se está hablando (metadiscurso).
- Para argumentar científicamente es necesario escribir textos, discutir razones, justificaciones y criterios necesarios para elaborarlos. Este aprendizaje implica aprender a utilizar unas determinadas habilidades cognitivo – lingüísticas (describir, definir, explicar, justificar, argumentar y demostrar) que al mismo tiempo necesitan del uso de determinadas habilidades cognitivas básicas del aprendizaje (analizar, comparar, deducir, inferir, valorar).
- Existen varios modelos que interrelacionan los elementos en un discurso argumentativo, teniendo en cuenta el sentido gramatical, lingüístico y su significado discursivo, en esta vía, Toulmin propone la argumentación como una teoría del razonamiento práctico y Van Dijk y Adam plantean el análisis de las unidades comunicativas que van más allá de los límites de las oraciones gramaticales.
- El modelo de Toulmin se basa en la estructura formal de la argumentación, describe los elementos constitutivos, representa las relaciones funcionales entre ellos y especifica los componentes del razonamiento desde los datos hasta las conclusiones lo cual permite reflexionar con el alumnado sobre la estructura del texto argumentativo y aclarar sus partes, destacando la importancia de las relaciones lógicas que debe haber entre ellas, es decir, posibilita la metarreflexión sobre las características de una argumentación científica, profundizando en el establecimiento de coordinaciones y las subordinaciones.
- El modelo de Van Dijk, dice que lo que define un texto argumentativo es su finalidad : convencer a otra persona, sus componentes fundamentales son la justificación y la conclusión. La justificación se construye a partir de un marco

general en el contexto del cual toman sentido las circunstancias que se aportan para justificar las conclusiones.

- El modelo de Adam aporta la idea de la función persuasiva que tiene la argumentación, un modelo de secuencia textual y un modelo del prototipo del texto argumentativo.
- En la argumentación, se dan razones o argumentos que se construyen de forma retórica con relación a otros aspectos que dan más fuerza y criterios para la validación del conjunto de la argumentación. Los 3 tipos de argumentos o razones que forman parte del texto argumentativo son: ventaja, inconveniente y comparación.

El tipo de estrategia argumentativa que se utilizó para evaluar el estado de avances de los estudiantes con relación a los objetivos propuestos y para conocer el tipo de relaciones conceptuales que podían establecer en cada etapa del desarrollo del curso fue el propuesto por Adam con adaptación a las particularidades del trabajo metacognitivo basado en la V de Gowin.

2.3 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

La revisión bibliográfica que se incluye recoge los datos encontrados, en trabajos didácticos publicados relacionados con las estrategias de aprendizaje las teorías ácido base y los mecanismos de reacción.

Algunos de ellos revelan gran preocupación en relación con la enseñanza y aprendizaje de conceptos de química, especialmente de los conceptos de: Mol (Furió C, Azcona R, 1999); Reacciones ácido — base (Barcenas y otros, 1997), Estructura de la materia y cambios estructurales en una reacción química (Caamaño, A. 1997); Esquemas conceptuales de los alumnos de secundaria sobre el modelo de partículas en la materia (Domínguez J.M. et al, 1997), Construcción del concepto de cambio químico (Solsona N y otros, 1997); (Caruso F. Y otros, 1997 Equilibrio químico) entre otros.

Las investigaciones didácticas realizadas al respecto dan cuenta de:

La relación entre las estrategias de aprendizaje y la modificación de las pautas del profesor y su actuación, como factores contextuales inmediatos que influyen en la motivación de los alumnos por aprender.

La gramática de los motivos que se construyen en el contexto aula. Algunos de los interrogantes que propone son: qué factores favorecen la apropiación e interiorización de patrones motivacionales por parte de los alumnos?

Las relaciones que pueden establecerse entre conocimiento cotidiano y conocimiento escolar, revisando una a una las diferentes hipótesis que al respecto pueden barajarse. Ambos tipos de conocimiento, se construirán a partir de epistemologías diferentes y responderán a los objetivos y características propias de su escenario de origen.

Relaciones entre la metacognición y estrategias de aprendizaje y su incidencia en las prácticas escolares (Pozo. J. Monereo, 1999). Sobre este último aspecto Pozo, J. y Monereo, C. (1999) plantean, citándose a sí mismos (1998):

“Otro tipo de procedimientos para adquirir información son las memotecnias y estrategias de reposo que facilitan el recuerdo literal de la información. Aunque esta forma de aprendizaje no sea la más deseable, sin duda seguirá siendo necesario que los alumnos recuerden alguna información verbal literal, por lo que es conveniente que dispongan de estrategias y trucos que faciliten su recuerdo, como aprenderse los elementos de la tabla periódica mediante rimas o formando frases con ellos”.

TABLA 3. ALGUNOS PROCEDIMIENTOS PARA APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA QUE, POR SU CARÁCTER GENERAL O INSTRUMENTAL, NO SUELEN ENSEÑARSE ESPECÍFICAMENTE Y SIN EMBARGO AFECTAN AL RENDIMIENTO DE LOS ALUMNOS.

Adquisición de información	-tomar apuntes y notas de las explicaciones del profesor -Subrayar y seleccionar la información de los textos escritos -Registrar y recoger la información de las experiencias realizadas -Buscar información en bibliotecas, diccionarios, bases de datos, etc. Utilizar estrategias de repaso y/o memotecnias que faciliten el recuerdo literal de datos y hechos
Interpretación de la información	-Decodificación de gráficas y tablas -Elaboración de gráficas y tablas a partir de información presentada en otro formato.
Comprensión de la información	-Estrategias eficaces para la comprensión de textos científicos, siendo capaces extraer la idea principal del texto, de comprender su estructura, etc. -Diferenciación entre diversos niveles de análisis de los fenómenos químicos (macroscópico, microscópico, etc.) -Análisis y comparación de diferentes modelos (por ej., diferentes modelos atómicos)
Comunicación de la información	-Procedimientos de exposición oral y escrita -Uso de diferentes técnicas de expresión escrita -Desarrollo de capacidades, de argumentación y justificación de las propias opiniones

Los procedimientos para interpretar y analizar la información constituyen posiblemente el núcleo de los procedimientos necesarios para resolver problemas de química, al requerir del alumno traducir la información de un código a otro (por ejemplo, utilizar la formación química), interpretar los fenómenos de acuerdo con los modelos de la química, realizar los cálculos matemáticos a partir de los mismos, utilizando principalmente estrategias de razonamiento proporcional, realizar inferencias cuantitativas y cualitativas a partir de ellos y someterlos, en lo posible, a comprobación empírica. Existen no obstante algunos procedimientos de interpretación, de la información de carácter más general, no específico de la química, que los alumnos deben igualmente aprender. Entre ellos destacaría la necesidad de utilizar la información gráfica, que requiere procedimientos específicos que deben seguir igualmente entrenados, con el fin de lograr en los alumnos un alfabetización gráfica cada vez más necesaria en la sociedad de la imagen en la que vivimos (POSTIGO Y POZO; 1998), no sólo para aprendizaje de la química sino para digerir de forma más cabal la avalancha informativa a la que nos someten los medios de comunicación social. Los propios libros de texto de ciencias suele incluir numerosas representaciones gráficas (ilustraciones, tablas, modelos, gráficas, etc.). (véase el

análisis realizado por JIMÉNEZ, HOCES Y PERALES, 1997), que con frecuencia se trata como meras ilustraciones, datos, cuando en realidad tienen un notable potencial de aprendizaje si se ayuda a los alumnos a relacionarlas con el texto escrito, es decir si se les enseña a interpretarlas, a darles significado.

En cuanto a los procedimientos para comprender la información, el aprendizaje de la química, como el del resto de las materias, se basa en gran medida en el uso del texto en materiales escritos, por lo que es imprescindible que los alumnos dominen con soltura las estrategias necesarias para leer textos científicos, diferenciando la idea principal de la secundaria, captando la estructura del texto, etc. Aunque suelen darse por supuesto que los alumnos tienen estas habilidades, con frecuencia se comprueba que no es así, al menos de modo mayoritario, y que un entrenamiento específico en esas estrategias mejora la comprensión de los textos científicos (por ej., KINTSCH, 1998; LEON, 1998; OTERO, 1997; SÁNCHEZ, 1998a). Pero también hay que desarrollar en los alumnos habilidades esenciales para la comprensión de la ciencia, en especial para el logro del cambio conceptual, tal como lo hemos venido definiendo e ilustrando, como es la capacidad de diferenciar y contrastar diferentes niveles de análisis o distintos modelos de un mismo fenómeno entre sí. Igualmente los procedimientos para comunicar la información son fundamentales para la comprensión de la ciencia. Al analizar alguno de los enfoques recientes para la enseñanza de la ciencia, la capacidad de argumentar, redescubrir y comunicar los propios conocimientos es mínimo tan importante como esos mismos conocimientos. De poco sirve saber química si no se sabe decir lo que se sabe. Frente a la idea de que comunicar simplemente es decir lo que se sabe, todos los que nos dedicamos a explicar nuestros conocimientos a otros, sabemos que ese acto de explicar o explicitar nuestro conocimiento es también una fuente continua de nuevos aprendizajes. ¡Cuántas cosas creíamos entender hasta que nos vimos obligados a explicárselas a otros y nos dimos cuenta de nuestras lagunas! Y a la inversa, ¡Cuántas veces descubrimos un nuevo sentido a lo que sabemos al intentar explicarlo! Aprender ciencia es también aprender a explicar lo que uno sabe (OGBORN et al 1996) y en esa medida, como señalan SERRA Y CABALLER 1997) el profesor de ciencia es también profesor de lengua, debe ayudar a sus alumnos a expresar y explicar mejor lo que saben, produciendo textos científicos con diferentes metas y estructuras (SANMARTÍ, 1997) , sabiendo hacer un informe riguroso de las experiencias realizadas (CALVET, 1997), etc.

En suma, aprender química es no solo dominar el lenguaje y los procedimientos de la química, requiere también dominar la lógica y los procedimientos del aprendizaje, sabiendo buscar e incorporar la información, interpretarla, traduciéndola de un código o formato a otro, comprendiendo su significado y estructura, siendo capaz de comprender una explicación pero también de dar una explicación comprensible. Estas habilidades sin duda nos parecen escurridizas y *difícilmente enseñables, pero la investigación ha mostrado que mejoran sensiblemente si se enseñan de modo explícito en el contexto de un currículo dirigido también a aprender (POZO y MONEREO, 1998), en este caso química.*

Para muchos especialistas, las estrategias se sitúan cada vez en un plano básicamente interdisciplinario e incluso, transdisciplinario, en tanto que las habilidades metacognitivas que se ponen en juego en la planificación y regulación consciente de acciones dirigidas a un objetivo de aprendizaje, superan el plano de lo escolar e inciden directamente en otros escenarios sociales como la vida cotidiana o la práctica profesional.

Por otra parte, recién se ha empezado a investigar la relación entre conocimiento específico de un dominio y los procesos de autorregulación; según Pozo J. y Monereo (1999) "el papel que desempeña el conocimiento específico se ha investigado generalmente comparando la actuación de sujetos expertos y novatos en tareas bien definidas y familiares para los expertos en diferentes dominios. Desde esta línea de investigación generalmente se asume que los expertos en un dominio específico difieren de los novatos en la cantidad, organización y accesibilidad al conocimiento específico de ese dominio (por ejemplo Chi, Glaser y Farr, 1988) y que esas diferencias cualitativas en el conocimiento específico son las responsables de las diferencias que se observan en la eficiencia a la hora de resolver problemas".

No existen antecedentes sobre trabajos que aborden como objeto de reflexión el aprendizaje de los mecanismos de reacción, el diseño o aplicación de estrategias didácticas desde una perspectiva metacognitiva, que tomen como eje conceptual las teorías ácido — base, por tanto se ve la necesidad, de abordar la enseñanza de los mecanismos de reacción desde dichas teorías ácido — base, mediante el uso de estrategias de aprendizaje para que el estudiante construya su propio sistema personal de aprendizaje de la química y, de ser posible, lo aplique en otros campos del saber. Se busca generar así un aprendizaje significativo con

relación a los conceptos de las reacciones ácido-base, enmarcándolos en sus respectivas teorías, para que pueda tener una visión global de los mecanismos de reacción y acceda de forma consciente y autorreflexionada, a la comprensión de la estructura conceptual de este aparte de la química; de tal forma que pueda utilizar ese conocimiento para resolver problemas teórico-prácticos de su vida de estudiante y para que adicionalmente, establezca las relaciones necesarias con otros campos del saber con el fin de construir un conocimiento transdisciplinario, en el cual tenga cabida la comprensión de los avances tecnológicos que se derivan de las múltiples aplicaciones que puede generar el aprendizaje significativo de los mecanismos de reacción en la química orgánica.

La revisión bibliográfica mostró además, que las investigaciones sobre dificultades de aprendizaje de la química, centran su atención en las reacciones químicas; los primeros antecedentes sobre el tema en cuestión son planteados por García, J.J. (1996) cuando trata de establecer cómo los constructos teóricos en el área de la química, obedecen a estructuras nucleares que se comparten a través de los sistemas de cuerpos materiales que estudia la química y que presentan un potente poder explicativo y predictivo para el estudio de los fenómenos de los cuales se ocupa la misma.

Para tal fin, propone como estructura nuclear teórica común con alto poder explicativo y predictivo para el estudio de los sistemas orgánicos referidos a las principales funciones químicas orgánicas las teorías ácido — base, y argumenta que se requiere de una propuesta didáctica adicional, concluyendo que: "puede resultar satisfactorio el que una vez el alumno maneje los núcleos estructurales pueda iniciar el estudio de las funciones orgánicas mencionadas a través de la proposición de procesos de carácter experimental que le permitan ir proponiendo hipótesis acerca de las reacciones de los compuestos y verificarlas en el laboratorio, de esta manera, el alumno ya no tendría que aprender largas secuencias de reacciones en forma memorística y sin sentido, esta vez lo haría de forma razonada, con una teoría y con una motivación experimental en su mente".

Esta propuesta de trabajo está basada en los planteamientos de dos investigadores en enseñanza de las ciencias experimentales que en nuestro país han venido agitando la necesidad de promover la enseñanza y aprendizaje metacognitivos: “Egidio Lopera (1998) quien propone la enseñanza deliberada de procesos de aprendizaje y Fanny Angulo (1998) quien establece una conexión entre meta cognición y autorregulación, señalando la importancia del conocimiento de los procesos de aprendizaje en la organización consciente, por parte de los estudiantes de dichos procesos” (Hernández, 2001, p. 141).

2.4 TEORIAS ÁCIDO- BASE:

2.4.1 EVOLUCION HISTORICA DE LOS CONCEPTOS RELACIONADOS

Con respecto al tema se ha encontrado un trabajo de tesis doctoral de Jiménez L. Ruth (2000) de la universidad de Extremadura (España), cuyo interés principal consiste en desarrollar de una manera profunda este tema, del cual se extrae los siguientes apartes:

“(1) Glauber se dio cuenta de que las sales estaban constituidas por dos partes, una procedente del ácido y la otra de un metal o de su tierra (óxido).

(2) También dedujo que los ácidos tienen diferente fuerza y lo expresó en función de que los semejantes se aman y los desemejantes se aborrecen y se huyen.

(3) De las explicaciones del médico de Caen podemos extraer varias ideas:

a) la sal ácida es un cuerpo simple de figura aguda.

b) que fermenta con los álcalis.

c) la sal acre es una sal simple agujereada.

d) que fermenta con los ácidos.

e) las puntas de los ácidos llenan los orificios de los álcalis.

f) un nuevo ácido actúa con violencia frente a las sales para separar todas las púas del antiguo ácido de los orificios de los álcalis.

(4) Lémery explicó la sensación picante que los ácidos ejercen sobre la piel a partir de la forma puntiaguda de sus átomos.

(5) Este mismo químico explica que los ácidos se introducen en los álcalis, que son sumamente porosos, rompiendo sus púas o embotándose para dar origen a las sales neutras.

(6) Boyle definía los ácidos por su efervescencia en contacto con las bases y viceversa. También descubrió el primer indicador coloreado, el jarabe de violetas, que tomaba un color u otro según se pusiera en presencia de los ácidos o de los álcalis.

(7) Los defensores de la teoría del flogisto pretendieron encontrar en éste la esencia, tanto de los ácidos como de las bases; los ácidos recibían del flogisto la capacidad de disolver los metales y las bases debían a este "elemento imponderable" su causticidad.

(8) Homberg fue el primero que intentó determinar la cantidad de álcali necesaria para neutralizar distintos ácidos.

(9) Rouelle amplió el concepto de sal (que sólo abarcaba a compuestos neutros solubles) a sales ácidas, neutras y básicas, solubles e insolubles.

(10) Lavoisier creyó que todos los ácidos contenían oxígeno.

(11) Sin embargo no superó la idea de que el hidrógeno, al arder, debía producir un componente ácido; en cambio, se formaba agua.

(12) Según la física newtoniana, las reacciones entre los ácidos y los metales se debían a que los ácidos eran violentamente atraídos por los metales. La diferente afinidad de los metales por los ácidos se explicaba según fuera esta atracción más o menos fuerte. La disolución de una sal en agua sería el efecto de repulsión entre las partículas de la sal y las de agua.

(13) Wenzel intentó determinar las velocidades relativas de disolución de varios metales en un ácido como medida de su afinidad y, de la fuerza de los ácidos. En cuanto a las reacciones de doble descomposición comprobó que una mezcla de sales neutras da una solución neutra incluso si una de ellas precipita y, concluyó que la misma porción de base que neutraliza el ácido de una sal, neutraliza el ácido de la segunda sal.

(14) Fourcroy basó la afinidad en función de la descomposición de los compuestos: cuanto más fácilmente se descompusieran menor afinidad entre sus componentes.

(15) Bergman relacionaba la fuerza de los ácidos con la cantidad de ácido que reacciona con una determinada cantidad de base y, Kirwan en función de la cantidad de base necesaria para neutralizar una determinada cantidad de ácido.

(16) En cuanto a las valoraciones Bergman tuvo el problema de no poder elegir un cuerpo-unidad que le sirviera de referencia.

(17) Berthollet creía que en la afinidad tenía mucho que ver la cantidad de reactivo ya que un exceso suficiente de uno de los productos podía invertir la reacción.

(18) Los árabes incluían a los ácidos dentro de las aguas ardientes después, a partir del siglo XVII se empleaban términos como agua regia o agua fuerte para designar a algunos ácidos. Hasta el siglo XIX no se termina de sistematizar la nomenclatura química. En cuanto a la formulación (sistema simbólico), Berzelius, aunque escribía el clorhídrico como HCl y el amoníaco como H₃Az, mantenía la noción de átomos dobles y pensaba en H₂Cl₂ y H₈Az₂, respectivamente.

(19) *Mitscherlich atribuyó el que dos sales tuvieran formas cristalinas idénticas a que las dos tuvieran el mismo anión o catión. A partir de la forma cristalina estableció parentesco químico entre varios metales como calcio, hierro, manganeso o cinc.*

(20) *Gerhardt consideró la existencia de agua en los ácidos y la de los óxidos metálicos en las sales. Todo ácido o toda sal orgánica estaría formada por dos partes, el ácido anhidro y el óxido.*

(21) *Graham demostró que los ácidos orto, piro y metafosfórico eran sustancias distintas que contenían tres, dos y una moléculas de agua respectivamente y que esta agua podía ser reemplazada por igual número de equivalentes de una base.*

(22) *Liebig demostró que varios ácidos orgánicos (polibásicos) podían combinarse con un número diferente de equivalentes de base. También dedujo que los ácidos eran compuestos de hidrógeno que podía ser reemplazado por los metales.*

(23) *Desde el siglo XVII se muestra un gran interés por poner de manifiesto el punto final de una neutralización pero el primero que usó sustancias que cambiaban de color según se encontraran en presencia de ácidos o de álcalis fue Boyle. La primera interpretación sobre el mecanismo de los indicadores se debe a W. Ostwald en 1891.*

(24) *Indicadores: Sustancias que reaccionan con la solución valorada solamente cuando ha reaccionado toda la sustancia que se analiza o trata de determinar. (Monzón, 1917). La fenolftaleína sólo reacciona con los álcalis cuando se ha consumido todo el ácido".*

2.4.2. COMPARACIÓN DE LAS TEORÍAS ÁCIDO-BASE DESDE DIFERENTES AUTORES

Teniendo en cuenta los aportes sobre las teorías Ácido-base de Jiménez, L. R (2000), de Furió et al (2000), de Moeller T. (1961) y de Pearson R. G. (1997), se elaboró una tabla comparativa sobre los conceptos ácido-base de cada teoría y se resume los aportes y dificultades de cada teoría con relación a los conceptos de: Neutralización, fuerza de ácidos y bases, disolventes e hidrólisis.

TABLA # 4 COMPARACION DE LOS CONCEPTOS ÁCIDO-BASE EN LAS DIFERENTES TEORIAS

ASPECTOS TEORIAS	ÁCIDO	BASE	REACCIONES ÁCIDO-BASE
Disociación electrolítica: Arrhenius.	Sustancia que en solución acuosa cede iones H^+	Sustancia que en solución acuosa, cede iones OH^-	$HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H^+$ $NaOH + H_2O \rightarrow Na^+ + OH^-$
Transferencia de protones: Bronsted-Lowry	Sustancia capaz de ceder protones.	Especies capaces de aceptar protones.	$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$
		Ej. NH_3 , N_2H_4 , NH_2OH	Ácido base \rightarrow ácido + base.

			1	2	2	1
			$H_2O + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + OH^-$			
			Par ácido-base conjugado.			
De Disolventes	Toda sustancia que se disuelve en el disolvente, cede por disociación directa o por interacción con el disolvente, el catión, característico del disolvente.	Sustancias que ceden el anión característico del disolvente; aceptan cationes.				
LUX-FLOOD	Especies capaces de aceptar iones óxidos (O^{2-}).	Especies capaces de ceder iones óxido (O^{2-})	Base \leftarrow ácido + XO^{2-}			
			$CaO \leftarrow Ca^{2+} + O^{2-}$			
			$SO_4^{2-} \leftarrow SO_3 + O^{2-}$			
Transferencia electrónica:	Sustancia que acepta pares de electrones para formar enlace covalente; por tener su capa electrónica.	Sustancias que ceden pares de electrones para formar nuevos enlaces.				
Lewis	(Electrofilos = amante de los electrones iones con carga (+), cationes metálicos, IIIA, elementos de transición)	(Nucleófilos = amantes de los núcleos ROH, RCHO, éteres, cetonas, cloruros de ácidos aminas, etc.	$BF_3 + NH_3 \leftarrow BF_3 : NH_3$			
USANOVICH	Sustancias que forman una sal con la base por un proceso de neutralización, que da lugar a un compuesto que combina con los aniones o con los electrones.	Son sustancias que neutralizan los ácidos, dan lugar a un compuesto que se combina con los cationes	$SO_2 + Na_2O \rightarrow Na_2SO_4$			
			Ácido + base \rightarrow sal			
PEARSON	Blando: Átomo aceptor, de baja carga positiva, gran tamaño y tiene varios electrones externos fácilmente excitables. Polarizable.	Blanda: Átomo dador, es de alta polarizabilidad, baja electronegatividad, fácilmente oxidados y asociados con orbitales vacíos de más baja posición; retiene menos sus electrones.	$SO_3^{2-} + HF \leftarrow HSO_3^- + F^-$			

	Duro: Átomo aceptor de carga positiva alta, tamaño pequeño y no tiene electrones externos fácilmente, excitables. No polarizables; reacciona perfectamente, con las bases duras.	Duras: Átomo dador, es de baja polarizabilidad, alta electronegatividad, difícilmente reducibles y asociados con orbitales vacíos de mas alta energía.	
		La base dura retiene fuertemente, sus electrones. Como consecuencia de su elevada electronegatividad, y de la dificultad de oxidación de sus átomos dadores	

2.4.2.1 APORTES Y DIFICULTADES EN LA TEORIA DE ARRHENIUS

- **Neutralización:** Combinación de los iones hidrógeno e hidróxido para formar agua: $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$.

Relaciona ácidos con la presencia de H^+ y las bases con iones OH^- .

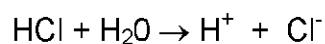
Con la introducción a finales del siglo XIX del concepto de ión, la neutralización se explica como la combinación de los respectivos iones comunes en los ácidos y las bases, para formar agua.

A esta idea se le asocia la de disociación iónica de las sustancias inorgánicas al disolverse en agua.

Se explica la neutralización mediante la redistribución de átomos: ácido + base \rightarrow sal + Agua.

- **Fuerza de los ácidos y de las bases:** explicó la diferencia de fuerzas basándose en los diferentes grados de disociación que ellos poseen:
La disociación reversible de los ácidos y de las bases en disolución, explica su actividad química y la conductividad eléctrica en sus disoluciones.

El agua participa en la disociación, ejemplo: el NH_3 al disolverse en ésta se disocia: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$



Se explica el anfoterismo del $\text{Al}(\text{OH})_3$ y del $\text{Zn}(\text{OH})_2$ gracias a la posibilidad de disociar protones o iones OH^- que se supone hay en su composición.

Las relaciones entre la teoría atómica y la electricidad, permiten explicar la naturaleza eléctrica de las sustancias inorgánicas con la introducción del concepto de ión.

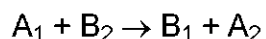
- **Hidrólisis:** disociación acuosa de sales neutras. Se relaciona con la neutralización al considerarla reversible. Sería el proceso opuesto a la neutralización en el equilibrio químico: $\text{Ácido} + \text{base} \rightleftharpoons \text{sal} + \text{agua}$.

Las sales provenientes de ácidos o bases débiles, también experimentan este proceso para formar el ácido o la base prácticamente sin disociar, dejando libre el ión OH^- o el H^+ del agua para dar una disolución alcalina o básica, respectivamente.

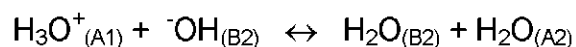
- **Disolventes:** denominó Anfóteros aquellos disolventes en los que puede manifestarse tanto el carácter ácido como el básico de las sustancias en ellos disueltas
- Limita la teoría a reacciones ácido-base en disolución acuosa a pesar de que en otros disolventes se pueden producir reacciones de este tipo con formación de sales.
- Existen sustancias básicas que no poseen iones hidróxido caso del NH_3 .
- Los iones H^+ debido a su elevada energía de hidratación no pueden existir libres como tales en disolución acuosa, esto se supera admitiendo el ión H_3O^+ como causante de las propiedades ácidas.
- No tienen solución es este marco teórico, las reacciones gaseosas en medios líquidos no acuosos; las reacciones entre óxidos a elevadas temperaturas, etc.

2.4.2.2. APORTES Y DIFICULTADES EN LA TEORIA DE BRONSTED-LOWRY (1923)

Considera la reacción ácido-base como de transferencia de protones entre dos pares ácido-base conjugados y se simboliza:



- Neutralización: Transferencia de un protón de un ácido a una base en cualquier disolvente. La formación de sales también está incluida dentro de los procesos ácido-base porque conlleva la transferencia de un protón desde un ácido a una base.



Cualquier proceso de neutralización de ácidos y bases en disolución acuosa seguirá siendo una reacción entre el ácido H_3O^+ y la base Bronsted HO^- . Pero no se puede identificar cualquier reacción ácido-base de Bronsted-Lowry con la neutralización. Ejemplo: La disolución de NH_3 o HCl en agua serán reacciones ácido-base de Bronsted y no pueden catalogarse lógicamente como reacciones de neutralización.

- La fuerza de un ácido: Se mide por la mayor o menor tendencia a donar un protón y la fuerza de una base por su mayor o menor tendencia a aceptarlo.
- Hidrólisis: Proceso ácido-base de transferencia protónica donde el agua interviene como especie reactiva (ácido-base). Se deduce de los equilibrios que un ácido fuerte produce su base conjugada débil porque si el primero tiene gran tendencia a ceder un protón, su base conjugada difícilmente lo aceptará. No necesariamente se producen sales ni se forma agua.
- Disolventes: Los ácidos y bases son independientes de los disolventes y no tienen relación directa con las sales. Puede ser cualquiera que actué como un par ácido-base que gane o pierda protones, es decir, en disolventes protofílicos y protogénicos respectivamente. Los disolventes que poseen ambas características, se les denomina anfipróticos. En disolventes con carácter

protogénico o protofílico sólo se manifestaría el carácter básico o ácido de las sustancias disueltas.

Definieron el efecto nivelador del disolvente que iguala las fuerzas relativas de ácidos fuertes y el efecto diferenciador que es el contrario, es decir, en estos disolventes se pueden diferenciar las fuerzas relativas de los ácidos con fuerzas similares. Por otro lado, los disolventes apróticos son los que no poseen carácter ácido ni básico.

- Concede papel excesivo al ión H^+ sin tener en cuenta que a pesar de que la mayor parte de los ácidos son protónicos hay muchos ácidos que no lo son.
- Hay procesos, concretamente los que transcurren en ausencia de disolvente que poseen las características de las reacciones ácido-base, y no intervienen protones en ellos.
- No explica los procesos de transferencia de iones oxido que presentan comportamiento ácido-base

2.4.2.3 APORTES Y DIFICULTADES DE LA TEORÍA GENERAL DE LOS SISTEMAS DE DISOLVENTES.

- **NEUTRALIZACIÓN:** Combinación del anión característico del disolvente con el catión característico del disolvente para formar éste. Una sal sería la sustancia que disuelta daría disoluciones más conductoras que el disolvente puro y que poseen, al menos, un ión diferente de los que posee el disolvente.
- Los ácidos pueden o derivar directamente del disolvente o no presentar relación alguna con el mismo. Salvo en lo que se refiere al catión.
- El agua no es única en cuanto a su capacidad para actuar como disolvente ionizante, ni es el único medio en que se observa el comportamiento ácido-base. Otros disolventes protónicos tales como $H_2S(l)$, Hidracina, Hidroxilamina y Ácido Acético, funcionan como disolventes en los que se manifiestan comportamientos ácido-base y que pueden considerarse como

“padres” para estos sistemas. La extensión de estas ideas, por analogía con los disolventes no protónicos ha ampliado el concepto de sistema ácido-base, que incluye sustancias tales como el dióxido de azufre líquido, el cloruro de carbonilo, el oxiclورو de selenio, etc.

Las analogías resultan evidentes cuando se consideren la autodisociación en iones de cada uno de ellos.

Los procesos que no transcurran en el seno del disolvente o que no transcurran con transferencia de iones, no podrían ser considerados como procesos ácido-base.

Permite relacionar el comportamiento ácido-base en numerosos disolventes de carácter tanto protónico como no protónico.

- Lleva implícita la limitación de vincular el comportamiento ácido-base a la presencia de un disolvente. Cualquier reacción de este tipo que se verifique en ausencia de disolvente no cabe dentro de esta teoría.
- Insiste en exceso sobre el carácter iónico que supone para las reacciones de neutralización.
- La importancia práctica de muchos de los sistemas que han sido mejor estudiados dentro de esta teoría, es muy pequeña y esto ha sido también considerado como una objeción.

2.4.2.4. APORTES Y DIFICULTADES EN LA TEORIA LUX-FLOOD

- No tratan el concepto de neutralización en particular.
- Compararon la fuerza de los ácidos según el valor de las constantes del equilibrio: $\text{base} = \text{Ácido} + X \text{O}^{2-}$

$$K = \frac{a^{\text{Ácido}} \cdot a^X \text{O}^{2-}}{a^{\text{base}}}$$

La fuerza como ácido crece en la serie: TiO_3^{2-} , SiO_3^{2-} , BO_2^- , PO_3^-

- HIDROLISIS: No hay evidencias sobre este tópico.

- **DISOLVENTES:** No se trata ese tema

Esta teoría se puede considerar como un caso particular de las teorías más generales de Lewis y de Usanovich.

2.4.2.5. APORTES Y DIFICULTADES EN LA TEORÍA DE LEWIS (1923)

Planteó su teoría en términos de transferencia electrónica.

Considera las reacciones ácido-base como un proceso donde los enlaces se rompen y se forman: formación de enlaces covalentes entre una sustancia que aporta pares electrónicos y otra que puede formar enlace gracias a ese par de electrones que la otra sustancia (base) le suministra.

- **Neutralización:** formación de un enlace coordinado entre la base que cede el par de electrones y el ácido que los acepta, el producto que resulta experimenta una reagrupación, una disociación o no experimenta cambio alguno, según su estabilidad.
- No proporcionó ninguna escala con la que medir la fuerza de los ácidos y de las bases, esta fuerza es variable y depende de la reacción escogida.
- No menciona aspectos relacionados con la hidrólisis.
- **Disolventes:** el comportamiento ácido-base no se vincula a ningún elemento determinado, a ninguna combinación dada de elementos ni a la presencia o ausencia de disolvente.
- Esta teoría engloba las anteriores, define los tipos de ácidos y bases anteriores así: Una base Bronsted-Lowry reacciona donando electrones a un protón con lo que también es una base Lewis, pero un ácido Lewis no tiene por qué ser un ácido Bronsted-Lowry, porque éste necesita tener un protón disponible para cederlo y los ácidos de Lewis no requieren eso, simplemente deben ser capaces de aceptar un par de electrones.
- surge a partir de la dificultad de interpretar un proceso reactivo por transferencia protónica, debido a que algunas reacciones no involucran tal transferencia en ninguno de los reactantes.

- Tiene mayor potencia explicativa que las teorías anteriores.
- Explica con facilidad las propiedades básicas de muchos óxidos metálicos y los ácidos de muchos óxidos no metálicos ya reconocidos, permitiendo incluir muchas reacciones en fase gaseosa o a alta temperatura o en ausencia de disolvente, dentro del cuadro general de los procesos de neutralización.

Carece de escala uniforme con la que medir la fuerza de los ácidos y de las bases. Esta dificultad se resolvió a través del estudio de los procesos de formación de especies de coordinación.

La reacción de desplazamiento de H de los ácidos por los metales no se considera dentro de los procesos ácido-base de Lewis, sino que se les clasifica dentro de la oxidación-reducción pues si se consideran como ácidos habría que incluir también a cualquier reacción Redox.

2.4.2.6 APORTES Y DIFICULTADES DE LA TEORÍA DE USANOVICH

Esta teoría no solo engloba a las definiciones anteriores sino que las amplía a los procesos en los que intervienen electrones, no solo pares de electrones como ocurría en la teoría de Lewis.

Bajo esta teoría se define correctamente cualquier comportamiento ácido o básico pero al generalizar tanto se engloba como procesos ácido-base a todas las reacciones de la química inorgánica.

APORTES DE PEARSON.

Define las reacciones ácido-base como transferencia electrónica utilizando el principio HSAB: los ácidos duros prefieren coordinarse con las bases duras y los ácidos blandos con las bases blandas.

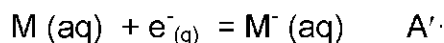
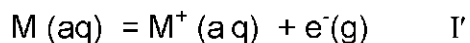


- Neutralización: no se hace alusión a ésta como tal.
- Clasificó los ácidos en “duros” y “blandos”, por la estabilidad termodinámica de los complejos. Según esto, una base es dura cuando retiene fuertemente los electrones y un ácido es duro cuando reacciona preferentemente con las bases

duras. Así se crea un criterio nuevo para explicar por qué ocurren unas reacciones y otras no o por qué la diferencia de velocidades entre unos ácidos y otros. Este criterio coincide en muchas ocasiones con el criterio de fuerza.

Esta clasificación surge para completar la ausencia de medidas de fuerza de los ácidos en las teorías de Lewis, los términos duros y fuertes no son sinónimos sino que corresponden a criterios diferentes que explican las velocidades de los procesos ácido-base. Por ejemplo, un ácido (o una base) suficientemente fuerte puede desplazar a otro ácido (o base) en contra del criterio duro-duro, blando-blando.

- Hidrólisis: no se retoma el concepto como tal.
- Disolventes: para sistemas aislados (fase gaseosa) se han hecho consideraciones sobre el efecto que tiene el solvente sobre los valores de I (potencial de ionización) y de A (afinidad electrónica). Se toma al agua como solvente más importante y M cualquier especie química, se tiene que:



- Para decidir quien es el ácido o la base, se tiene en cuenta la diferencia en energía entre los reaccionantes o sea el potencial de ionización (I) y la afinidad electrónica (A) entre el par de sustancias, así, sean los reactivos C y D .

$$\Delta\epsilon = (I_C - A_D) - (I_D - A_C) = 2(x_C^0 - x_D^0)$$

- la transferencia electrónica se explica como el paso de electrones de un orbital ocupado, definido en un átomo o molécula hasta un orbital definido, vacío de otra.
- Se introducen nuevos conceptos: dureza, electronegatividad absoluta, electronegatividad de Mullikan.
- Se hace uso de varias teorías para explicar el comportamiento de las moléculas como ácido o base, entre ellas: teoría del orbital molecular y la teoría de la densidad funcional.

2.5 MECANISMOS DE REACCIÓN

Mecanismo de reacción, es el nombre con el cual los químicos designan o explican lo que ocurre durante una reacción química en términos energéticos; dicho concepto se reviste de un alto grado de abstracción puesto que hay que imaginarse las interacciones que se dan en las moléculas participantes, los cambios de hibridación que pueden ocurrir, los efectos electrónicos y estéricos de los vecinos en el centro reactivo, las rupturas y formaciones de enlaces, la naturaleza de los estados o especies intermedias (carbaniones, carbocationes, carbenos, radicales, etc), efectos de solventes, electronegatividad, neutralidad y dispersión de cargas durante el proceso y el papel de algunas especies en el medio: electrófilo y nucleófilo, como aceptores o dadores de electrones, respectivamente.

Los diferentes conceptos relacionados con el mecanismo de reacción, se constituyen en conceptores de segundo orden que podrían conformar la teoría ácido — base, ya que gozan de suficiente generalidad para producir proposiciones válidas y generar explicaciones conceptuales de los fenómenos y comportamientos de los cuerpos materiales que conforman los sistemas químicos orgánicos y surgen de la comprensión de la naturaleza eléctrica de la materia.

“El manejo y la combinación de estas unidades conceptoras permite explicar los diferentes fenómenos ácido — base y por ende los fenómenos que pueden ser calificados como tales, entre los cuales encontramos las reacciones y los comportamientos de los sistemas químicos orgánicos” (García, J. J. 1996).

Las concepciones de los estudiantes al respecto, se derivan de la instrucción insuficiente, de estrategias de enseñanza/aprendizaje inadecuadas o de no relación entre mecanismos de reacción y teorías ácido-base. Si en la enseñanza de este tema no hay claridad sobre la teoría en la que se enmarca, se hará una interpretación incorrecta de los mismos y es muy probable que existan incomprendiones y errores conceptuales en su aprendizaje.

El modelo que se propone intenta modificar la enseñanza de los mecanismos de reacción en relación con las teorías ácido — base, haciendo uso de las estrategias metacognitivas, ya que permiten al estudiante avanzar con autonomía en la búsqueda de herramientas metodológicas y conceptuales con las cuales puedan construir explicaciones adecuadas y predecir la ocurrencia de fenómenos, teniendo como referencia las estructuras teóricas en torno a los conceptos “Ácido” y “Base” y a otros constructos relacionados con éstos.

En relación con las aplicaciones y predicciones en los cambios químicos, las preguntas en torno al cómo?, ¿Por qué?, ¿Con cuáles referentes?, etc., permite monitorear, dirigir, prever y gestionar propuestas explicativas acordes con los Mecanismos de reacción como generalizaciones ya construidas.

El aprendizaje de los mecanismos de reacción no puede aislarse, emerge conjuntamente con otros conceptos, permite interpretar un conjunto de fenómenos y establecer relaciones entre los diferentes conceptos químicos.

Los mecanismos de reacción han cumplido un rol muy importante en el desarrollo de muchos aspectos y se constituyen en un hecho paradigmático en la química. Al respecto, Asimov, I. (1983) establece que:

“Los químicos desde la época de Lavoisier, podían predecir el curso de algunas reacciones iónicas y la forma de modificarlas para ajustarse a necesidades particulares. Las complejas moléculas y lentas reacciones orgánicas eran mucho más difíciles de analizar. Con frecuencia, existían varias formas en que podían reaccionar dos sustancias; guiar la reacción según una vía deseada era cuestión de arte y la intuición, antes que de conocimiento cierto. Sin embargo, el Átomo electrónico ofreció a los químicos orgánicos una nueva visión de su propio campo. A finales de la década de los veinte, hombres como el químico inglés Christopher Ingold comenzaron a tratar de interpretar las reacciones químicas orgánicas en términos de desplazamientos electrónicos de un punto a otro dentro de una molécula, comenzaron a aplicarse intensivamente los métodos de la química física, en un intento de explicar las direcciones y tendencias de tales desplazamientos.

Al estudiar las reacciones orgánicas en términos electrónicos, resultó evidente que había normalmente etapas en las que tenía que formarse un radical libre. Tales radicales, generalmente no estabilizados por resonancia, podían existir solo momentáneamente y no se formaban sino con dificultad. Esta dificultad en la formación de radicales intermedios era la que hacía tan lenta la mayoría de las reacciones orgánicas. En el segundo cuarto del Siglo XX, los químicos orgánicos empezaron a adquirir una visión bastante profunda de los distintos pasos que componían las reacciones orgánicas: el Mecanismo de reacción, en otras palabras. Ha sido esta visión más que ninguna otra cosa, la que ha guiado a los químicos

orgánicos contemporáneos en su trabajo de síntesis y la que ha conducido a la construcción de moléculas cuya complejidad había vencido a las generaciones anteriores”.

En la actualidad las interacciones que se dan en una reacción se representan esquemáticamente, con diagramas de energía de reacción, que ilustran lo que sucede con cada especie participante, pasando por un estado de transición. Es en estas etapas del proceso cuando las especies químicas de acuerdo con el ambiente químico en que se encuentren: solvente, temperatura, presión, concentración de los reactivos, efectos estéricos resonantes, inductivos, etc), se pueden comportar como ácidos o como bases, asociándose a ellos, los conceptos de electrófilos o nucleófilos respectivamente, y es aquí donde se pueden presentar dificultades en la comprensión de los mecanismos de reacción, por tanto si se logra que el estudiante comprenda estos conceptos, los aplique y analice cuando ocurra una reacción química, podría lograr un grado de abstracción tal que le permita imaginarse y predecir las vías que pueden derivarse para obtener un mismo producto, cuales y por qué serían las más probables en términos energéticos, económicos etc..

En este sentido, entran en juego las estrategias metacognitivas para el aprendizaje y comprensión de dichos mecanismos ya que estas le permiten al estudiante controlar de forma consciente el aprendizaje con respecto al mismo, al contenido de un tema determinado.

3.OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Diseñar, implementar y evaluar una propuesta didáctica alternativa que favorezca el aprendizaje significativo, al validar las teorías ácido- base, en la explicación de los mecanismos de reacción, mediante el uso de estrategias de aprendizaje.

3.2 ESPECÍFICOS

- Determinar las deficiencias en la enseñanza habitual de los conceptos relacionados con los mecanismos de reacción.
- Establecer la relación entre los conceptos teóricos involucrados en las teorías ácido-base y la explicación de los mecanismos de reacción.
- Valorar la ayuda de la V de Gowin y de la argumentación como estrategias de aprendizaje en la interpretación de los mecanismos de reacción.

4. CONTRASTACIÓN DE LAS RELACIONES QUE ESTABLECEN LOS ESTUDIANTES QUE HAN RECIBIDO CURSOS DE QUÍMICA ORGÁNICA ENTRE LOS MECANISMOS DE REACCIÓN Y LAS TEORÍAS ÁCIDO-BASE

4.1 DISEÑO DEL INSTRUMENTO:

Según la revisión de la bibliografía relacionada con las teorías ácido-base y los mecanismos de reacción y de acuerdo con los conceptos científicos que se aplican actualmente, se elaboró un instrumento que permite identificar y valorar los preconceptos que tienen los estudiantes del grupo control y del grupo experimental, sobre los principales tópicos de la química orgánica, al iniciar y al finalizar el curso de sistemas químicos II (Química Orgánica General), al igual que verificar si ellos aplican estos conceptos a la comprensión y/o análisis de situaciones o fenómenos analizados con los contenidos del curso.

Se eligieron los siguientes núcleos temáticos:

1. Generalidades de los grupos funcionales de la química orgánica.
2. Propiedades físicas.
3. Reacciones y propiedades químicas.

4. Mecanismos de reacción.

La principal razón para la elección de estos núcleos: ellos Constituyen la estructura conceptual en torno a la cual está organizado el plan del curso de "Sistemas Químicos II".

Se elaboró un pretest de 28 preguntas, distribuidas de la siguiente forma:

1. Generalidades de las funciones químicas, corresponde las preguntas 6, 7, 8, 10, 11, 20 y 25.
2. Propiedades físicas; preguntas: 2, 16, 17, 26, 27, 28.
3. Reacciones y propiedades químicas: preguntas 1, 3, 4, 5, 13, 14, 9, 12, 19, 24.
4. Mecanismos de reacción: preguntas 15, 18, 21, 22 y 23.

En la elaboración del cuestionario se plantearon situaciones cotidianas para ser respondidas y analizadas con conocimiento común o científico y otras para las cuales necesariamente se requería el conocimiento conceptual específico de la química orgánica. En cuanto a las preguntas, algunas se retomaron de los estudios de autores citados en la revisión bibliográfica, otros fueron elaborados por los autores de este trabajo.

Con el objeto de validar el instrumento, éste se hizo analizar y criticar (evaluar) por dos expertos en química, uno de ellos, doctor en química orgánica, los cuales le hicieron observaciones y correcciones de carácter gramatical y conceptual sobre las cuales se procedió a reelaborar el instrumento.

El pretest fue aplicado inicialmente a los grupos de prueba, experimental y de control procediendo para ello, a explicar el objetivo de tal actividad, indicándoles claramente el mecanismo de respuesta: selección única y sustentación de la respuesta elegida.

Se sistematizó el conjunto de datos aportados por los estudiantes de dichos grupos en el pretest: Se tabuló las respuestas, se determinó el porcentaje de respuestas por preguntas y por grupos; se empezó el tratamiento estadístico de datos.

Se recolectó la información de la sustentación teórica de las respuestas del pretest.

La tabla # 5, referente al cuestionario N° 1, señala el orden de los items, los conceptos implicados en cada pregunta, así como la respuesta acertada y predicados que deben dar al argumentar su escogencia.

El orden de respuestas acertadas se hizo al azar, tratando que quedara igual número con los literales a, b, c y d.

Los items se ordenaron según los principales núcleos temáticos.

TABLA # 5 CARACTERÍSTICAS DEL PRETEST

Preg .	Respuesta acertada	Palabras claves	Predicado
1	B	Combustión, reactivo limite	Disminución de la concentración de oxígeno y aumento de la cantidad de CO ₂ .
2	A	Conservación de la materia, evaporación	La madera pierde agua y componentes disueltos en ella
3	A	Fuerzas intermoleculares	El hidrógeno del ácido establece puentes con el par de electrones libres del oxígeno
4	B	Reacción ácido-base, efervescencia	Se produce ácido carbónico inestable que se descompone en CO ₂ y H ₂ O
5	B	Combustión, evaporación.	La energía proporcionada por el fósforo permite la evaporación y combustión del etanol
6	B	Sustancia semejante, comportamiento químico	Los compuestos con semejanza estructural en su grupo funcional presentan comportamientos semejante
7	B	Hidrocarburos alcanos	La parafina es un hidrocarburo saturado sólido de alta masa molecular
8	C	Tetra valencia del carbono	Por su tetra valencia el carbono puede formar cadenas consigo mismo y con la mayoría de elementos químicos
9	A	Acidez, Heteroátomos, resonancia.	Aplicabilidad de teoría ácido-base y efectos inductivos, resonantes y estéricos
10	B	Grupo funcional	Los tres compuestos presentan grupo funcional ácido

11	A	Grupo funcional, función química	Por la ubicación respectiva de cada uno de los grupos
12	B	Isomería, isomerización, propiedades físicas	Relación del isómero geométrico con sus propiedades físicas (pto de fusión y volumen molecular)
13	B	Oxido - reducción. Hidrogenación	Los aldehídos reaccionan con Tollens oxidándose. Los otros dos reactivos no lo hacen. El grupo carbonilo no lo hace por estar saturado
14	A	Aromáticos, reacción de sustitución	Los hidrocarburos aromáticos experimentan reacciones de sustitución electrofílica (acilación) en presencia de ácidos de Lewis como catalizadores
15	B	Hidrocarburos saturados, reacción.	La luz permite que se inicie una reacción en cadena por formación de radicales libres (sustitución radicalaria)
16	B	Isomería, solubilidad, propiedades físicas	Los compuestos son isómeros de función pero el butanol establece más fácilmente puentes de hidrogeno por estar menos impedido espacialmente
17	A	Solubilidad, métodos de separación, energía	El agua debido a sus propiedades interacciona con los compuestos similares estructuralmente formando soluciones
18	B	Polimerización, reacción química	El nylon es un producto sintético mientras que el almidón y proteínas son biopolímeros
19	B	Isomería óptica, carbono quiral	Porque poseen centro quiral, asimétrico y forma imágenes especulares no superponibles
20	B	Propiedades físicas	Los compuestos orgánicos se caracterizan por presentar bajos puntos de fusión, poca solubilidad en agua, sensibilidad a altas temperaturas y normalmente no disocian, debido al tipo de enlace que presentan
21	C	Teorías ácido-base y su aplicabilidad	Aplicación de teorías ácido-base de Bronsted-Lowry y de Lewis
22	A	Solvólisis, sustitución nucleofílica, polaridad	Efectos del solvente polar sobre el mecanismo de sustitución nucleofílica de primer orden
23	C	Alcanos, sustitución por radicales libres, hidrógenos equivalentes	Por efectos de hidrógenos equivalentes y por estabilidad del radical libre intermedio formado
24	B	Teorías ácido-base, efectos de resonancia	Aplicación de las teorías ácido-base y efectos resonantes alrededor del grupo funcional
25	C	Nomenclatura IUPAC, reglas de nomenclatura	Aplicación de reglas de nomenclatura IUPAC

26	C	Isomería óptica, configuración	Este par de isómeros ópticos presentan propiedades físicas y químicas iguales, diferenciándose solo en la capacidad de rotar el plano de la luz polarizada
27	C	Hidrocarburos, propiedades físicas	La menor densidad del petróleo respecto del agua forma una capa que impide la disolución del oxígeno en el agua afectando la vida acuática
28	C	Propiedades físicas, puentes de hidrógeno, solubilidad, electronegatividad	El clorometano no es soluble en agua porque el cloro no puede formar puentes de hidrógeno con ella por tamaño y baja electronegatividad con respecto al F, O y N

4.2. OBJETIVOS DE DIAGNOSTICO CORRESPONDIENTES A CADA ITEM

- GRUPO DE PREGUNTAS CORRESPONDIENTE A: GENERALIDADES DE LAS FUNCIONES QUÍMICAS

ITEM 6

Se desea indagar si los estudiantes establecen relaciones entre los grupos funcionales y las funciones químicas.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción.

- Los hidrocarburos saturados presentan propiedades comunes.
- Las funciones químicas abarcan los compuestos orgánicos o inorgánicos que presentan comportamiento químico semejante debido a su grupo funcional.
- El grupo funcional agrupa a los compuestos que se parecen en su comportamiento.

ITEM 7

Se desea verificar si los estudiantes relacionan un compuesto dado con su función química correspondiente.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción.

- La parafina es un ácido graso por las propiedades físicas observables.
- La parafina es un hidrocarburo sólido, de alta masa molecular.

- c. La parafina es una sal orgánica.

ITEM 8

Se desea indagar si la diversidad de compuestos orgánicos, tiene su origen en la propiedad del carbono, de formar enlaces covalentes (sencillo, doble o triple), consigo mismo o con cualquier elemento de la tabla periódica.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción.

- a. La gran variedad de compuestos orgánicos se relaciona con la abundancia o presencia en los seres vivos.
- b. La gran variedad de compuestos orgánicos se relaciona con la biodiversidad.
- c. La gran variedad de compuestos orgánicos se relaciona con la tetravalencia del carbono, su capacidad de enlazarse consigo mismo, con otros elementos y con los tipos de enlace que forma con ellos.

ITEM 10

Se desea verificar si los estudiantes diferencian función química de grupo funcional.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción.

- a. Alcoholes y ácidos tienen igual grupo funcional
- b. Los ácidos tienen propiedades químicas similares
- c. Alcoholes, aldehídos y ácidos solo se diferencian en el número de carbonos.

ITEM 11

Se desea verificar si los estudiantes organizan según su función química y grupo funcional los diferentes compuestos.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción.

- a. Diferencia correctamente los grupos funcionales oxigenados
- b. No se establece diferencias entre los grupos oxigenados

- c. Se organizan los grupos funcionales según su importancia al nombrarlos, pero no según la tabla.

ITEM 20

Se desea constatar las ideas que tienen los estudiantes sobre las propiedades físicas comunes asociadas a los compuestos orgánicos.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción.

- a. Los compuestos orgánicos son compuestos iónicos con alto punto de fusión y solubles en agua.
- b. Los compuestos orgánicos son compuestos covalentes por tanto presentan bajo punto de fusión, insolubles en agua se descomponen a altas temperaturas, no electrolíticos.
- c. Los compuestos orgánicos presentan características de compuestos iónicos y de compuestos covalentes.

ITEM 25

Se desea verificar si los estudiantes aplican correctamente las reglas de nomenclatura IUPAC para los compuestos orgánicos.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción.

- a. Los compuestos orgánicos se nombran según los grupos funcionales y no según la importancia de la función química principal.
- b. Los compuestos orgánicos al nombrarse, se numeran sin orden específico.
- c. Los compuestos orgánicos al nombrarse, se siguen un orden de importancia y un orden alfabético, según normas establecidas

- GRUPO DE PROPIEDADES CORRESPONDIENTES AL NÚCLEO
"PROPIEDADES FÍSICAS"

ITEM 2:

Se intenta averiguar si los estudiantes aplican la ley de conservación de la materia en los procesos físicos que experimenta un trozo de madera al deshidratarse por factores ambientales.

Ideas que se suponen poseen quienes eligen cada opción:

- a. La madera ha perdido sustancias: agua u otros componentes solubles en ella o no, ó volátiles.
- b. La madera no pierde sus componentes, no experimenta procesos catabólicos inherentes a los seres vivos al ser destruidos.
- c. La madera ha absorbido sustancias del medio, por tanto su masa aumenta.

ITEM 16

Se desea indagar si los estudiantes identifican al dietil-éter y al butanol como isómeros estructurales de función y los diferencian por sus propiedades físicas, derivadas de las fuerzas de atracción entre sus moléculas: Ambos son solubles en agua por establecer puentes de hidrógeno con ella, pero tienen puntos de ebullición diferentes porque las moléculas del éter no establecen puentes entre ellas, fenómeno que si ocurre con las del alcohol, de ahí que se necesite mayor energía para vencer estas fuerzas.

Ideas que se suponen poseen quienes eligen cada opción.

- a. Alcoholes y éteres no se diferencian estructuralmente.
- b. Alcoholes y éteres se diferencian estructuralmente, por lo tanto tienen diferentes interacciones intermoleculares.
- c. Alcoholes y éteres no son isómeros.

ITEM17

Se desea confrontar si los estudiantes identifican que la energía cinética proporcionada al sistema, aumenta el número de choques entre las partículas del soluto y del solvente favoreciendo los procesos de solubilidad y extracción.

Ideas que se supone tienen quienes eligen cada opción.

- El agua caliente interacciona según sus características, con otras de naturaleza química semejante.
- Todos los componentes de la planta interaccionan con el agua y se solubilizan en ella.
- El agua no ejerce efecto alguno sobre la planta.

ITEM26

Se desea indagar si los estudiantes analizan que los (d,l)-2cloro-butano, son isómeros ópticos que poseen igual fórmula molecular y espacial, solo se diferencian en la propiedad de hacer girar el plano de luz polarizada, debido a la presencia de un centro quiral en la molécula.

Ideas que se supone tienen quienes eligen cada opción.

- Los isómeros ópticos se diferencian por su punto de ebullición.
- Los isómeros ópticos se diferencian por su solubilidad en agua
- Los isómeros ópticos se diferencian en la forma como interaccionan con la luz polarizada.

ITEM 27

Se desea indagar si los estudiantes aplican propiedades físicas, tales como: Solubilidad, disolución, densidad, etc., a las interacciones entre los distintos compuestos .

Ideas que se supone, tienen quienes eligen cada opción

- El petróleo es tóxico para los seres vivos por ingestión o contacto.
- El petróleo se disocia en el agua alterando el pH del medio.
- El petróleo por sus propiedades físicas actúa como barrera, impidiendo la interacción del oxígeno con el agua.

ITEM28

Se desea verificar si los estudiantes relacionan las fuerzas y distancias intermoleculares con las propiedades físicas de las diferentes sustancias.

Ideas que se suponen tienen quienes eligen cada opción.

- a. El clorometano posee fuerzas de atracción propias de moléculas no polares.
- b. El clorometano posee pocas fuerzas de atracción por tanto existe como gas.
- c. El clorometano es una molécula polar pero no tiene la suficiente energía para establecer puentes de hidrógeno debido a su baja electronegatividad y mayor tamaño en relación con otros átomos como el fluor, oxígeno, nitrógeno.

- GRUPO DE PREGUNTAS CORRESPONDIENTES AL NÚCLEO:
REACCIONES Y PROPIEDADES QUÍMICAS.

ITEM 1:

Se intenta averiguar si los estudiantes identifican el oxígeno como reactivo límite en una reacción de combustión, dentro del vaso o a la parafina como reactivo límite, fuera de éste.

Ideas que se supone poseen los que eligen cada opción:

- a- Al cubrir el recipiente, no se afecta el proceso que está ocurriendo.
- b- La vela se apaga porque se agota uno de los reactivos.
- c- Las dos velas se apagan por acción del viento o de otro factor ambiental
- d- Si no se está de acuerdo con los tres literales anteriores, el estudiante tiene la oportunidad de dar y justificar su propia versión al respecto. Este literal es común al resto de preguntas del cuestionario por tanto no se explicará en los siguientes items.

ITEM 2:

Se intenta averiguar si los estudiantes explican la acción que tiene el ácido sulfúrico en los compuestos orgánicos.

Ideas que se supone aplican quienes eligen cada opción:

a- Los compuestos con oxígeno pueden establecer puentes de hidrógeno con H unidos a átomos más electronegativos que él.

b- Los compuestos orgánicos oxigenados aceptan protones provenientes de ácidos fuertes.

c- El ácido sulfúrico descompone las sustancias orgánicas y libera sus componentes.

ITEM 3:

Se pretende conocer si los estudiantes relacionan la producción de burbujas de CO_2 con la reacción ácido-base que está ocurriendo y el papel que juega el agua en dicho proceso.

Ideas que se supone aplican los estudiantes que eligen cada opción:

a- Las burbujas que se forman son de agua interviniendo ésta como reactivo.

b- Las burbujas son de CO_2 porque este se produce durante el proceso.

c- Son de aspirina, ignorándose la idea de cambio químico.

ITEM 5:

Se desea indagar sobre la acción que ejerce la energía suministrada a un compuesto orgánico en el proceso de combustión.

Ideas que se supone aplican los que eligen cada literal:

a- El alcohol se evapora totalmente, la energía del fósforo solo permite un cambio físico de estado.

b- La energía del fósforo inicialmente origina un cambio de estado pero al aumentar ésta en el sistema, ocurre también un cambio químico.

c- La materia no se conserva, se desconoce procesos físicos y químicos.

ITEM 9:

Se intenta verificar que teorías ácido-base utilizan los estudiantes al organizar las sustancias según el grado de acidez y los factores que intervienen al hacer dicha escogencia.

Ideas que se supone aplican los que eligen cada opción

- a- Los alcoholes son más ácidos que los alcanos y que los ácidos.
- b- Los ácidos son más ácidos que los alcanos y éstos más que los alcoholes.
- c- Alcanos- alcoholes- ácidos: se tiene en cuenta la facilidad de ceder protones, por efectos resonantes y de ubicación en la tabla periódica según su electronegatividad.

ITEM 12:

Se intenta averiguar si los estudiantes asocian las propiedades físicas de los isómeros geométricos (volumen molecular menor en Cis, punto de fusión mayor en el isómero trans) con su estructura molecular o espacial.

Ideas que se supone aplican los que eligen cada opción:

- a- Los isómeros tienen diferente fórmula y masa molecular.
- b- No se identifica cuál es cada isómero geométrico.
- c- Se identifica la estructura de ambas sustancias y se tiene en cuenta factores espaciales que intervienen en una reacción.

ITEM 13:

Se desea verificar si el estudiante identifica aldehídos, cetonas e hidrocarburos, por pruebas químicas características.

Ideas que se supone aplican los que eligen cada opción:

- a- Son indiferentes las condiciones de reacción con relación al sustrato.
- b- Cada sustrato tiene sus reacciones características, según condiciones de reacción.

- c- Los aldehídos adicionan H, pero los hidrocarburos saturados y cetonas no lo hacen

ITEM 14:

Se intenta averiguar si el estudiante relaciona las condiciones de reacción con el sustrato.

Ideas que poseen quienes eligen cada opción:

- a- Las condiciones de reacción no se tienen en cuenta para un sustrato dado.
- b- Existe relación entre sustrato y condiciones de reacción.
- c- La conservación de la materia no cuenta en los procesos químicos.

ITEM 19:

Se desea verificar si el estudiante asocia la presencia de un carbono quiral o asimétrico como condición importante en la isomería óptica.

Ideas que poseen quienes eligen cada opción:

- a- La isomería óptica no requiere de carbono quiral para darse en un compuesto.
- b- El carbono quiral es necesario para la existencia de isómeros ópticos.
- c- No existe diferencia entre isómeros configuracionales.

ITEM 24:

Se pretende averiguar sobre las teorías ácido-base que utilizan los estudiantes al explicar la acidez de las funciones químicas.

- a- Los ácidos y fenoles se diferencian por efectos espaciales.
- b- Hay procesos de transferencia protónica, según Arrhenius y según Bronsted-Lowry y se relaciona la resonancia con la acidez.
- c- La concentración afecta la acidez de las sustancias.

- **GRUPOS DE PREGUNTAS CORRESPONDIENTES AL NÚCLEO:
MECANISMOS DE REACCION**

ITEM 15

Se desea indagar si los estudiantes asocian a una función química dada, sus reacciones típicas y los correspondientes mecanismos de reacción.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción.

- a. Los hidrocarburos saturados reaccionan con los halógenos, esto se explica por un mecanismo polar de sustitución nucleofílica.
- b. Los hidrocarburos saturados reaccionan con los halógenos, esto se explica por un mecanismo a partir de sustitución por radicales libres.
- c. Los hidrocarburos saturados reaccionan con los halógenos, esto se explica por un mecanismo a partir de sustitución electrífica.

ITEM 18

Se desea averiguar si los estudiantes identifican procesos químicos que se dan en los organismos y los procesos químicos sintéticos que el hombre utiliza en la industria.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción.

- a. El almidón no se polimeriza de forma natural.
- b. El nylon es un compuesto sintético obtenido por polimerización del ácido adipico con 1,6 diaminohexano.
- c. Las proteínas no se polimerizan de forma natural.

ITEM 21

Se desea verificar si los estudiantes aplican las teorías ácido-base y las relacionan con los mecanismos de reacción, en una ecuación dada, según las condiciones de la misma.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción.

- a. El ácido etanoico cede protones frente a las bases y frente a los alcoholes, desconociéndose el mecanismo que explica cada uno.
- b. No se tiene clara la teoría ácido-base de Bronsted-Lowry.

- c. El ácido etanoico se comporta como base Lewis al ceder electrones al sodio que actúa como ácido, deficiente en estos, mientras que el ácido actúa como tal frente al alcoxido (CH_3O^-), al aceptar el par de electrones de este grupo.

ITEM 22

Se desea averiguar si los estudiantes identifican en un mecanismo de reacción dado, las condiciones de la reacción que lo afectan o modifican.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción.

- a. Al aumentar la polaridad del sistema, se favorecen las interacciones polares en el estado de transición, aumentándose la velocidad de reacción.
- b. El metanol es más polar que el agua.
- c. El solvente polar desestabiliza el estado de transición.

ITEM 23

Se desea indagar si los estudiantes identifican en una reacción dada el efecto que puede tener los diferentes factores sobre la misma por ejemplo el tipo de carbono intermedio y su estabilidad según los sustituyentes.

Ideas que se supone poseen quienes eligen cada opción

- a. El producto mayoritario es el 1, 3-dicloropropano, se da doble sustitución del halógeno.
- b. El producto mayoritario es el 1-cloropropano, se sustituye principalmente el hidrógeno primario.
- c. El producto mayoritario es el 2-cloropropano, se tiene en cuenta la estabilidad del radical libre intermedio y el factor de hidrógenos equivalentes.

4.3 APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO (PRETEST Y POSTEST)

4.3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PRETEST:

El porcentaje total por grupos de respuestas acertadas y respuestas erradas, de todo el pretest fue:

Grupo experimental:

\bar{X} de respuestas acertadas = 40,51% \bar{X} de respuestas erradas = 59,49%

Grupo Control:

\bar{X} de respuestas acertadas = 39,09% \bar{X} de respuestas erradas = 60,91%

Tabla #6: Sustentaciones dadas por ambos grupos a las respuestas del pretest

	EXPERIMENTAL			CONTROL		
	# pregunta	Respuesta	# preguntas acertadas	%	# preguntas acertadas	%
	1	b	19	100	18	90
	3	c	15	80	14	70
	4	b	10	52,6	10	50
P.	5	b	5	26,3	5	25
Q	13	b	5	26,3	6	30
C	14	b	5	26,3	6	30
A	9	c	3	16	0	0
S	12	c	0	0	1	5
	19	b	1	5,3	4	20
	24	b	3	16	5	25
	2	a	16	84,2	12	60
P.	16	b	8	42	7	35
F	17	a	13	68,4	16	80
C	26	c	0	0	0	0
A	27	c	0	0	0	0
S	28	c	0	0	0	0
G	6	b	5	26,3	1	5
E	7	b	11	58	10	50
N	8	c	18	95	15	75
E	10	b	8	42	12	60
R	11	a	8	42	10	50
A	20	b	9	47,7	5	25
L	25	c	11	58	8	40

<i>M</i>	15	<i>b</i>	6	31,6	8	40
<i>R</i>	18	<i>b</i>	11	58	13	65
<i>x</i>	21	<i>c</i>	3	16	5	25
<i>n</i>	22	<i>a</i>	0	0	2	10
	23	<i>c</i>	0	0	4	20

Bloque 1: Generalidades de las funciones químicas

PREGUNTA No.6

Grupo Experimental: 27%

Grupo Control: 4.3%

No responde a los predicados:

Grupo Experimental: 47%

Grupo Control: 52%

El resto del grupo experimental plantea que:

1. "Los grupos funcionales están compuestos por átomos de carbono, algunos también contienen hidrogeno, oxígeno, etc." no tienen claridad sobre estos ya que ignoran los grupos funcionales de la química Orgánica. Además no establecen diferencia entre grupo funcional y función química.

2. "En toda función química, la misma cantidad de reactivos que entra en la reacción debe salir en los productos".

Hay confusión entre los conceptos de "función" y "reacción".

3. "Porque presentan semejanzas en sus composiciones que les brinda características químicas similares"

4. "Diferencia un grupo de compuestos de otro grupo"

"Los hidrocarburos saturados están dentro del mismo grupo de clasificación", o tienen características comunes como sus enlaces sencillos.

El porcentaje de respuestas acertadas en ambos grupos es muy bajo lo cual indica que no han estado en contacto con estos conceptos, los desconocen o no tienen claridad conceptual al respecto, por el tipo de predicados planteados.

Grupo Control:

El 17% responde como "grupo funcional" similar a los del grupo experimental.

Un estudiante responde como hidrocarburos saturados.

Otros confunde "Isómeros con función química".

Dos "La función determina los compuestos comunes".

Según lo anterior, no hay claridad o conocimiento del concepto de "función química" por gran parte del grupo.

PREGUNTA No. 7

Grupo Experimental: 60%

Grupo Control: 48%

En el primer grupo:

1- La parafina es un hidrocarburo, produce combustión y es un compuesto donde está presente el elemento Carbono: 5,3 %.

2- Hidrocarburo, derivado del petróleo: 26,3 %

3- Ácido graso porque se demora mucho en derretirse: 5,3 %

4- Hidrocarburo, por eso se va consumiendo: 5,3 %

5- Hidrocarburo, ya se presenta del residuo que se ha obtenido del proceso de hidrocarburo: 10,4 %

6- No responden: 47,4 %

En el Grupo Control, 17 personas no responden: 87%

1- Ácido graso, para poder fabricar una vela es necesario encontrar materiales moldeables que se ajusten a una estructura y que puedan mantener su propia armonía: 5%

2- Es hidrofóbica: 5 %

3- Es una grasa, pero no la asimila como ácido graso: 5 %

La mayoría tiene idea de la estructura de la parafina, material de uso común en la fabricación de velas, perteneciente a los hidrocarburos, los cuales se derivan del petróleo.

Quienes no contestan acertadamente: La confunden con ácido graso o grasa, atribuyéndole propiedades de estos compuestos.

Otros se fijan más en sus propiedades físicas, ejemplo: “es hidrofóbica”, “moldeable”, etc.

Aproximadamente la mitad de cada grupo no tienen idea de la naturaleza química de este material.

Se encuentra una connotación animista atribuida a los supuestos poderes espirituales de las velas.

PREGUNTA No. 8

Grupo Experimental: 93.3%

Grupo Control: 73.9%.

Predicados del grupo experimental:

1. El carbono es la base de la química orgánica: 5,3 %
2. El carbono es un elemento que establece fácilmente relación con otros elementos porque puede recibir electrones para formar el octeto en su último nivel de valencia: 21,2%
3. Ya que la cantidad de moléculas que se forma es muy grande y son diferentes: 5,3%
4. Porque el carbono al mezclarse con otros elementos conforma todos los compuestos orgánicos existentes: 5,3 %
5. Debido a que son muchos los compuestos orgánicos que se pueden obtener con los diferentes elementos: 5,3 %
6. Es un elemento bastante abundante en el medio y con propiedades específicas: 5,3 %
7. Diez estudiantes no justifican su respuesta: 53,0 %.

Del grupo que justifica su respuesta, ninguno hace referencia a la formación de enlaces covalentes y su clasificación, y mediante ellos, forman cadenas carbonadas. Solo tres estudiantes se refieren a establecer relaciones para completar el octeto, lo anterior permite suponer que no relacionan la formación de compuestos con su naturaleza y ubicación en la tabla periódica y las propiedades que se derivan de su ubicación en ella.

Grupo Control:

1. El carbono es la base de la vida: 10,0%
2. De los enlaces y otras características depende que sea un compuesto u otro, es lo que hará y así se amplían éstos: 5 %
3. Los enlaces de carbono permiten ajustarse con otros elementos para así acrecentar la variabilidad y las necesidades sociales, biológicas y ambientales: 5 %
4. Hay más compuestos orgánicos en la corteza: 5 %
5. El carbono se combina fácilmente con otros átomos: 5 %
6. El carbono presenta una estructura formando al metano con la capacidad de reemplazar sus hidrógenos: 5 %
7. Diez estudiantes no responden: 50 %
8. El resto están de acuerdo con los planteamientos del grupo experimental

En este grupo si hay estudiantes que hacen alusión al concepto de enlaces pero no son precisos ni claves al intentar explicar las relaciones que pueden establecerse. Se observa también posiciones animistas que pretenden explicar las características del carbono como si éste elemento poseyese voluntad para realizar funciones "sociales, ambientales y biológicas".

PREGUNTA No. 10

Grupo experimental: 40%

Grupo Control: 61%

La columna 3 tiene propiedades químicas similares por presentar la función química ácido, cuyo grupo funcional es R-COOH

Grupo Experimental:

Diez estudiantes no responden: 52,5 %.

1. Por ser ácidos (6)

2. En las columnas 1 y 3 dos de sus componentes cada uno posee propiedades similares porque 1 son alcoholes y en la 3 ácidos y en la 2 aldehídos: 5,3 %
3. Ya que se cumple con la afirmación de poseer un átomo de carbono

En este grupo el 42% respondió acertadamente asociando las propiedades químicas similares a un grupo funcional dado. Un 52,5 %, no tiene idea sobre el tema planteado. El resto responde inadecuadamente; denotando que no conocen las funciones químicas y además no relacionan en este tipo de pruebas, las sustancias cuyas fórmulas fueron suministradas para su análisis.

Grupo Control:

15 estudiantes no responden: 75 %.

1. Se identifican con el enunciado por ser ácidos: 15%
2. La columna 1 y 3 tienen el mismo grupo funcional: alcohol y ácido: 5 %
3. Por tener hidroxilos: 5 %

La mayoría de los estudiantes respondió correctamente en un 61%, las explicaciones dadas no corresponden a este porcentaje ya que de hecho el 15% dio la explicación acertada.

El resto se identifica con los predicados dados por el grupo experimental.

PREGUNTA No. 11

Grupo Experimental: 40%

Grupo Control: 52.2%

1. En el grupo Experimental el 73,5% no responde, indicando que desconocen los grupos funcionales o no logran aún diferenciarlos.
2. Dos estudiantes responden que por su grupo funcional: 10,6 %.
3. Por la característica de cada columna en su grupo funcional: 10,6 %
4. El grupo funcional es parecido: 5,3 %

En el grupo control:

El 75% no explica la respuesta escogida.

Porque tienen el mismo grupo funcional: 5 %

1. Completarían los 3 compuestos del mismo grupo funcional: 10 %
2. Cada casilla corresponde a su función: 10 %

Volvemos a encontrarnos en ambos grupos con mayor porcentaje de estudiantes que responden acertadamente, pero no logran dar una explicación a la respuesta escogida.

Solo 2 estudiantes logran acercarse a una sustentación adecuada.

PREGUNTA No. 20

G. Experimental: 47% G. Control: 26%

Por las características anotadas.

G. Experimental:

68,4% no responden.

El principal componente de los compuestos orgánicos es el C y forma sustancias que necesitan de altas temperaturas para reaccionar. Tienen altos puntos de fusión y son insolubles en agua: 5,3 %

Las sustancias orgánicas no presentan electrolitos, tampoco son solubles en agua y se descomponen a alta temperatura: 5,3 %

Es la sustancia que se comporta con esas características estando presente el elemento carbono: 21%

Aunque el 47% responde acertadamente, su predicado no justifica este porcentaje. Solo el 20% responde acertadamente.

En algunos predicados se nota confusión conceptual con relación a los electrolitos.

G. Control:

No responden: 85%

Más complicado: 5 %

Todos pueden ser compuestos: 5 %

Presenta no electrolito: 5 %

Se nota desconocimiento por parte de la mayoría sobre las características de los compuestos orgánicos 85%. El resto manifiesta en sus predicados confusión en el manejo conceptual de electrolitos.

PREGUNTA No. 25

G. Experimental: 60% G. Control = 39%

Por aplicación de las reglas de nomenclatura establecidos.

G. Experimental:

No responde 84,1%

Es un ácido: 5,3 %

Primero se nombran grupos alquílicos y los grupos funcionales de menor rango (1).

Se empieza a enumerar por el C que tiene la función más importante.. Además hay una cetona (1).

Se citan los menos importantes y termina con las funciones más relevantes.

Los alquinos se organizan colocándolos primero, pues son de menor importancia y la acetona funciona como prefijo.

G. Control:

No responde 85%. Otros predicados además de los anteriores.

Por el doble enlace que posee de atrás hacia delante: 5 %.

Porque lo más importante se coloca de última: 5 %.

Porque la cetona, el Cl y los metil actúan como radicales menos importantes, siendo el aldehído más importante aquí. Además se deben nombrar en orden alfabético y esta estructura es la que mejor lo cumple: 5 %

En ambos grupos la mayoría (84-85%) de los estudiantes no se han apropiado de las reglas de la nomenclatura orgánica que ya se ha empezado a desarrollar en esta primera semana. El resto de estudiantes, tienen alguna idea sobre ella

aunque al justificar sus respuestas lo hacen parcialmente y no al conjunto de reglas que pueden ser tenidas en cuenta, al nombrar un compuesto de este tipo.

Bloque 2: Propiedades Físicas

PREGUNTA No. 2

Grupo experimental: Porcentaje de respuesta correcta 87%

Grupo Control: Porcentaje de respuesta correcta 61%

Predicados:

1. "El liquido se ha evaporado. Pierde humedad": 79 %
2. "Pesa más por la adquisición de vapor de agua. Al variar las condiciones de almacenaje, las células leñosas pueden haber absorbido humedad y no estar tan compactas": 5,2 %
3. El tronco inicia un proceso de desintegración, pierde nutrientes y componentes que lo van reduciendo": 5,2 %

Se encuentra coherencia entre las respuestas acertadas y las explicaciones dadas a ellos por el grupo experimental, aunque en éstas ningún estudiante hace relación a los otros componentes además del agua, que pueden haberse evaporado (Ej. Aceites esenciales, metabolitos secundarios, etc.)

Encontramos dificultad en uno de los predicados (2) que da un estudiante debido a lo inespecífico de la respuesta ya que se presta para varias interpretaciones de algunos conceptos, por Ej.: "desintegración", "reduciendo".

Solo dos estudiantes de este grupo responden que el tronco aumenta de peso por "adquisición" o "absorción de vapor de agua": 10, 6 %.

En el grupo control, se encuentra una gama de respuestas y no hay uniformidad en la explicación de las mismas. El 30% asume que el tronco pesa menos por perdida de humedad o porque el aire hace que se seque y pierda agua.

El 15% afirma que pesa igual porque la masa es una propiedad que no cambia, confundiendo conceptualmente masa y peso.

Un estudiante afirma que pesa más por adhesión de moléculas de agua: 5 %.

Otros afirman que pesa igual porque el trozo de madera no hace dieta y no come más o porque a igual gravedad igual peso. No consideran otras variables como la evaporación o cambios de estado: 20 %.

El resto, aproximadamente el 30% no justifica su respuesta.

PREGUNTA No. 16

G. Experimental: 40% G. Control: 35%

Grupo Experimental

No responde: 58,4%

- Rompimiento de enlace: 5,2 %
- El butanol es un alcohol y tiene más carbonos: 5,2 %
- Al combinarse con el agua, los puentes de hidrógeno son más fuertes: 5,2 %
- En los puntos de ebullición, interviene más el peso molecular sabiendo que los enlaces y las fuerzas intermoleculares también cuentan pero no tanto: 5,2 %
- No poseen el mismo grupo funcional: 5,2 %
- Al formar más puentes presentan mayor punto de ebullición: 5,2 %
- El peso molecular hace que sea diferente el punto de ebullición: 5,2 %
- Los cuales son muy fuertes: 5,2 %

G. Control:

No responde 80%

- Pueden presentar cadenas más difíciles de romper: 5%
- Debido a su estructura: 5 %
- Tienen diferente peso molecular porque se libera más fácilmente: 5%
- Al formar más puentes presentan mayor punto de ebullición: 5 %.

Hay confusión de fenómenos físicos con fenómenos químicos, no tienen en cuenta que ambos compuestos son isómeros, es decir tienen igual fórmula molecular por tanto igual masa y sólo se diferencian en su función.

Hacen referencia a los puentes de hidrógeno pero no explican cómo estos influyen en el aumento del punto de ebullición.

PREGUNTA No. 17

G. Experimental: 40% G. Control: 35%

G. Experimental:

No responde 27%

El agua se encuentra a temperatura alta, lo cual hace que el calor solubilice las sustancias con más facilidad: 35,9 %

Al someter al calor se crea vapor: 5,2 %

Presenta reacción por la temperatura: 19,6 %

Al agregar agua caliente, la planta desprende las sustancias: 10,6 % El calor proporciona que compuestos y sustancias que forman las hierbas salgan más fácil activando sus moléculas: 5,2 %

Así obtiene la concentración de las hierbas aromáticas en el agua: 5,2 %

En ambos grupos menos de la mitad, responde acertadamente. En cuanto a la explicación de su escogencia se nota que, todos afirman que el calor es el responsable de dicho fenómeno desconociendo el papel fundamental del agua y las interacciones energéticas que se producen en dicho sistema.

G. Control:

No responde: 55 %

El calor libera sustancias: 5 %

Porque pasa sus propiedades de sabor y olor: 5 %

Porque se disuelve: 5 %

Debido a la temperatura en que las moléculas están más dispersas y es fácil la combinación con otras: 5 %

Porque se homogeniza con el agua: 5 %

La sustancia se solubiliza con la presencia de calor: 10 %

Los separa para no reaccionar con ellas: 5 %

El agua es buen solvente para la planta: 5 %

En este grupo si se hace referencia al agua como solvente. Otros se identifican con algunos predicados del grupo experimental y la mayoría no responde.

PREGUNTAS 26-27 y 28

G. Experimental: 0% G. Control: 0%

En ambos grupos se notó que hay desconocimiento total de los conceptos involucrados en estas preguntas.

Bloque 3: Reacciones y propiedades químicas:

PREGUNTA No. 1

Predicados: (explicaciones dadas)

La respuesta dada por el grupo experimental fue correcta en un 100%, mientras que en el grupo control fue del 91,3%. Sin embargo al analizar las explicaciones que sustentan las respuestas se encuentra que:

En el grupo experimental se confunde el oxígeno como comburente con el aire, otros reconocen el papel del oxígeno en la combustión y la gran mayoría (80%) reconocen el papel del oxígeno pero no hacen ninguna referencia a los fenómenos ocurridos durante la reacción de combustión.

Lo anterior indica que la mayor parte de los estudiantes de este grupo, saben que la causa de que la vela se apague, es la falta de oxígeno pero no tienen en cuenta que es la reacción química entre el combustible y el comburente, lo que ocasiona que éste se consuma, convirtiéndose uno de los reactivos en reactivo límite, según las condiciones de reacción.

Se puede deducir que los estudiantes miran el fenómeno por la consecuencia pero que no analizan las causas del mismo.

En el grupo control se encuentra toda una gama de preconceptos que van desde el absoluto desconocimiento de los fenómenos ocurridos durante la combustión hasta la utilización adecuada del concepto de combustión sustentada en los fenómenos químicos que suceden durante el proceso. Entre estas dos visiones se encuentran posiciones que confunden conceptos relacionados con otros fenómenos ("presión de gases", concentración de gases, calor, asfixia") con el fenómeno de la combustión.

Igualmente se encuentran posiciones fuertemente animistas, ya que otorgan características de los seres vivos a la vela o a la combustión: “la vela se sopla”, “la llama queda asfixiada”. Además se encuentran las otras dos posiciones analizadas para esta pregunta con el grupo experimental.

El hecho de que un estudiante de una respuesta acertada en este tipo de prueba no es garantía de que él haya adquirido un aprendizaje significativo sobre ese concepto.

Predicados

1. “Se consume el poco oxígeno que hay dentro del recipiente”
2. “Se apaga, ya que tiene una cantidad de oxígeno restringida y por ende no puede continuar la combustión”
3. Se agota el aire que hay dentro del recipiente, mientras que la vela que no está cubierta sigue prendida pues tiene suficiente aire para alumbrar hasta consumirse totalmente”
4. La llama queda asfixiada en un medio sin aire y su calor se expande por todo el vaso”
5. “La vela cubierta por el vaso, se apaga, al hacer contacto, la vela se sopla”
6. “Se concentra el aire dentro del vaso y no tiene por donde salir”
7. “Las dos velas continúan encendidas, a no ser que el viento apague la que está sin cubrir. El efecto del vaso sobre la vela, no afecta la llama”
8. “La presión del gas dentro del vaso es muy grande, tan grande que la vela se apaga”

PREGUNTA No. 3

Grupo experimental: 80% Grupo control: 91.3%

Los predicados del primer grupo son muy variados y se refieren al efecto físico o resultado del ácido, en ningún momento hacen relación al proceso químico que ocurre en dicho fenómeno. Ejemplo de ellos son:

Grupo experimental: La mitad no justifica la respuesta.

Grupo Control: El 35% no justifica la respuesta. En ambos grupos se da variedad de respuestas, entre ellas, están:

“El ácido sirve para romper enlaces.”

“ acción muy fuerte sobre los objetos, por eso los disuelve.”

“Porque se libera el oxígeno debido a la fuerza del ácido”

Hacen referencia a procesos o propiedades físicas.

PREGUNTA No. 4

Grupo experimental: 53.3% Grupo control: 48%

En ambos grupos, casi la mitad de ellos responde acertadamente.

En las explicaciones del grupo experimental tenemos que:

El 27% considera que el CO_2 se produce por la reacción entre el agua y los componentes de la aspirina, se confunde la acción del agua en esta reacción, está no reacciona sino que permite la ionización de las sustancias presentes para que se de la reacción.

El otro 27% no responde.

El resto piensa que:

El CO_2 está presente en la aspirina, que la reacción de la pastilla con el agua libera O_2 , que se libera agua o aire, que las burbujas son de aspirina , etc.

Desconocen por completo, los procesos químicos involucrados en esta reacción tan cotidiana.

Grupo control: Sus explicaciones son similares a los del grupo experimental. El 57% del grupo no responde.

PREGUNTA No. 5

Grupo experimental: 26.6% Grupo control: 26%

Las explicaciones dadas por el grupo experimental:

27% no justifica su respuesta.

19% hacen referencia a la combustión del etanol, solo uno de ellos hace referencia a los productos.

El resto de estudiantes da explicaciones variadas. Ejemplo:

1. "Es una sustancia inflamable que al hacer contacto con el fuego produce una reacción y al consumirse todo, se apaga la llama"
2. "Se evaporó"
3. "Al quemarse, el CO₂ se evapora"
4. "Al reaccionar con los componentes del fósforo se evapora"
5. "El alcohol al estar formado por carbono, se inflama"
6. "El alcohol con el calor se descompone a alcohol"

Grupo control:

El 22% del grupo no responde.

El resto, da explicaciones variadas; similares a los del grupo experimental, además de:

1. "El fuego rompe enlaces"
2. "El alcohol pierde muchas de sus propiedades porque el fósforo quema parte del O₂ que lo forma"
3. "La mayoría de las partículas del alcohol son liberadas al exterior provocando con el fósforo, fuego, liberando gases tóxicos y otros, al transformarse"
4. "Porque hay llamas"

Siendo la combustión un proceso cotidiano, tan conocido, se observa desconocimiento del mismo como proceso químico en la mayoría de los estudiantes.

PREGUNTA No. 9

Grupo Experimental: 13.6%

Grupo Control: 0%

Respuesta: alcano < alcohol < ácido

Grupo Experimental:

7 estudiantes no responden.

Se observa absoluto desconocimiento entre las relaciones entre la estructura de los compuestos y sus propiedades químicas y se atribuyen éstas a otras propiedades observables. Ejemplo: creer que por ser volátil, más .

Grupo Control:

12 estudiantes no responden.

El resto se identifica con los preconceptos del grupo experimental.

En este grupo se hace más referencia a estructuras, número de carbonos, enlaces, sin tener claridad conceptual al respecto.

PREGUNTA No. 12

Grupo Experimental: 0%

Grupo Control: 4.3%

Respuesta: Ninguna persona del grupo experimental acertó en la escogencia de la respuesta, denotando que desconocen por completo el tema.

En el grupo Control, los predicados que plantean dan indicio que desconocen el tema y que acertaron al azar. Ej. "Los compuestos tienen masa diferente."

PREGUNTA No. 13

Grupo Experimental: 27%

Grupo Control: 30%

Explicaciones del grupo experimental:

El 60% no da explicaciones

1. El aldehído se oxida con el reactivo y el hexano puede adicionar hidrógenos (2)
2. El propanal se oxida, la cetona no, ambos adicionan hidrógeno. El hexano no se oxida sin hidrógeno y no tiene el grupo aldehído ni cetona (1)
3. Al agregarle el reactivo se oxida (1)
4. El propanal era P ya que fue el que se oxido y por ende el aldehído (1)
5. El propanal al adicionarle hidrógeno se oxida, mientras que al hexano no, a la acetona no se le adiciona hidrógeno (1)

Grupo Control:

El 83% no da explicaciones a la respuesta escogida.

1. Si a la cetona se le adiciona hidrógeno, formaría un alcohol (1)
 2. No comprende la tabla (1)
 3. El propanal y el hexano adicionan hidrógeno ya que tienen un electrón libre mientras que la cetona no (1)
 4. Se identifica con uno de los predicados del grupo experimental (último)
- Aunque entre el 27 y el 30% responden acertadamente, un 60% a 83% de los grupos no da explicaciones para estas respuestas, y las pocas que dan revelan poca claridad conceptual con relación al tema. Se confunden conceptos como por ejemplo; oxidación con reducción. Además, sé hacia afirmaciones concretas que no son pertinentes en la justificación del ejercicio planteado.

PREGUNTA No. 14

Grupo Experimental: 27%

Grupo Control 22%

Explicaciones del Grupo Experimental:

Respuestas sin justificar: 94%

“El cloro sale con facilidad del compuesto y la densidad electrónica del enlace lo atrae.”

Explicaciones del Grupo Control: El 100% no justifica indicando que se desconoce el tema.

PREGUNTA No. 19

G. Experimental: 6,6% G. Control: 21,3%.

Predicados G. Experimental:

No responde 87%

El por el anillo (1)

CH₃-CH₂ (CH₃-OH) por que el grupo OH puede rotar (1)

Predicados C. Control:

No responde= 96%

Ninguno es isómero (1)

En ambos grupos, la mayoría desconoce estos conceptos ya que no responden correctamente y sus predicados no concuerdan con el fenómeno planteado.

PREGUNTA No. 24

G. Experimental: 13,3% G. Control: 8.7%.

G. Experimental.

No responden= 94%

Más estables, debido a la concentración (1)

G. Control

No responden = 96%

Por la capacidad de hacer rotar el par de electrones por toda su estructura (1).

En ambos grupos la mayoría (94-96%) de los estudiantes, desconocen los conceptos involucrados en estos fenómenos. Las justificaciones que dan no hacen relación al problema planteado.

Bloque 4: Mecanismos de reacción

PREGUNTA No. 15

G. Experimental: 33% G. Control 39%

Predicados G. Experimental:

No responde 80%

El X reemplaza al H (1)

Porque cada átomo se va distribuyendo uno aumentando y el otro disminuyendo (1)

Porque se ilumina (1)

Predicados grupo control

No responde: 91%

Se da la sustitución de los e⁻, por lo tanto, éstos se excitan (1).

Cuando queda un e⁻ libre, los hidrógenos se pegan a él para completar la cadena (1).

En ambos grupos hay desconocimiento total del mecanismo a través del cual opera o se da la reacción. Los predicados que dan a las respuestas acertadas, no justifican dicho fenómeno.

PREGUNTA No. 18

G. Experimental= 60% G. Control: 65%

Predicados G. Experimental:

No responde: 53%

Sintético, en el laboratorio (2)

Por ser derivado de agentes sintéticos. Es un polímero realizado por la reacción de varios ácidos (1).

Se requieren otros procesos para su elaboración, los cuales son a nivel industrial (1).

El almidón es propio de la papa, yuca, plátano, ñame (1) subproducto del petróleo (1).

Porque se produce por procesos químicos (1).

La mitad del grupo no responde, indicio de desconocimiento del proceso químico sintético que ocurre en la formación del Nylon. Otros si tienen idea de que este polímero es sintético pero no dice cómo se produce.

G. Control

No responde: 78%

No es una polimerización (1)

No es inorgánica (1)

El resto se identifica con los predicados del grupo control.

En este grupo hay desconocimiento total del fenómeno ya que sus predicados no hacen relación a dicho proceso.

PREGUNTA No. 21

G. Experimental: 13% G. Control= 26%

G. Experimental:

No responde: 73%

Porque ambos se donan hidrógeno (1)

Porque pierde H (1)

Ambos pueden actuar como ácido o base (1)

Ganó protón (1)

Un grupo reducido 13% responde acertadamente pero sus predicados no justifican el fenómeno planteado, se nota desconocimiento de las teorías ácido-base.

G. Control:

No responde 100%, desconocimiento total del fenómeno.

PREGUNTA No. 22

G. Experimental 0% G. Control 87%

G. Experimental: No responde: 100%

G. Control 96%

En ambos grupos se observa desconocimiento del fenómeno.

PREGUNTA No. 23

G. Experimental: 0% G. Control: 22%.

G. Experimental:

No responden: 87%

1 Cloropropano porque se formará HCl (1)

1 Cloropropano debido a la cantidad de propano que tenemos (1)

G. Control:

No responden: 91.3%

3 Dicloropropano porque estructuralmente, son más cloros enlazados al propano (2)

En ambos grupos se observa desconocimiento total del fenómeno, aunque en el grupo control responde acertadamente un 22%, sus predicados tratan de sustentar una respuesta falsa, indicando que se escoge la respuesta al azar.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL POSTEST:

Este análisis se hizo comparativamente con los resultados del Pretest y de los informes de laboratorio, por bloques de preguntas, teniendo en cuenta los elementos de la argumentación que cambiaron al explicar las respuestas y las interrelaciones que los encuestados lograron establecer entre ellos.

De los modelos contextuales de argumentación, referidos en la parte "Argumentación", se trabajó fundamentalmente la estructura argumentativa propuesta por Adam, adaptándola a la estrategia de trabajo basada en la V de Gowin.

El porcentaje total por grupos de respuestas acertadas y respuestas erradas, de todo el pretest fue:

Grupo experimental:

X de respuestas acertadas = 59,5% X de respuestas erradas = 40,5%

Grupo Control:

X de respuestas acertadas = 51,41% X de respuestas erradas = 48,60%

Tabla # 7: Sustentaciones dadas por ambos grupos a las respuestas del postest

	EXPERIMENTAL			CONTROL		
	# pregunta	Respuesta	# preguntas acertadas	%	# preguntas acertadas	%
	1	b	19	100	20	100
	3	c	3	15.79	5	25
	4	b	17	89.47	14	70
P.	5	b	8	42.10	11	55
Q	13	b	11	57.90	8	40
c	14	b	18	94.74	13	65
a	9	c	14	73.68	9	45
s	12	c	12	63.16	18	90
	19	b	8	42.11	5	25
	24	b	7	36.84	4	20
	2	a	11	57.89	15	75
P.	16	b	9	47.37	11	55
F	17	a	16	84.21	9	45
c	26	c	16	84.21	12	60
a	27	c	14	73.68	11	55
s	28	c	10	52.63	14	70

G e n e r a l	6	b	4	21.05	2	10
	7	b	11	57.89	13	65
	8	c	18	94.74	19	95
	10	b	11	57.89	11	55
	11	a	14	73.68	13	65
	20	b	7	36.84	5	25
	25	c	14	73.68	8	40
M r x n	15	b	15	78.95	11	55
	18	b	13	68.42	13	65
	21	c	7	36.84	6	30
	22	a	8	42.11	7	35
	23	c	5	26.32	7	35

Análisis de las sustentaciones dadas por ambos grupos a las respuestas del postest:

GENERALIDADES DE LAS FUNCIONES QUÍMICAS

ITEM 6: Los compuestos orgánicos se agrupan en funciones químicas.

G. Experimental 21%

G. Control 10%

PREDICADOS	Control %	Experimental %
1- No argumentan	35	26
2- Isómeros según su constitución, cadena o grupo funcional, se le atribuye propiedades comunes.	20	10,4
3- Se muestra su estructura y sus propiedades.	15	
4- El grupo funcional le da la identidad al compuesto.	25	52
5- Por enantiómeros	5	10,4

ITEM 7: La parafina presenta el grupo funcional típico de:

G. Experimental 58%

G. Control 65%

PREDICADOS	Control %	Experimental %
1- No argumentan.	60	52,2
2- La parafina es un hidrocarburo alifático de alta masa molecular.	25	42.6
3- Es un ácido graso muy saturado (cebo)	10	
4- Es un aldehído.	5	
5- Es un líquido.		5.2

ITEM 8 La diversidad de compuestos orgánicos se debe a:

G. Experimental: 95%

G. Control: 95%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	40	26
2- Depende del tipo de enlace covalente consigo mismo y con otros elementos y por su tetravalencia.	20	47
3- El carbono es el elemento principal de los compuestos orgánicos.	20	26
4- De un compuesto se pueden formar muchos más.	20	

ITEM 10: Las sustancias se organizaron en las columnas según su función química y presencia de

G. Experimental 58%

G. Control 55%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan	35	10,4
2- Las columnas tienen el mismo grupo funcional; ácido .	60	88,6
3- Por ser un carbono quiral	5	

ITEM 11: El etanal, ácido acético y el propanol se organizaron en la tabla según el

G. Experimental 74%

G. Control 65%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan	55	26
2- Orden establecido en la tabla dada por propiedades parecidas en la misma casilla.	45	74

ITEM 20: Una de las sustancias presenta el mayor numero de características.

G. Experimental 37%

G. Control 25%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	75	42

2- Propiedades similares de compuestos orgánicos.	20	51
3- Igual numero de características.	5	5

ITEM 25: Para darle el nombre del compuesto se tuvo en cuenta:

G. Experimental 74%

G. Control 40%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	50	31
2- Se enumera el grupo funcional principal: aldehídos.	40	69
3- Se enumera el carbono cercano al cloro y de último el aldehído.	10	

PROPIEDADES FÍSICAS

ITEM 2: La madera pesa menos después de cortada porque

G. Experimental 58%

G. Control 75%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	10	10,4
2- Se pierde agua.	55	68%
3- Porque tiene savia, pesa más.	15	
4- La masa se conserva, no varía el peso.	10	15,6
5- Perdida de peso por lignificación y muerte de la materia viva.	10	
6- Al contacto con el O ₂ , se forman otros productos.		5,2

ITEM 16: El punto de ebullición del butanol es mayor que el del éter por

G. Experimental 47%

G. Control 55%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	50	31,2
2- Dificultad de romper puentes de hidrógeno.	10	
3- A mayor masa, mayor dificultad para ebullición.	5	
4- Se tienen en cuenta fuerzas intermoleculares o intra moleculares en ambos. El OH forma puentes de hidrógeno más fácilmente; menos impedido.	35	68,8

ITEM 17: Se usa agua caliente en la preparación de la aromática porque

G. Experimental 84%

G. Control 45%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	65	31
2- El agua absorbe las esencias de la aromática.	5	
3- La alta temperatura descompone las sustancias de la planta.	15	
4- Disolución de un soluto en un solvente.	5	
5- Se disuelven las esencias en el agua.	10	
6- El calor ayuda a solubilizar algunos compuestos de la planta.		69

ITEM 26: La propiedad que permite diferenciar isómeros ópticos.

G. Experimental 84%

G. Control 60%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	65	31,6
2- Si son isómeros, tienen características similares.	10	
3- Uno es polar y el otro apolar.	5	
4- Son iguales estructural y funcionalmente, se diferencian en el ángulo de rotación de la luz polarizada.		68,4

ITEM 27: La vida acuática se ve afectada por un derrame de petróleo porque

G. Experimental 74%

G. Control 55%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	35	62,5
2- El petróleo impide la captación de la luz, envenena a los peces porque penetra por sus agallas.	20	5,2
3- El petróleo impide el intercambio gaseoso y penetración de la luz.	25	20,8
4- El petróleo es un hidrocarburo.	5	
5- Desequilibrio por cambio del pH.		10
6- El petróleo es más denso que el agua y forma 2 capas.	15	

ITEM 28: Los haluros de alquilo no forman puentes de hidrógeno con el agua debido a que

G. Experimental 53%

G. Control 70%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	75	51
2- El CH_3Cl no posee hidrógeno que le permita interaccionar con el agua, para formar puentes de hidrógeno .	20	36,5
3- La polaridad del CH_3Cl se debe al enlace C-Cl que determina una distribución de la carga hacia el cloro.	5	10,5
4- Son más densos que el agua.		5,2

REACCIONES Y PROPIEDADES QUIMICAS

ITEM 1: Una de las velas se apaga al cubrirla porque

G. Experimental 100 %

G. Control 100%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	0	10
2- Se produce CO_2 .	10	0
3- Se consume el oxígeno o disminuye su concentración.	90	90

ITEM 3: Los compuestos oxigenados se disuelven en ácido sulfúrico debido a que

G. Experimental 16%

G. Control 25%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	70	36,4
2- Forman puentes de hidrógeno que lo hacen más estable.	10	10,4
3- El ácido rompe los puentes y vuelve al compuesto menos estable.	10	
4- Es un ácido fuerte que asimila al oxígeno como base.	5	
5- Forma cargas positivas y negativas.	5	
6- El ácido rompe los enlaces del compuesto y lo solubiliza.		10,4
7- El ácido dona protones y la base los recibe.		42,8

ITEM 4: Al reaccionar la aspirina con el agua:

G. Experimental 70%

G. Control 89,5%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	30	26
2- Se libera CO ₂ durante el proceso.	40	43
3- Se libera O ₂ por ruptura de puentes de hidrógeno.	5	16
4- Se libera bicarbonato porque hay burbujeo.	5	
5- La aspirina es un ácido.	15	
6- Se produce la efervescencia de la aspirina al contacto con el agua.	5	5,2
7- Se rompen los enlaces.		5,2
8- Es el componente principal de la aspirina.		5,2

ITEM 5: El alcohol al contacto con el fósforo encendido:

G. Experimental 42%

G. Control 5.5%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	10	10
2- Experimenta combustión y también se evapora.	65	47
3- Se sublima fácilmente cuando está destapado, en contacto con el fuego, éste consume el oxígeno presente en el alcohol.	5	
4- El fósforo proporciona la energía necesaria para que ocurra el cambio de estado.	20	37
5- Se descompone el etanol en H ₂ O y CO ₂		5

ITEM 13: Las tres muestras al tratarse con Tollens y con H₂, se espera que reaccione:

G. Experimental 58%

G. Control 40%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	45	42
2- El propanal es un aldehído y sólo el se oxida.	30	37
3- Los aldehídos alifáticos y las cetonas no reaccionan con Tollens.	5	
4- La acetona acepta hidrógeno para transformarse en alcohol.	5	

5- El hexano no acepta más hidrógeno por estar saturado.	10	5,2
6- La acetona no acepta hidrógeno.	5	5,2
7- Se dan sustituciones y adiciones en ellos.		10

ITEM 14: El reactivo M será haluro de acetilo porque equivale al

G. Experimental 95%

G. Control 65%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	65	26
2- Planteamiento correcto de la ecuación o clase de reacción.	25	58
3- El catalizador AlCl_3 permite ionizar la molécula para que ataque al benceno.	5	5,2
4- Porque es el grupo más estable.	5	5,2
5- El aluminio atrae al cloro.		5,2

ÍTEM 9: El orden de acidez escogido:

G. Experimental 74%

G. Control 45%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	75	58
2- Los hidrocarburos no tienen acidez, seguiría el alcohol por tener pH ácido, el de mayor acidez, el ácido carboxílico.	10	
3- Por principio de Bronsted-Lowry.	5	
4- El hidrógeno indica acidez y el OH^- basicidad y se escoge la primera porque al tener la cadena carbonada menos larga, es más eficiente la base.	10	
5- Según la teoría ácido-base Bronsted-Lowry, un ácido cede protones, teniendo en cuenta electronegatividad y características de las moléculas.		37
6- Según la concentración y características del carbono.		5,2

ITEM 12: El ácido fumárico genera el anhídrido maleico a una temperatura mayor que el maleico porque

G. Experimental 63%

G. Control 90%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan.	70	37
2- El ácido fumárico no reacciona, necesita isomerizarse en maleico para reaccionar.	15	
3- Porque son isoméricamente diferentes.		
4- El ácido fumárico posee enlace doble y requieren más energía para romper dicho enlace.	10	10,5
5- El ácido fumárico y el maleico son isómeros pero se diferencian en su tamaño: Cis-Trans .		47,5
6- El maleico es más ramificado.		5,2

ITEM 19: Se presenta isomería óptica en uno de los compuestos por presencia de:

G. Experimental 42%

G. Control 25%

PREDICADO	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumenta	60	32
2- Por enlaces π o características aromáticas	20	16
3- Ser simétricos	5	
4- Posición del hidrogeno	10	5
5- Se puede formar dos compuestos dependiendo de si el alcohol es L o D	5	5
6- Presencia de carbono quiral en la molécula		42

ITEM 24: Los ácidos carboxílicos son mas ácidos que los fenoles. (Según B_Lowry) por:

G. Experimental 37%

G. Control 20%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan	90	63
2- Presencia de grupos voluminosos	5	
3- Mayor concentración del ácido	5	
4- Mayor concentración de hidrógeno en el ácido		21
5- Resonancia de los electrones del oxigeno del ácido alrededor del grupo.		10

6- concentración debido a sus propiedades químicas.		6
---	--	---

MECANISMOS DE REACCION

ITEM 15: Al entrar en contacto el metano con halógenos en presencia de luz ocurre sustitución radicalaria por ser:

G. Experimental: 79%

G. Control: 55%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan	55	26,4
2- El calor se utiliza para separar, proporciona energía que produce los radicales	20	5,2
3- Se sustituye un nucleofilo	10	5,2
4- El mecanismo típico de los alcanos	10	67
5- A medida que se generan radicales metil, se unen con los radicales libres de el cl	5	

ITEM 18: El nylon no se polimeriza naturalmente por ser

G. Experimental: 68%

G. Control: 65%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan	55	52
2- Es una polimerización del estireno	10	5,2
3- El nylon es de origen animal o vegetal	35	
4- Un producto sintético, hecho por el hombre		37
5- Las proteínas cambian su estructura		5.2

ITEM 21: El ácido, etanoico tiene comportamiento ácido-base porque:

G. Experimental: 37%

G. Control: 30%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan	80	36,4
2- Ambos son ácidos	5	
3- el $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$ es una base	5	
4- Ocurre neutralización del ácido	5	5,2
5- Las dos bases por tener OH^-	5	
6- Cede H^+ como ácido Bronsted- Lowry		46,8

7- En un caso cede electrones y en el otro los acepta		10,4
---	--	------

ITEM 22: La rapidez de solvolisis se ve favorecida porque:

G. Experimental: 42%

G. Control: 35%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- NO ARGUMENTAN	75	52
2- Al aumentar el agua, se aumenta la polaridad del medio y se favorece interacciones polares en el estado de transición	25	48

ITEM 23: El porcentaje de productos halogenados se deriva de factores de:

G. Experimental: 26%

G. Control: 35%

PREDICADOS	CONTROL %	EXPERIMENTAL %
1- No argumentan	65	52
2- Será la sustancia más estable	15	
3- Por encontrarse en carbono secundario	10	
4- Por ser mayor la cantidad de n-propano	5	
5- Por estabilidad de los carbonos en este: Terciarios más estables que secundarios	5	42,6
6- El cloro puede entrar a cualquiera de los dos grupos metilos		5,2

Grupo de preguntas correspondientes a las generalidades de funciones químicas

En el grupo de preguntas correspondientes a este núcleo temático se encuentran las siguientes generalidades:

- El porcentaje de estudiantes que eligen la respuesta acertada es mayor en el grupo experimental.
- El porcentaje de estudiantes que no argumentan es significativamente menor en el grupo experimental.
- La calidad de argumentos expuestos es significativamente mayor en el grupo experimental, encontrándose que en 5 de las 7 preguntas se dobla en número, al grupo control.

. Grupo de preguntas correspondientes a propiedades físicas

En el grupo de preguntas correspondientes a este núcleo se puede generalizar lo siguiente:

- El porcentaje de estudiantes que eligieron la respuesta acertada en tres preguntas es inferior y en las otras tres es superior en un grupo con relación al otro.
- El porcentaje de estudiantes que no argumenta es mayor en el grupo control, en la mayoría de los casos.
- La calidad de los argumentos es superior la mayoría de las veces, en el grupo experimental.

Grupo de preguntas correspondientes a reacciones y propiedades químicas.

El porcentaje de respuestas acertadas en seis de las 10 preguntas de este grupo es significativamente mayor para el grupo experimental en relación con el grupo control, solo en tres preguntas es menor que en este y en una pregunta, coinciden los porcentajes.

El porcentaje de personas que no argumentaron es mucho mayor en el grupo control; en la mayoría de las preguntas.

El porcentaje de calidad de argumentación en el grupo experimental es mayor en casi todas las preguntas.

Grupo de preguntas correspondientes a mecanismos de reacción.

El porcentaje de respuestas acertadas es mayor en el grupo experimental en la mayoría de las preguntas.

El porcentaje de personas que no argumentan es mayor en el grupo control en todas las preguntas.

EL porcentaje de calidad de argumentación es mucho mayor en todas las preguntas en el grupo experimental.

Observando predicados se puede deducir que los estudiantes del grupo control no aplican teorías ácido base a problemas relacionados con los mecanismos de reacción.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La pregunta central de esta investigación fue: ¿Qué efectos tiene un programa de enseñanza, con énfasis en las estrategias de autorregulación, sobre la comprensión de los conceptos relacionados con los mecanismos de reacción?

De ella, se derivaron las siguientes hipótesis:

- INDEPENDIENTE: programa de enseñanza de los mecanismos de reacción basado en la autorregulación como herramienta metacognitiva.
- DEPENDIENTE: puntaje promedio en una prueba de comprensión de los mecanismos de reacción en el grupo experimental y en el grupo control.

Después de aplicadas las pruebas pretest- posttest en ambos grupos sus resultados se sometieron a un análisis estadístico sencillo: Anova unidireccional y Modelo lineal.

El análisis de varianza unidireccional, según Hernández S. C. y otros (1998) *“es una prueba estadística paramétrica para analizar si más de dos grupos difieren significativamente entre sí en cuanto a sus medias y varianzas.*

La hipótesis de investigación propone que los grupos difieren significativamente entre sí y la hipótesis nula propone que los grupos no difieren significativamente.

Hay una variable independiente y una variable dependiente; la variable independiente es categórica y la dependiente es por intervalos o razón.

El que la variable independiente sea categórica significa que se puede formar grupos diferentes. Puede ser una variable nominal, ordinal, por intervalos o de razón.

Interpretación: el análisis de varianza unidireccional produce un valor conocido como “F” o razón “F” que se basa en una distribución muestral, conocida como la distribución F, que es otro miembro de la familia de distribuciones muestrales. La razón “F” compara las variaciones en las puntuaciones debidas a dos diferentes fuentes: variaciones entre los grupos que se comparan y variaciones dentro de los grupos.

Si los grupos difieren realmente entre sí, sus puntuaciones variarán más de lo que puedan variar las puntuaciones entre los integrantes de un mismo grupo.

La razón “F” nos indica si las diferencias entre los grupos son mayores que las diferencias intragrupos. Estas diferencias son medidas en términos de varianza. La

varianza es una medida de dispersión o variabilidad alrededor de la media y se calcula en términos de desviaciones elevadas al cuadrado”.

El modelo lineal es más refinado que el ANOVA y en él se establecen las relaciones Pretest-Postest para los dos grupos. En este modelo se calcula el valor esperado para ambos grupos, tanto en el Pretest como en el Postest y se obtiene que el grupo experimental excede en 2,441 al grupo control; demostrando gran ventaja del grupo experimental sobre el control. El 33% de los resultados se explica por el aporte del grupo y el resto se explica por las características individuales.

Las siguientes tablas relacionan los resultados obtenidos:

TABLA No. 8: VALORES NORMALIZADOS DE LOS GRUPOS

Grupo
Pretest.Niorm
Postest.Norm

Control
-0.77790
-1.14357

Control
-1.63652
-0.82726

Control
-0.20548
-1.77618

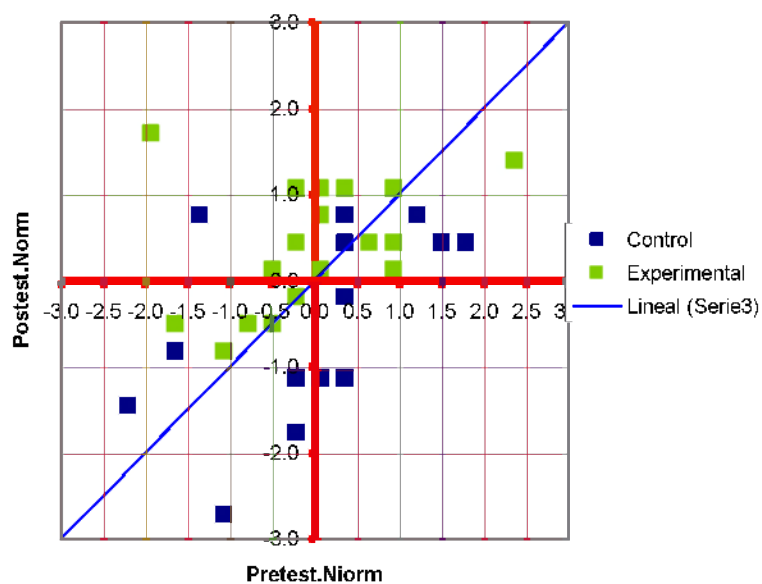
Control
0.36693
1.07058

Control
0.36693
-1.14357

Control
0.36693
-0.19465

Control
-0.20548
-0.19465

Control
-0.20548
-1.77618



Control	0.08073 -1.14357
Control	-1.06410 -2.72510
Control	1.22555 0.75427
Control	0.36693 0.75427
Control	-1.35031 0.75427
Control	1.79797 0.43796
Control	0.36693 0.43796
Control	0.36693 0.75427
Control	-0.20548 -1.14357
Control	1.51176 0.43796
Control	0.65314 0.43796
Control	-2.20893 -1.45988
Experimental	0.93935 0.43796
Experimental	0.93935 0.12166
Experimental	0.08073 0.75427
Experimental	0.08073 0.12166

Experimental	-0.77790
	-0.51096
Experimental	-0.49169
	0.12166
Experimental	0.36693
	1.07058
Experimental	-1.06410
	-0.82726
Experimental	2.37038
	1.38688
Experimental	0.93935
	0.43796
Experimental	0.93935
	1.07058
Experimental	-1.63652
	-0.51096
Experimental	-1.92273
	1.70319
Experimental	0.65314
	0.43796
Experimental	0.08073
	1.07058
Experimental	-0.20548
	-0.19465
Experimental	-0.20548
	0.43796
Experimental	-0.49169
	-0.51096
Experimental	-0.20548
	1.07058
	-3.00000

3.00000

-3.00000
3.00000

- La tabla 8 recoge los valores de la media de las puntuaciones (No. de items acertados) y la desviación típica que se calcula según las expresiones reportadas en la literatura.
- 11 estudiantes de 20, del grupo experimental acertaron más de 13 items, mientras que sólo 6 del grupo control, obtuvieron este valor, lo que indica que la prueba resultó más fácil para el grupo experimental.
- Los items 3, 20, 21, 22, 32 y 24 tienen los índices de aciertos más bajos de toda la prueba. Los items 3 y 20 se refieren al uso de las fuerzas intermoleculares para explicar las propiedades físicas, implica este resultado que a la mayoría de los estudiantes se les dificulta establecer relaciones entre estos dos conceptos; los otros items se refieren a la aplicación y relaciones de las teorías ácido-base con los mecanismos de reacción, sugiere esto que para ambos grupos fue difícil el establecimiento de dichas relaciones, siendo mayor la dificultad para el grupo control.

La media de aciertos está alrededor de 9,65 en el pretest para el grupo control y en 9,74 para el experimental; en el posttest, la media del grupo control es de 14,40 mientras que el experimental es de 16,89.

- Los índices de normalidad de las curvas se encuentran entre los valores aceptables, lo que comprueba por que las representaciones en la gráfica salen más o menos centradas alrededor de la media tendiendo en el grupo experimental a la parte superior, en el grupo control, la tendencia es por debajo de la media.
- El análisis de los items muestra una calidad aceptable de todos ellos, por tanto, se puede considerar la prueba como muy adecuada para

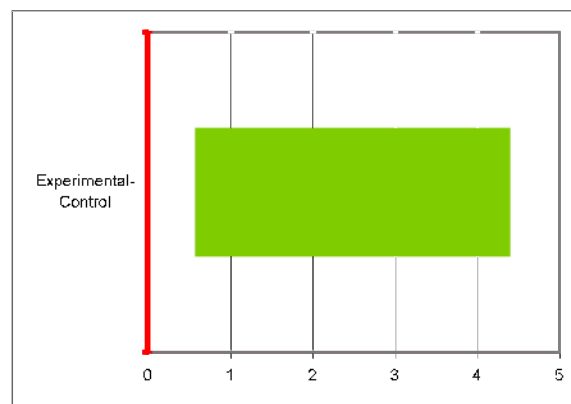
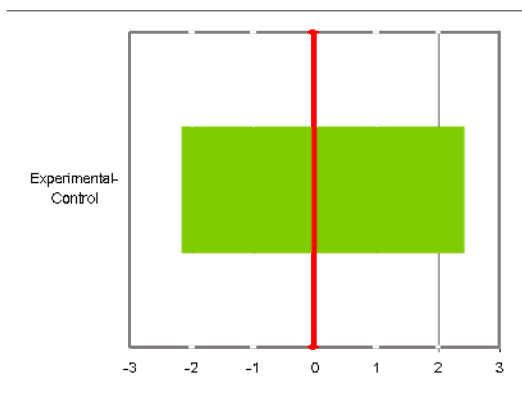
diagnosticar como aplican los estudiantes, los conceptos que en ellas se investigan.

Interpretación: El grupo experimental excede los valores esperado de acuerdo con las medias obtenidas, lo cual es un buen indicio para confirmar la hipótesis de trabajo.(Ver tablas #9 y #10).

TABLA 9: RELACIÓN ENTRE LOS GRUPOS: ANOVA

anova.f(Pretest~Grupo,ab)					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Grupo	1	0.19	0.19	0.0151	0.9028
Residuals	37	463.71	12.53		
\$Grupo					
	diff	lwr	upr		
Experimental-Control	0.1394737	-2.158487	2.437434	Igual	

anova.f(Postest~Grupo,ab)					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Grupo	1	60.64	60.64	6.9554	0.01215
Residuals	37	322.59	8.72		
\$Grupo					
	diff	lwr	upr		
Experimental-Control	2.494737	0.5780753	4.411398	Superior	



diff
lwr
upr

Experimental-Control

2.494737

La Tabla 9 muestra la relación entre los grupos:

La primera: Ambos grupos, control y experimental, son iguales en los resultados obtenidos en el pretest.

La segunda: Ambos grupos difieren significativamente en los resultados obtenidos en el posttest, confirmando la hipótesis del trabajo.

TABLA No. 10: MODELO LINEAL

Grupo		
Pretest		
Posttest		
Control		summary(lm
7		(Postest~Pretest+as.
12		factor(Grupo))
Control		
4		
13		Coefficients:
Control		
9		
10		
Control		
11		Estimado
19		Error Estándar
Control		Valor T
11		Pr(> t)
12		
Control		(Intercept)
11		10.7087
15		1.3322
Control		8.038
11		1.50E-09
15		
Control		Pretest
9		0.3825
15		0.1235
Control		3.097
9		0.00378
10		
Control		as.factor(Grupo)
10		Experimental
12		2.4414
Control		0.8524
10		2.864
12		0.00693
Control		

6		
7		
Control		
14		
18		
Control		
11		
18		
Control		
5		Residual Estándar Error
18		2.66
Control		
16		
17		
Control		
11		Multiple R-Squared:
17		0.3353,
Control		
11		F-statistic:
18		9.079
Control		
9		
12		
Control		
15		p-value:
17		0.0006418
Control		
12		DF
17		36
Control		
2		
11		
Experimental		
13		
17		
Experimental		
13		
16		
Experimental		
10		
18		
Experimental		
10		
16		
Experimental		
7		
14		

Experimental
8
16

Experimental
11
19

Experimental
6
13

Experimental
18
20

Experimental
13
17

Experimental
13
19

Experimental
4
14

Experimental
3
21

Experimental
12
17

Experimental
10
19

Experimental
9
15

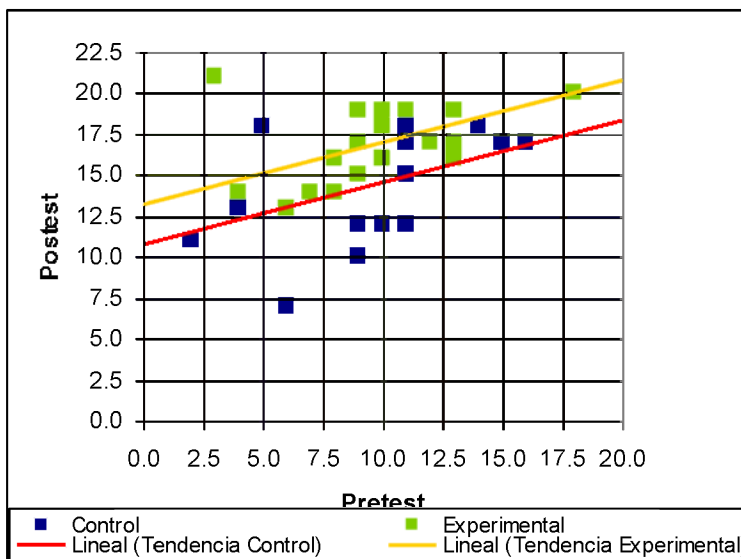
Experimental
9
17

Experimental
8
14

Experimental
9
19

0
20

10.7087
18.3587



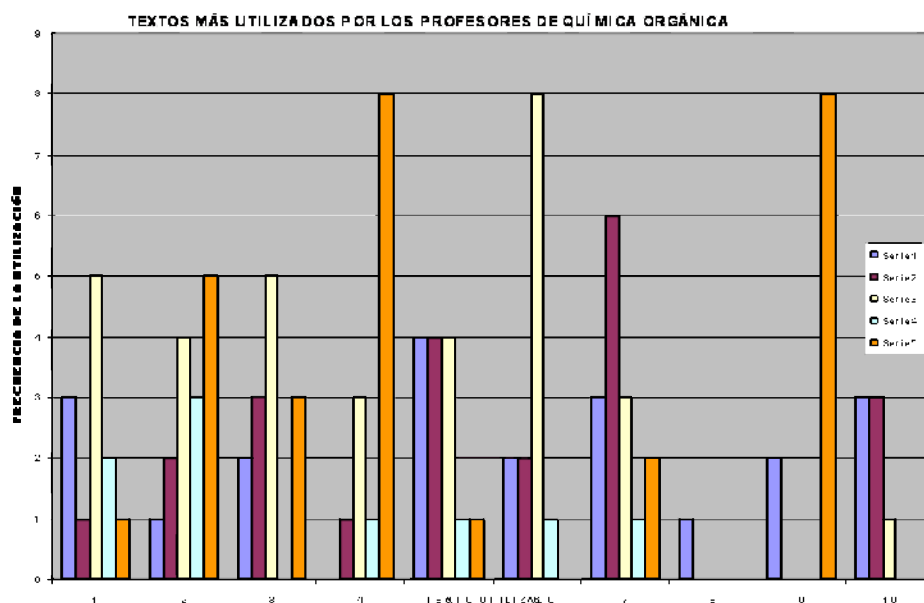
0
2013.1501
20.8001

5 VERIFICACIÓN DE LAS RELACIONES QUE ESTABLECEN LOS TEXTOS DE QUÍMICA ORGÁNICA ENTRE LOS MECANISMOS DE REACCIÓN Y LAS TEORÍAS ÁCIDO-BASE.

Los libros más usados en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, en la Universidad de Antioquia y en la universidad Nacional, sede Medellín, por estudiantes y profesores son:

TEXTO UTILIZADO		FRECUENCIA				
		S	CS	AV	RN	N
1	Boyd Robert N-Morrison R.T. Fondo Ed. Interamericano	3	1	5	2	1
2	Carey	1	2	4	3	5
3	Fessenden R. J. y Fessenden J. Grupo IberoamÚrica	2	3	5		3
4	Mc-Murry John. Grupo Ed. IberoamÚrica		1	3	1	8
5	Pine Stanley H. y otros. Mc Graw Hill	4	4	4	1	1
6	Solomons T. W. Graham. Limusa Wiley	2	2	8	1	0
7	Wade L. G. J. R. Prentice Hall	3	6	3	1	2
8	K. Peter C. Vollhard y Neil Schore	1	0	0	0	0
9	Bailey P. S. y Bailey C.A.	2	0	0	0	8
10	Otros	3	3	1	0	0

Otros:					
Hart-Craigne-Hart	1				
William Th. Reusch					
Schmidt					
Zlatkis		1			
Allan WinGrove y Robert Caret		1			
Fox Whitesell		1			
Beker y Engel	1				
Lopez J. Roberto y Luque D. Luis Fdo	1				
Conrow Mac. Donald			1		



SERIE 1: SIEMPRE
SERIE 2: CASI SIEMPRE
SERIE 3: ALGUNAS VECES
SERIE 4: RARA VEZ
SERIE 5: NINGUNA

- Química Orgánica: Ralph J. Fessenden-Joan S. Fessenden. , 1983.
- Química Orgánica: Boyd Robert Neilson-Morrison Robert Thorton., 1990.
- Química Orgánica: Wade L.G., JR. 1993.
- Química Orgánica: Mc Murry John., 1994.
- Química Orgánica: Solomons G. T.W., 1999.
- Química Orgánica: Pine Stanley H., Hendrickson James, B-Cram Donald J. y Hammond George S 1982.
- Química Orgánica: Bailey P.S., Bailey C.A.,1995.
- Química Orgánica: Carey.

5.1 Para alcanzar el objetivo planteado se aplicó los criterios propuestos por Henao.S.B.L et al (1999, p212) para develar la imagen de ciencia y la propuesta epistemológica y didáctica presentes en los textos de mayor uso en la enseñanza de la química orgánica:

Concepto de ciencia en los textos:

En los textos de química orgánica, analizados no se encuentra referencia al concepto de ciencia como tal; se asume ésta como conjunto de resultados más que de procesos de construcción de conocimientos, dando una imagen cerrada, dogmática, desconociéndose la relación entre procesos de hacer ciencia y el desarrollo tecnológico y social que ella genera. No se menciona en ellos la metodología científica, en otros se confunde esta con un único método, con excepción del texto de Mc-Murry, 5ª Ed. (1994) donde explícitamente no se menciona pero al presentar históricamente algunos conceptos, se puede percibir que existen diferentes metodologías para acceder al conocimiento.

En general, se problematiza el conocimiento y se presentan explicaciones a los mismos, se hace alusión en ellos al lenguaje cuántico al explicar fenómenos relacionados con la formación del enlace e identificación espectroscópica de compuestos, entre otros.

La mayor parte de los contenidos se presentan como conocimientos verdaderos; se problematiza el conocimiento en algunos apartes y se presentan explicaciones a los mismos.

En todos los textos estudiados se incorpora investigación actual en química, resaltan entre otros: biomoléculas, fullerenos, relación estructura-actividad (química o biológica), desarrollo tecnológico, etc.

5.1.2 Mirada epistemológica e histórica:

En la mayoría de los textos se da una breve sustentación histórica para los temas tratados pero ésta no es suficiente para permitir un rastreo histórico de la formación de la estructura conceptual de la química orgánica.

No se hace alusión en ellos a las comunidades científicas, ni a su papel en la construcción del conocimiento. No reconocen la necesidad de contextualizar el surgimiento de teorías y explicaciones relacionadas con el ambiente que permitió su emergencia, validez y divulgación.

Sólo en el texto de Pine (1984, pág. 140) se reconoce el papel de las comunidades científicas y se explica por qué se utilizan determinadas teorías o modelos, como conocimiento provisional.

No se establece en los textos, relación entre el conocimiento común, científico y escolar.

Estatus epistemológico que se da a la realidad-observación-experimentación, racionalización o teorización: Se da gran valor e importancia a la realidad observada, a la experimentación y a la teorización, concediéndoles la categoría de problemas desencadenantes del trabajo científico y del pensamiento lógico, el cual racionaliza y teoriza generando conocimientos científicos.

No se da gran importancia a la matematización de conceptos, más bien se aplica.

Se destaca en los textos la relación ciencia-tecnología.

5.1.3 Propuesta didáctica en los textos:

- De la mayoría de los textos puede inferirse que proponen un modelo de aprendizaje constructivista a partir de la forma como se presentan, organizan y exponen los contenidos. Todos ellos se esfuerzan en pro de hacer su obra: "eficaz, clara y comprensible" y para ello organizan el material utilizando tablas, tablas de resumen, problemas (ejercicios de lápiz y papel), estrategias de resolución de problemas, ilustraciones, refuerzos, glosarios, resúmenes.
- La propuesta didáctica en todo los textos analizados, tiene como eje central los contenidos y la forma como estos están organizados y son presentados.

- Los contenidos se presentan como productos disciplinares y se ordenan en una secuencia acorde con la lógica formal de la química: Por ejemplo en Pine (1984) “la estructura se discute en primer lugar y las familias estructurales aparecen y se discuten como una secuencia natural de las propiedades de los átomos. Siguen las reacciones químicas cuando ya las estructuras tanto de los reactivos como de los productos son familiares al estudiante...”
- Se plantean actividades y momentos metodológicos que favorecen la construcción de conocimiento con base en la comprensión la creatividad y la reflexión, por ejemplo en los problemas planteados al final de cada capítulo.
- No se involucran en estos textos paradigmas actuales en didáctica de la química como ideas alternativas de los estudiantes, utilización de estrategias metacognitivas y aunque se intenta promover el aprendizaje por resolución de problemas, en algunos de ellos estos solo quedan en ejercicios de lápiz y papel que son los que finalmente evalúan o promueven la autoevaluación de la comprensión del estudiante.
- En la mayoría de textos aparecen dibujos diseñados por ordenador, diagramas, gráficos, fotografías, lecturas actualizadas y tablas, herramientas todas muy pertinentes que aclaran, visualizan, actualizan y promueven el uso y comprensión de algunos temas.

5.2 Adicionalmente, para el establecimiento de las relaciones entre los mecanismos de reacción y las teorías ácido base que traen los textos se eligieron los siguientes criterios .

- Qué teorías ácido-base se plantean en el texto?
- Tienen fundamentos históricos y epistemológicos cada una de estas teorías?
- Si el texto desarrolla varias teorías ácido-base, explica las relaciones entre ellas o pasa directamente de la una a la otra?
- ¿Cuáles son los conceptos generales por cada una de las teorías tratadas?

- Bajo qué marco teórico se explican los conceptos relacionados con los mecanismos de reacción?
- Se les da el tratamiento de sustancias ácidas, básicas o neutras a las diversas funciones químicas orgánicas?
- Se establece diferencias entre reacciones de neutralización y reacciones ácido-base?
- Relaciona el texto las teorías ácido-base con otras teorías?

5.3.1 Teorías ácido-base planteadas en los textos:

En cada uno se mencionan principalmente las teorías de Bronsted-Lowry y de Lewis y llevan implícita la teoría de Arrhenius. Se destaca en:

- Pine et al, el hecho de que las reacciones orgánicas se explican con base en la utilización y aplicación de las teorías anteriores, haciendo mayor énfasis en la teoría de Bronsted-Lowry.
- En Mc-Murry, el comportamiento químico de las moléculas orgánicas se explica por el comportamiento ácido-base.

•Solomons:

“El estudio de la reactividad química se iniciara examinando algunos de los principios básicos del comportamiento químico de ácidos y bases. Son varias las razones para esto: Muchas de las reacciones que se produce en química orgánica son francamente reacciones ácido- base, o implican una reacción ácido- base en alguna de sus etapas. La reacción ácido- base es una reacción sencilla, fundamentalmente, que permitirá ver la forma en que piensan los químicos orgánicos, sobre lo que se llama mecanismos de reacción y cómo usan las flechas curvas para ilustrar el proceso de ruptura y formación de enlaces que inevitablemente ocurren a medida que las moléculas reaccionan. Las reacciones ácido- base también permiten examinar ideas importantes sobre la relación entre las estructuras de las moléculas y su reactividad, y ver como pueden usarse ciertos parámetros termodinámicos para predecir la cantidad de producto que se formara cuando una reacción alcanza el equilibrio. Las reacciones ácido- base también sirven como ilustración del papel tan importante que juegan los disolventes en las reacciones químicas.. Incluso proporcionan una breve introducción a las síntesis

orgánicas. Por último, el comportamiento químico de ácidos y bases es algo que encontrará familiar por sus estudios en química general.”

Wade:

- Los mecanismos de reacción son importantes en todas las áreas de la química orgánica, pero resultan difíciles para muchos estudiantes, porque caen en la trampa de memorizar un mecanismo sin comprender por qué sucede. Para evitar ese problema, este texto hace hincapié en los principios empleados para predecir mecanismos. Las secciones de resolución de problemas desarrollan las técnicas básicas para atacar un problema de mecanismos y hacer mínima la memoria. Dichas técnicas subrayan la decisión acerca de si la reacción es de naturaleza ácida, básica o por radicales libres y a continuación la descompone en interacciones ácido-base de Lewis entre sitios nucleofílicos y electrofílicos y el “impulso de los electrones” que ayudan a ejemplificar esos pasos individuales.

5.2.2 Fundamentos histórico y epistemológicos de la teoría.

Se explica las teorías de Bronsted-Lowry y de Lewis en la mayoría de los textos con mayor o menor profundidad en una de ellas; dichas teorías tienen un fundamento histórico y se explicitan los postulados de cada una.

En el tratamiento de las mismas, no se reflejan acercamientos explicativos a la forma como se han estructurado. Se pasa de la una a la otra con breves comentarios:

- *Mc-Murry (Pág. 52): “La definición de acidez de Bronsted-Lowry es muy útil y puede extenderse a todos los compuestos que tienen hidrógeno. Sin embargo, la definición de Lewis de ácidos y bases es aún más utilizada.....”*
- *Wade (Pág. 24): “La definición de Arrhenius fue una contribución importante para comprender muchos ácidos y bases pero no explica la reactividad de compuestos como el NH_3 . Se sabe que el amoníaco neutraliza los ácidos pero no tiene un ión hidróxido en su fórmula molecular. Es necesaria una teoría más versátil de los ácidos y las bases para incluir al amoníaco y muchos ácidos y bases orgánicas”.*

- *Fessenden (Pág. 35)*: “Aunque muchas reacciones ácido-base implican la transferencia de un protón de un ácido a una base, algunas de estas reacciones no involucran la transferencia de protón. Por esta razón, se desarrolló el concepto de Lewis de ácidos y bases que es más general”.
- *Solomons*: Se establecen diferencias en la capacidad de explicación de las reacciones químicas según cada teoría y se sustenta en el mayor poder predictivo de la teoría de Lewis.

5.2.3. Conceptos generales por cada teoría:

Bronsted-Lowry	Lewis
<ul style="list-style-type: none"> - Conceptualización ácido-base - Neutralización - Hidrólisis - Par conjugado ácido-base - Fuerza de ácidos y bases - Acidez y basicidad - Dadores de protones o aceptores - Disolvente prótico - Polaridad, electronegatividad 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceptualización ácido-base - Neutralización nucleófilos y electrófilos - Par electrónico - Ácidez y basicidad - Dadores y aceptores de electrones - Orbitales vacíos.

Al explicar cada teoría se utilizan los principales conceptos moleculares de la misma.

5.2.4 Marco teórico empleado para explicar conceptos relacionados con los mecanismos de reacción.

La mayoría de textos explica los mecanismos bajo la teoría de Lewis, lo mismo que la clasificación de reacciones según su carácter nucleofílico o electrofílico. Ejemplo en Mc-Murry. (Pág 143):

“Existe una correlación entre electrofilia-nucleofilia y acidez-basicidad de Lewis. Así, las bases de Lewis son donadoras de electrones y usualmente se comportan como nucleófilos, mientras que los ácidos de Lewis son aceptores de electrones y usualmente se comportan como electrófilos. Sin embargo, la gran diferencia consiste en que los terminos electrófilos y nucleófilos normalmente solo se usan cuando intervienen enlaces con carbono”.

Pine (Pág. 217)

“Muchas reacciones orgánicas se inician con un paso que implica bien una protonación, bien una desprotonación de un reactivo, es decir, un proceso ácido-base. Los valores de pKa pueden utilizarse para elegir los reactivos ácidos o básicos apropiados.”

_____ (Pág. 238)

“Los nucleófilos son bases de Lewis y los electrófilos ácidos de Lewis. Sería posible discutir la mayoría de reacciones orgánicas hablando de acidez y basicidad de Lewis. Sin embargo, la práctica habitual hoy en día es referirnos a las reacciones sobre los átomos de Carbono como casos de electrofilia y nucleofilia, reservando los términos de acidez y basicidad para las reacciones con el protón.”

Morrison

No utiliza las teorías para explicarlos pero utiliza la de Bronsted-Lowry para explicar la acidez de alquenos (Pág. 422).

Fessenden

No utiliza las teorías para explicarlos, por ejemplo habla de electrófilos y de nucleófilos sin referirse a ellas, igual lo hace con desplazamiento electrónico.

Wade

Se diferencia nucleofilia y basicidad correlacionándolos con la posición de los elementos en la tabla periódica. Utiliza la teoría Lewis aunque no se hace explícita esta relación.

Solomons

Se explican desde las dos teorías de manera combinada.

5.2.5 Tratamiento de sustancias ácidas o básicas a las funciones químicas:

En todos los textos se hace esta diferenciación, en unos con mayor profundidad que en otros. Ejemplos

Pine

Utiliza la teoría Bronsted-Lowry para explicar y categorizar las diferentes funciones químicas orgánicas como ácidos y bases. (Pág. 247)

“La mayoría de los compuestos orgánicos son ácidos de Bronsted potenciales porque pueden ceder un protón a un reactivo básico. Desde un punto de vista práctico, sin embargo los hidrocarburos son unos dadores de protones tan débiles que no tienen utilidad como ácidos. En algunos casos especiales, la base conjugada de un hidrocarburo puede ser utilizada como reactivo básico de carácter fuerte. La mayor parte de ácidos orgánicos comunes poseen un átomo de H unido a un N, O ó S. Los ácidos carboxílicos y los fenoles son ácidos en medio acuoso, los alcoholes aunque son algo menos ácidos que el agua, son útiles como reactivos básicos bajo la forma de sus bases conjugadas. Las aminas son las bases comunes de la química orgánica la transferencia rápida de protones que tiene lugar en la mayoría de procesos ácido-base conducen a constantes de equilibrio que puede relacionarse fácilmente con las diferencias de energía libre (ΔG°) entre reactivos y productos.

Mc-Murry (Pág. 54)

“En un sentido más general, la mayoría de los compuestos orgánicos que contienen oxígeno y nitrógeno son bases de Lewis porque tienen pares no compartidos de electrones disponibles. Los compuestos con oxígeno divalente tienen 2 pares de electrones no compartidos en el oxígeno y los compuestos de nitrógeno trivalente tienen un par no compartido. Algunos compuestos pueden actuar como ácidos y como bases, al igual que el agua. Los alcoholes y los ácidos carboxílicos por ejemplo, actúan como ácidos cuando ceden un protón pero como bases cuando su átomo de oxígeno acepta un protón”.

Fessenden

No se le da a todos las funciones orgánicas este tratamiento solo a los alcoholes, ácidos y aminas (Pág. 274, 604 y 730, respectivamente).

El resto de autores también hacen estas referencias con las diferentes funciones.

5.2.6 Diferencias entre reacciones de neutralización y reacciones ácido-base

En la mayoría de los textos no hay una relación explícita respecto a la diferencia entre tales reacciones.

Pine

Se supone que en el tratamiento de los mecanismos se tratan como procesos ácido-base de Lewis.

5.2.7 Relación del texto entre teorías ácido-base y otras teorías.

En la mayoría de los textos no se relaciona estas teorías con otras de manera directa; solo se hace uso de la teoría del estado de transición. Sin embargo, si lo hacen:

Pine, quien relaciona teoría ácido-base con:

- Teorías de formación del enlace químico: TEV y TOM
- Equilibrio químico
- Teoría de variables termodinámicas

Mc-Murry y Solomons donde, además de las anteriores

Naturaleza eléctrica de la materia (polaridad, polarizabilidad).

De la encuesta realizada se puede inferir la siguiente información:

- Las principales razones por las cuales los profesores de Química Orgánica a nivel universitario (U. de A. y UNaL) eligen un texto, son en orden de importancia:
- Nivel de Adecuación: Se considera que los textos tratan los temas que los estudiantes requieren, que son adecuados al nivel intelectual, ya que pueden ser para cursos introductorios o para cursos más avanzados, algunos son traducidos al español.
- Didáctica y Metodología: El texto debe ser fácilmente asimilable y entendible por el estudiante, sencillo y básico; que los gráficos, ejemplos y ejercicios se relacionen; que posean datos históricos y material de

apoyo como CD; que den explicaciones claras con ejercicios que permitan la comprensión del tema propuesto.

Se resalta en uno de ellos el enfoque de la química orgánica con base en los mecanismos de reacción. (Pine, 1984).

- Actualidad: La mayoría de textos se escoge por la relación que establecen entre sus temas y los avances recientes en tecnologías que ellos han propiciado.
- Aplicación de Conocimientos: Se mira en el texto las secciones de tópicos aplicados según la carrera en que se sirva el curso. Ejemplo: Relaciones entre la química Orgánica y la biología, la ingeniería o las ciencias agropecuarias, etc.
- Detallados y Claros: Algunos textos tienen temas muy bien tratados y completos como es el caso de la espectroscopia, otros poseen notas aclaratorias que proporcionan ideas que complementan los temas en forma didáctica.
- Por disponibilidad del texto y costo: Se considera el acceso fácil al libro, ya sea por colección, costo o regalo.

B. Según los parámetros se encuentra que:

- En su mayoría los textos de química orgánica que más se utilizan cumplen con estas razones.
- El texto de mayor uso es el de Pine S. et al, le siguen en estricto orden (Ver diagrama #1).
- Son estos los utilizados para analizar las relaciones que ellos establecen entre teorías ácido-base y mecanismos de reacción y aplicar criterios conceptuales, epistemológicos y didácticos.

6 CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS: UNIDADES DIDÁCTICAS

Dentro de la formación inicial de profesores, merece retomarse por su importancia los elementos reflexivos y la toma de decisiones que en si constituyen la didáctica y que responden a las preguntas generales: Cual es la secuencia concreta de enseñanza que se propone?, cuales son los argumentos que justifican tal secuencia?, que actividades especificas se plantean los estudiantes?, que valoración se hacen de esas actividades dentro del objetivo general de la formación científica?, que ayudas didácticas utilizaría?.

De acuerdo con De acuerdo con Pujolás, 1997 "Los contenidos que se han de impartir se subdividen en unidades didácticas (UD) entendidas como una unidad de programación de corta duración (de 8 a 12 horas lectivas), que tiene más o menos marcado un inicio y un final, y hace referencia a un bloque de contenidos interrelacionados, lógico y coherente".

Propone también que en la programación de una UD el profesor debe:

- Determinar los objetivos de la unidad procurando que halla un equilibrio entre los que son conceptuales procedimentales y actitudinales asegurándose que haya objetivos adecuados a todos los alumnos.
- Determinar las actividades de aprendizaje, procurando que sean abiertas, realizables, a un nivel u otro, por todos los estudiantes con más o menos ayuda. También puede prever actividades con diferentes niveles de dificultad, pero todas ellas relacionadas con los mismos contenidos.
- Prever los mecanismos de ayuda - sociales o instrumentales - que ofrecerá a los estudiantes, en general y a algunos estudiantes con más dificultades, en particular, para que, progresivamente, alcancen mayor grado de autonomía en el aprendizaje de los contenidos, tanto conceptuales, como procedimentales, en la realización de las tareas propuestas para este aprendizaje.

Tener en cuenta que en cada secuencia pueden distinguirse 3 momentos diferentes, al inicio de la UD, durante ésta y al final de ésta - cada uno de los cuales se caracteriza por unas determinadas estrategias de enseñanza y aprendizaje que se dan en él de forma preeminente.

Al inicio de una unidad didáctica se tiene en cuenta estrategias de enseñanza y aprendizaje relacionadas con la atribución de sentido por parte del alumno a lo que se le propone que aprenda durante la unidad: Motivación, comunicación de objetivos comprobación de la representación que el alumno se hace de estos objetivos y la activación de las ideas previas de los alumnos.

Durante una unidad didáctica: se pone en practica estrategias de enseñanza y aprendizaje relacionadas con la construcción compartida de conocimiento entre el profesor y los alumnos y entre los mismos alumnos; el traspasó progresivo del control del profesor hacia los alumnos en la planificación y ejecución de las tareas, de manera que los alumnos aumenten progresivamente su autonomía en relación con el profesor, la cooperación de los alumnos dentro del grupo y en le grupo clase en general y la evaluación formativa por el profesor y los compañeros controlando los posibles errores, se presentan los nuevos contenidos .

Al final de una unidad didáctica: las actuaciones se determinan con la aplicación de estrategias de aprendizaje y enseñanza relacionadas con la apropiación de los criterios de evaluación por parte del alumno y con la recuperación de los objetivos que no hallan logrado.

Para Sánchez, B. G. el AI (1997) con relación a las unidades didácticas propone: “nos parece necesaria la realización de trabajos sobre planificación de unidades ya que en el proceso de elaboración permite la integración de elementos como: la profundización de los conocimientos científicos, la incorporación de hallazgos

didácticos y por supuesto la propia experiencia práctica de los profesores”. Del trabajo reportado por De Pro Bueno, A. (1999). se retomo el cuadro que ellos proponen para la elaboración de dichas unidades el cual será descrito en los anexos.

7. CONCLUSIONES.

- En los textos de química orgánica, generalmente se incluye un aparte sobre las teorías ácido-base haciendo énfasis con mayor o menor profundidad en una de ellas; sin embargo para explicar los mecanismos de reacción se centran fundamentalmente en la teoría de Lewis .
- En ninguno de los textos consultados de química orgánica se hace alusión a la detección de preconceptos de los estudiantes sobre el tema.
- A través del desarrollo del proyecto se evidencia la necesidad y beneficios de la enseñanza explícita, planeada y sistemática de estrategias de aprendizaje que ayuden a que el estudiante se pueda convertir en autogestionador de sus propias estrategias.
- Parece probable el poder potenciador que sobre el aprendizaje tiene el uso de estrategias encaminadas a desarrollar la capacidad para reflexionar y controlar autónomamente los procesos cognitivos.
- Es común encontrar estudiantes universitarios que no han logrado acceder a la comprensión de los conceptos químicos por deficiencias en la enseñanza de esta asignatura referidas ante todo a la falta de claridad y de relaciones entre los conceptos científicos que forman la estructura teórica de la química.
- En cuanto a efectos visibles de la aplicación de este proyecto a la enseñanza de los mecanismos de reacción con fundamento en las teorías ácido-base es notable la gran mejoría en la elaboración y presentación de informes de laboratorio, así como en la introducción del lenguaje científico en su discurso;

hecho que no se repite al presentar pruebas escritas, proceso durante el cual se nota nuevamente la parquedad de argumentos.

- Se observa bastante diferencia en cuanto a la cantidad, calidad, validez y pertinencia de los argumentos que los estudiantes de ambos grupos utilizan en las diferentes sustentaciones, hacia el final del curso, notándose mayor poder argumentativo, en el grupo experimental.
- La utilización de herramientas de software durante el curso abrió otra perspectiva en la medida en que el estudiante “ve” una representación de conceptos que hasta entonces eran para él muy abstractos.

BIBLIOGRAFIA

- ASIMOV, Isaacs. Breve historia de la Química. Alianza Ed. Madrid, 1982.
- AUSUBEL, D. P. Novak, J. D. Y Hanesian, H. Psicología Educativa. México, Trillas 2º ed. 1983.
- BAILEY P.S., Bailey C.A., Química Orgánica Editorial Prentice Hall, Quinta edición, 1995.
- BARCENAS, S., Calatayud M. L. Y Furió C., Dificultades en el aprendizaje y la enseñanza de las reacciones ácido-base. Enseñanza de las Ciencias. No Extra V Congreso, Barcelona, España, 1997.
- CAAMAÑO, A. “Concepciones de los estudiantes sobre la estructura de la materia y los cambios estructurales en una reacción química. Enseñanza de las ciencias Número Extra. V Congreso. Barcelona- España, 1997.
- CAÑAL, P. ¿Cómo analizar y evaluar las estrategias de enseñanza de las ciencias?. Enseñanza de las Ciencias. Número extra. V Congreso. España. 1997. p. 51.
- CAREY, F. Química Orgánica. Tercera edición. Editorial Mc-Graw Hill. Madrid. 1999.

- CARUSO, F. Castro M., Rocha A., Y Scandrolí N. Propuesta didáctica para la enseñanza aprendizaje del equilibrio químico. Enseñanza de las Ciencias Número Extra. V Congreso. Barcelona- España 1997.
- DE PRO BUENO, ANTONIO. Planificación de unidades didácticas por los profesores: Análisis de tipo de actividades de enseñanza. Enseñanza de las ciencias, Barcelona, España 1999, 17(3) 411-429.
- DOMÍNGUEZ J.M., García, Rodeja E. Illobre M. L. Y Pro A. Esquemas conceptuales de los alumnos de secundaria sobre el modelo de partículas de la materia. Enseñanza de las ciencias. Número Extra. V Congreso Barcelona España, 1997.
- FESSENDEN Ralph J-, Fessenden. Joan S. Química Orgánica. Grupo Editorial Iberoamérica. México, 1983.
- FURIÓ Carles, Ascona Rafael y Guisasola Jenaro: Dificultades conceptuales y Epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol. Enseñanza de las ciencias. Volumen 17 No. 3, Noviembre de 1999. Barcelona- España.
- FURIO, C, CALATAYUD, M. L. y BARCENAS, S. Deficiencias epistemológicas en la enseñanza de las reacciones ácido base y dificultades de aprendizaje. Ciencia y Tecnología, Bogotá. 2000, 7, p. 5 – 21.
- GARCÍA JOSÉ JOAQUÍN. Didáctica de las ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Universidad de Antioquia. Colciencias BID, Medellín. 1998.
- _____. El desarrollo del pensamiento químico, memorias del primer Encuentro de profesores del Departamento de Enseñanza de las Ciencias y las Artes. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia. Medellín, 1996.
- HENAO B., CARDONA G. y RODRÍGUEZ J. Los textos de química: Un análisis crítico desde la perspectiva epistemológica, científica y didáctica. Educación y pedagogía. Volumen XI No. 25. 1999. p.p. 209-220
- HERNÁNDEZ, C.A. Hacia la Construcción Colectiva del Conocimiento. La investigación en la enseñanza de las ciencias a finales del siglo xx. Serie Los Cuadernos de la Escuela. Ediciones de la Tekhné I.T.M. Medellín. 2001.

- JIMÉNEZ L. María Rut. Contenidos relacionados con los procesos ácido base: diagnóstico y propuestas didácticas al nivel universitario. Tesis doctoral. Departamento de didáctica de las ciencias experimentales. U. de Granada. España. 2000.
- KUHN, T. S. The structure of Scientific Revolutions. University of Chicago Press. 1962. (Trad. Al castellano por A. Contin. México 1971)
- MC MURRY, John. Química Orgánica Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1994.
- MOELLER, Therald. Química Inorgánica. Ed. Reverté, 3 ed. Mexico, 1961, p 281.
- MONEREO C. y CASTELLO M. Las estrategias de aprendizaje. Cómo incorporarlas a la practica educativa. EDEBE. Barcelona, 1997
- MONEREO, C. y CLARIANA, M. Profesores Y Alumnos Estratégicos. Cuando Aprender Es Consecuencia De Pensar. Pascal investigación educativa. Madrid. 1993.
- MORRISON ROBERT THORTON. Morrison R. B. Química Orgánica Addison-Wesley Iberoamericana. Estados Unidos de América, 1990.
- NOVAK, J. D. Y GOWIN, D. B. Aprendiendo a aprender. traducción de J. M. Campanario y G. Campanario. Editorial Martínez Roca. España. 1988.
- PINE, Stanley H., HENDRICKSON James, B-CRAM Donald J. y HAMMOND George S. Química Orgánica Editorial Mc Graw Hill, Cuarta Edición. México 1982 .
- PEARSON, RALPH G. Recent Advances in the Concept of Hard and Soft Acids and Bases. Journal of Chemical Education . Vol 64 n° 7. julio p 1987.
- POZO, Juan Ignacio, MONEREO, Carlos. El aprendizaje estratégico. Enseñar a aprender desde el Currículo. Aula XXI. Santillana 1999. Torrelaguna 60. Madrid. España.
- PUJOLÁS Maset Pere: Los grupos de aprendizaje cooperativo. Una propuesta metodológica y de organización del aula, favorecedora de la atención a la diversidad. Aula de Innovación Educativa # 59, año VII. Barcelona, Abril 1997.
- HERNÁNDEZ S., Roberto; FERNÁNDEZ C. Carlos y BATISTA L. Pilar. Metodología de la investigación. Mc-Graw Hill. México. 1998.

SÁNCHEZ G y VALCARCEL M. V, La planificación de unidades didácticas en la formación permanente del profesorado de ciencias. Dimensión subjetiva del contenido de formación. Enseñanza de las ciencias.

SARDA, A. y SANMARTÍ, Enseñar a Argumentar Científicamente: Un Reto De las Clases De Ciencias. Enseñanza de la Ciencias, 2000, 18(3) p. 405 – 422

SOLOMONS G. T.W Química Orgánica. Editorial Limusa Wiley, México, 1999.

SOLSONA, N. e IZQUIERDO M: La construcción del concepto de cambio químico enseñanza de las ciencias, número extra. V Congreso. Barcelona-España 1997.

TORRE PUENTE, Juan Carlos. Aprender a pensar. Pensar para aprender. Estrategias de Aprendizaje. Ministerio de Educación y Ciencias. Narcea, S.A.. de ediciones 3º, ed. Madrid 1997.

TOULMIN S. La comprensión humana: El uso colectivo de los conceptos. Alianza editorial. Madrid, España. 1977.

VEGA, P., GARCIA, S., MARTINEZ, C. y MONDELO, M. La V de Gowin como instrumento para la enseñanza – aprendizaje de las ciencias en la formación inicial del profesorado. Enseñanza de las Ciencias. Número extra. V Congreso. España. 1997. p.51

WADE L.G., JR. Química Orgánica Segunda Edición. Prentice Hall. México, 1993.

ANEXOS 1. Criterios para el análisis de los Textos Escolares de Química

PARA VISUALIZAR EL CONCEPTO DE CIENCIA PRESENTE EN EL TEXTO

*Presenta la ciencia y el conocimiento científico como:

- ¿Verdadero, universal y único?
- ¿Construcción humana condicionada y comprometida?

*Se refiere a la metodología científica:

- ¿Cómo un método único, conjunto de etapas ordenadas para el éxito y de naturaleza infalible?
- ¿Refiere diferentes estrategias metodológicas para acceder al conocimiento?

*Con respecto a los contenidos:

- ¿Presenta los contenidos como “productos” y hechos probados?
- ¿Problematiza el conocimiento y presenta explicaciones?

*¿Incorpora el texto investigación actual en Química? (visión contemporánea de la ciencia)

*¿Se refiere el texto al lenguaje y la lógica cuánticas y a sus implicaciones filosóficas?

UNA MIRADA HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICA SOBRE EL TEXTO

* ¿Incluye el texto los estudios históricos de la Química?

- * ¿Permite el texto un rastreo histórico y epistemológico de los conceptos al ubicarlos en sus respectivas teorías?
- * ¿Hace el texto alusión a las comunidades científicas y a su papel en la construcción de conocimiento?
- * ¿Cómo se plantea en el texto la relación entre conocimiento común, científico y escolar?
- * ¿Qué estatus epistemológico da a la realidad - observación , experimentación- y a la racionalización o teorización?
- * ¿Cuál es el estatus que se da a la matematización de los conceptos?.
- * ¿En que forma se presentan en el texto las relaciones entre ciencia-tecnología y sociedad (C.T.S.).

PARA DEVELAR LA PROPUESTA DIDÁCTICA PLANTEADA EN EL TEXTO

- * La propuesta didáctica tiene como eje central:
 - Los contenidos y/o los objetivos.
 - Problematización del conocimiento (elaboración de explicación y significados).
- * **¿Los contenidos se presentan como productos disciplinares y se ordenan en una secuencia acorde con la lógica formal de la Química?**

*** ¿Plantea el texto actividades y momentos metodológicos que favorecen la construcción del conocimiento escolar con base en la comprensión, la creatividad y la reflexión?**

•¿Se involucran paradigmas actuales en didáctica tales como el análisis de ideas alternativas y la autorregulación del aprendizaje?

*** ¿Qué modelo de aprendizaje, - tradicional , por descubrimiento o constructivista - , subyace en el texto?**

***¿Qué paradigma de evaluación se plantea en el texto?**

En relación con la arquitectura del texto, desde la perspectiva didáctica .

*** Pertinencia e implicación de los dibujos, fotografías, gráficos, íconos, lecturas, tablas y en general la información no textual.**

ANEXOS 2. Cuestionario pretest-postest

CUESTIONARIO

A continuación aparece una serie de problemas de selección múltiple, favor señalar la respuesta que considere correcta, explicando la razón de su escogencia, en cada caso.

1. Si se encienden dos velas y una de ellas se cubre con un vaso de vidrio (como se observa en la figura), al poco tiempo:



- Las dos velas continúan encendidas
 - La vela cubierta por el vaso se apaga
 - Las dos velas se apagan
 - Otra respuesta
2. Se pesa un trozo de madera recién cortado y, después de un mes de tenerlo almacenado bajo techo, llega el comprador que desea volver a pesar el trozo de madera, éste:
- Peso menos
 - Pesa igual
 - Pesa más
 - Otra respuesta
3. Por lo general, los compuestos orgánicos oxigenados, se disuelven en ácido sulfúrico concentrado, lo cual puede explicarse por :
- El establecimiento de puentes de hidrógeno con el azufre
 - Estos compuestos se comportan como bases Bronsted-Lowry en presencia del ácido sulfúrico
 - El ácido sulfúrico rompe los enlaces del oxígeno, liberándolo del compuesto
 - Otra respuesta
4. Cuando a un vaso con agua se le agrega una pastilla efervescente (aspirina). La mayor parte de las burbujas que se desprenden son de:
- Agua
 - Dióxido de carbono
 - Aspirina
 - Otra respuesta
5. Se vierte alcohol etílico en un recipiente de vidrio destapado y al ponerlo en contacto con un fósforo encendido, al aire libre, sucede que:

- a. El alcohol etílico se evapora en su totalidad
 - b. El alcohol etílico se transforma en agua y dióxido de carbono
 - c. El alcohol etílico desaparece
 - d. Otra respuesta
6. El conjunto de compuestos orgánicos que presentan propiedades comunes, hace referencia a:
- a. Hidrocarburos saturados
 - b. Función química
 - c. Grupo funcional
 - d. Otra respuesta
7. La parafina, material con el cual se fabrican las velas, presenta en su estructura, el grupo funcional:
- a. Ácido graso
 - b. Hidrocarburo
 - c. Sal orgánica
 - d. Otra respuesta

8. La diversidad de compuestos orgánicos se atribuye a:
- Su abundancia en la corteza terrestre
 - A la biodiversidad
 - Las diferentes clases de enlace que forma el carbono consigo mismo y con otros elementos
 - Otra respuesta
9. El orden de acidez de las siguientes sustancias es:
- $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)-OH} < \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO}_2\text{H} < \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
 - $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH} < \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3 < \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO}_2\text{H}$
 - $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3 < \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH} < \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO}_2\text{H}$
 - Otra respuesta

Para las preguntas 10 y 11 utilice la siguiente información:

En la siguiente tabla se organizan filas y columnas de algunas sustancias orgánicas:

	1	2	3
1	$\text{CH}_3\text{-OH}$	HCHO	HCOOH
2	$\text{H}_3\text{CCH}_2\text{OH}$	P	Q
3	Z	$\text{H}_3\text{CH}_2\text{CHO}$	$\text{H}_3\text{CCH}_2\text{COOH}$

10. De acuerdo con la tabla, es correcto afirmar que las sustancias de la:
- Columna 1 y 3 tienen el mismo grupo funcional
 - Columna 3 tiene propiedades químicas similares
 - Fila 1 tienen las mismas propiedades por tener un átomo de Carbono
 - Otra respuesta
11. Se tienen acetaldehído $\text{CH}_3\text{-CHO}$, ácido acético $\text{CH}_3\text{-CO}_2\text{H}$ y n-propanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$. De acuerdo con sus características, estos compuestos podrían ubicarse, respectivamente en las casillas:
- P, Q y Z
 - P, Z y Q
 - Q, P y Z
 - Otra respuesta
12. Cuando el ácido maleico se calienta a 200°C se deshidrata y se transforma en anhídrido maleico. El ácido fumárico, un isómero del ácido maleico, requiere de una temperatura mucho más alta para deshidratarse y, cuando lo hace, también genera anhídrido maleico. Una explicación probable para ello es que:
- El ácido maleico presenta menor masa molecular que el ácido fumárico
 - El ácido fumárico tiene menor volumen que el fumárico

- c. El ácido maleico se deshidrata rápidamente; mientras que el fumárico debe isomerizarse a maleico para que ocurra el cambio a anhídrido
- d. Otra respuesta

13. El reactivo de Tollens permite diferenciar los aldehidos de las cetonas, en tanto que solo oxida a los aldehidos. Tres recipientes contienen respectivamente acetona, propanal y hexano. Debido a que las etiquetas se borraron, se tomaron 2 muestras de cada recipiente y se realizaron 2 pruebas de identificación como se muestra en la siguiente tabla. Lo más probable es que los recipientes P, Q y R contenían respectivamente:

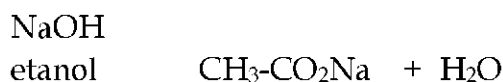
Compuesto	Tollens	Adición de Hidrógeno
P	Se oxida	Adiciona H
Q	No se oxida	Adiciona H
R	No se oxida	No adiciona H

- a. hexano-propanal-acetona
- b. propanal-acetona-hexano
- c. propanal-hexano-acetona
- d. Otra respuesta
14. En la reacción $C_6H_6 + M \rightarrow$, en presencia de tricloruro de aluminio para producir ácido clorhídrico más fenil-metil-cetona, el reactivo M que ud. emplearía para obtener esos productos, será:
- a. Propanona
- b. Cloruro de acetilo.
- c. 1-cloropropanona
- d. Otra respuesta
15. El metano y el cloro son gases; cuando se mezclan y se ilumina una mezcla de ellos, ocurre una reacción que produce: CH_3Cl , CH_2Cl_2 , $CHCl_3$, CCl_4 y HCl . El mecanismo que mejor explica la reacción es el de:
- a. Sustitución nucleofílica
- b. Sustitución por radicales libres
- c. Sustitución electrofílica
- d. Otra respuesta
16. El eter dietílico y el butanol son igualmente solubles en agua, pero el punto de ebullición del butanol es $83^\circ C$ más elevado que el del eter dietílico, esto se debe a que:
- a. Tienen el mismo grupo funcional
- b. El grupo funcional de uno de ellos forma más fácilmente puentes de hidrógeno.

¿Que sustancia tiene el mayor numero de características de un compuesto orgánico?

- a. I
- b. II
- c. III
- d. Otra respuesta

21. Dada las siguientes ecuaciones:



El ácido etanóico se comporta:

- a. Como ácido Bronsted-Lowry, frente a los dos
- b. Como base Bronsted-Lowry, frente a los dos
- c. Como base Lewis frente al ácido y como ácido Lewis frente a la base
- d. Otra respuesta

22. Cuando el bromuro de terbutilo sufre solvólisis en una mezcla de metanol/agua, la rapidez de solvólisis (medida por la rapidez con la cual se forman los iones bromuro en la mezcla), aumenta cuando el porcentaje de agua es mayor. Esto se debe a:

- a. Un aumento en la polaridad del sistema agua/metanol
- b. La mayor polaridad del metanol
- c. Que ocurre desestabilización en el estado de transición
- d. Otra respuesta

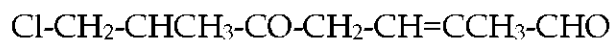
23. Cuando se halógena el n-propano, el porcentaje de monocloración será mayor para la formación de:

- a. 3-dicloropropano
- b. 1-cloropropano
- c. 2-cloropropano
- d. Otra respuesta

24. Los ácidos carboxílicos son ácidos Bronsted-Lowry más fuertes que los fenoles debido a efectos:

- a. Estéricos b. Resonantes c. De concentración d. Otra respuesta

25. El nombre IUPAC de la siguiente estructura, es:



- a. 2,5-dimetil,6-cloro,2-hepten-1,4diona
b. 4-ceto,2-cloro-3,4-dimetil,5-heptenal
c. 4-ceto,6cloro, 2,5-dimetil-2heptenal
d. Otra respuesta

26.Cuál de las siguientes propiedades del D(+) 2-clorobutano es diferente de las del

L(-)2-clorobutano:

- a. Punto de ebullición b. Solubilidad en agua c. Rotación óptica d. Otra respuesta

27. Cuando ocurre un derrame de petróleo sobre una fuente de agua, muchas de las especies acuáticas no sobreviven debido a que:

- a. La capa de petróleo envenena a las especies acuáticas
- b. Se cambia el pH del medio
- c. La capa de petróleo impide el intercambio gaseoso con el agua.
- d. Otra respuesta

28. El clorometano no es soluble en agua a pesar de ser polar ($\mu = 1.87 \text{ D}$). Una razón para ello es que:

- a. El clorometano posee muchas fuerzas London
- b. El clorometano es un gas incoloro
- c. El clorometano no forma puentes de hidrógeno con el agua
- d. Otra respuesta