



**TECNOLOGICO  
DE MONTERREY**

**UNIVERSIDAD VIRTUAL  
ESCUELA DE GRADUADOS EN EDUCACIÓN**

**APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE CONCEPTOS QUÍMICOS, A  
TRAVÉS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESTUDIANTES  
DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES**

**TESIS**

**Que para obtener el grado de  
Maestría en Educación  
con acentuación en procesos de Enseñanza Aprendizaje**

**Presenta:**

**LUIS JAVIER NARVÁEZ ZAMORA**

**Asesora**

**Maestra MARÍA DEL ROBLE MENDIOLA DELGADO**

**Neiva, Colombia**

**Diciembre 2007**

**APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE CONCEPTOS QUÍMICOS, A TRAVÉS DE  
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN  
CIENCIAS NATURALES**

**Por:**

**LUIS JAVIER NARVÁEZ ZAMORA**

Aprobado por los sinodales:

---

Dr. Armando Lozano Rodríguez

---

Mtra. María del Roble Mendiola Delgado

---

Mtra. Iliana Enid López Flores

---

Mtra. María Rosalía Garza Guzmán

Diciembre 13 de 2007

## **Dedicatorias y Agradecimientos**

A mamá, quien ya no está conmigo pero siempre me apoya, a Edith del Rosario mi esposa, a George Louis, Carolina y Luz Edith, mis hijos, quienes con su amor, comprensión e inteligencia, supieron apoyarme incondicionalmente.

Complementariamente debo agradecer a la Universidad Surcolombiana de Neiva y a la Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey por haber permitido el espacio necesario para mi perfeccionamiento docente.

A todos mis maestros y en especial a mi asesora de tesis la Maestra María del Roble Mendiola Delgado por sus valiosísimas sugerencias y recomendaciones, por su dimensión integral como maestra.

Por igual un agradecimiento y a la vez un reconocimiento a mis estudiantes del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana de Neiva, Colombia, por haber posibilitado este estudio investigativo.

# **APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE CONCEPTOS QUÍMICOS, A TRAVÉS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES**

## **Resumen**

El presente informe se corresponde con el resultado de un trabajo investigativo de tipo cuantitativo, donde se plantea la aplicación de una alternativa didáctica en la búsqueda de aprendizaje significativo de conceptos inherentes a la temática de soluciones químicas, la cual es desarrollada en el primer curso de química de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana de Neiva, Colombia y es aplicable en otros programas de educación superior afines a la química o que la necesitan como sustento conceptual. Igualmente la propuesta puede ser aplicada y validada en la educación básica secundaria y media colombianas, o en otros países donde igualmente el estudio de estos conceptos son de obligada revisión y estudio.

La propuesta plantea el objetivo de utilizar la estrategia de la resolución de algunos problemas cruciales del campo temático para alcanzar su aprendizaje significativo, a la luz constructivista del aprendizaje por investigación como una alternativa pedagógica diferente a la convencional que privilegia el aprendizaje mecánico-memorístico.

La investigación se inicia definiendo los preconceptos que sobre la temática de soluciones químicas, posee en su estructura cognitiva, un grupo de 36 estudiantes matriculados en el primer periodo académico del año 2007 en el curso de Química General; una vez caracterizada su estructura cognoscitiva inicial, se forman diez grupos de trabajo y cada uno recibe un problema inherente a la temática objeto de estudio; su resolución a través de estrategias propuestas por Perales, Álvarez, Fernández, García, González y Rivarrosa (2000); García (2003) y Lozano (2006), le demanda a cada grupo entre 18 y 24 horas de trabajo colaborativo, a través del cual intentan varias alternativas de solución, para finalmente

seleccionar una que se ajuste a las necesidades conceptuales del problema. Resueltos los problemas se caracteriza la estructura cognoscitiva final, cuyos resultados se contrastan estadísticamente con los iniciales, para determinar la efectividad y eficacia de la estrategia didáctica seleccionada.

Al tenor de los principios deontológicos, el grupo objeto de estudio fue informado previamente de la pretensión investigativa del autor, como también fueron presentados los resultados derivados de la misma, obviamente sin hacer ningún señalamiento de índole personal.

La información se recaba con un cuestionario donde se seleccionan los conceptos más importantes de las soluciones químicas, sus respuestas se someten al rigor de una escala Likert; el instrumento se somete a las pruebas básicas de validez y confiabilidad propuestas por Cohem y Swerdlik (2001a, 2001b), para determinar si mide lo que tiene que medir y si al ser aplicado en periodos de tiempo diferentes arroja resultados similares. Igualmente el instrumento una vez construido se sometió a una prueba piloto para optimizarlo al tenor del tipo de estudio. El juicio de expertos en cuanto a la validez lo profieren los 3 profesores del área de química de la licenciatura y 6 asesores de práctica pedagógica, quienes tienen el mismo nivel académico de los primeros. El instrumento en referencia sirve para estimar la estructura cognoscitiva inicial del grupo, y sirve también para hacerlo con la estructura cognoscitiva final o punto de llegada conceptual.

Los resultados muestran que el grupo seleccionado posee un 64.20% de los conocimientos básicos correspondientes a las soluciones químicas y que como producto de la implementación didáctica de la resolución de problemas se alcanza un 76.67% de manejo conceptual, es decir, se genera un avance del 15.47% en el manejo de los conceptos objeto de estudio, promedio que supera el 5% para considerar significativa la experiencia, Runyon y Haber (1986).

La comprobación de la hipótesis propuesta demuestra que el grado de aprendizaje significativo adquirido por el grupo de estudiantes, como fenómeno o variable dependiente, se debe a la estrategia didáctica de resolución de problemas, como determinante o variable independiente. Este hallazgo le permite al autor postular a la resolución de problemas como una alternativa para facilitar la construcción del aprendizaje significativo de conceptos inherentes a las soluciones químicas y plantear esta estrategia didáctica de aprendizaje por investigación para ser aplicada a cualquier concepto químico como de cualquier otro campo del saber humano para lograr el conocimiento significativo.

# Contenido

<b>Dedicatorias y Agradecimientos</b>	<b>iii</b>
<b>Resumen</b>	<b>iv</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>ix</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>ix</b>
<b>Capítulo 1. Planteamiento del Problema</b>	<b>10</b>
1.1 Contexto	13
1.2 Definición del Problema de Investigación	13
1.3 Preguntas de Investigación	14
1.3.1 Hipótesis.	14
1.4 Objetivos de la Investigación	14
1.6 Beneficios Esperados	17
1.7 Delimitación y Limitaciones de la Investigación	18
<b>Capítulo 2. Marco Teórico</b>	<b>20</b>
2.1 Fuentes Teóricas del Modelo y Líneas de Investigación	28
2.2 Definición de Conceptos	29
2.2.1 Aprendizaje significativo.	29
2.2.1.1 Tipos de aprendizaje significativo	31
2.2.2 Resolución de problemas y creatividad	33
2.2.2.3 Soluciones o disoluciones químicas	39
<b>Capítulo 3. Metodología</b>	<b>43</b>
3.1 Enfoque Metodológico	43
3.2 Contexto Sociodemográfico: Población de Estudio y Participantes	44
3.3 Población y Muestra	45
3.4 Instrumentos	46
3.5 Procedimiento de Investigación	47
3.5.1 Etapa preliminar	47
3.5.2 Etapa de ejecución.	50
3.5.3 Etapa de análisis de resultados	50
3.5.4 Recolección de datos	50
3.5.5 Tipo de análisis	51
3.5.6 Manual de codificación	53
<b>Capítulo 4. Resultados</b>	<b>54</b>
4.1 Estructura Cognoscitiva Inicial del Grupo Objeto de Estudio	54
4.2 Estructura Cognoscitiva Final del Grupo Objeto de Estudio	57
4.3 Diferencia de Aprendizaje Significativo Alcanzado	61

<b>4.4 Prueba de Hipótesis</b>	<b>62</b>
<b>4.5 Análisis Complementario: Proceso de Resolución de Problemas</b>	<b>63</b>
<b>Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>71</b>
<b>Referencias</b>	<b>76</b>



## Índice de Tablas

Tabla 2.1. Ideas afines al problema de investigación.....	41
Tabla 3.1. Índices de validez y confiabilidad del cuestionario.....	49
Tabla 3.2. Cuantificación de las respuestas de los conceptos objeto de estudio.....	52
Tabla 3.3. Cuantificación de las respuestas de los conceptos objeto de estudio.....	52
Tabla 3.4. Manual de codificación de variables.....	53
Tabla 4.1. Estructura cognoscitiva inicial.....	54
Tabla 4.2. Medidas de tendencia central del pretest.....	56
Tabla 4.3. Estructura cognoscitiva final.....	58
Tabla 4.4. Medidas de tendencia central del pos-test.....	59

## Índice de Figuras

Figura 4.1. Grado de significación inicial de los conceptos objeto de estudio.....	56
Figura 4.2. Grado de significación final de los conceptos objeto de estudio.....	59
Figura 4.3. Diferencias de la estructura cognoscitiva.....	61
Figura 4.4. Prueba de hipótesis.....	62

## Capítulo 1. Planteamiento del Problema

### Introducción

La preocupación del autor como profesional de la educación de este, el siglo del conocimiento, se concentra en los procesos de aprendizaje de las ciencias naturales, una de las áreas de mayor dificultad conceptual para su aprendizaje en todos los niveles de educación, debido fundamentalmente a la incidencia de las estrategias didácticas usadas para su enseñanza, derivadas casi en su totalidad del conductismo, Este modelo educativo centrado en la transmisión del conocimiento, de amplio uso y aplicación mundial requiere ser replanteado por otro, donde quien aprende, sea el responsable de su aprendizaje; la postura de Novak frente a esta circunstancia es preocupante, además de interesante: “nadie enseña a nadie, ni nadie aprende por mi, quien quiere aprender lo hace por voluntad propia”, obviamente que necesita un guía un facilitador conceptual, un maestro interesado en que los estudiantes aprendan, un mediador entre el estudiante y el conocimiento.

Esta propuesta plantea el uso de la resolución de problemas como estrategia didáctica para alcanzar el aprendizaje significativo de algunos conceptos pertenecientes a la temática de las soluciones químicas. La estrategia educativa busca evitar que la enseñanza se traduzca en la incorporación arbitraria del conocimiento en la estructura cognitiva del estudiante; para ello se requieren tres condiciones no muy difíciles de alcanzar, primero la decisión autónoma del estudiante para aprender, su disposición emocional y actitudinal, en segundo lugar, el material de aprendizaje debe tener una estructura interna lógica y organizada, susceptible de dar lugar a la construcción de significados, finalmente y como tercera condición, el estudiante debe ser capaz de vincular sustancialmente el nuevo material de aprendizaje con sus preconceptos.

Esta estrategia le permite al maestro organizar su accionar cotidiano, empleando algunas acciones sencillas como: caracterizar la estructura cognitiva inicial de sus estudiantes para poder implementar una estrategia didáctica pertinente a la necesidades conceptuales de ellos,

Ausubel al resumir su obra magna plantea esta idea en las siguientes palabras: “averígüese lo que el estudiante ya sabe y enséñese consecuentemente”. Para ello se hacen necesarios los organizadores previos que favorezcan la creación de relaciones adecuadas entre los saberes previos y los nuevos. Los organizadores tienen la finalidad de facilitar la enseñanza receptivo significativa, con lo cual, sería posible considerar que la exposición organizada de los contenidos, propicia una mejor comprensión, Caldeiro (2005), entre esos organizadores se ubican los problemas, cuya resolución cumple con la finalidad antes propuesta.

Una vez caracterizada la estructura cognitiva inicial se hace necesaria la interacción directa del docente con los conceptos que el estudiante necesita aprender, es decir otorgarles los significados apropiados; para ello se requieren materiales potencialmente significativos y la guía del maestro cuyo papel central es llevar al estudiante hacia el aprendizaje de conceptos, sin definirle uno solo de ellos con el objetivo de que sea el responsable de esa tarea y logre el aprendizaje significativo planteado.

La investigación pretende demostrar que el empleo de la resolución de problemas es una buena estrategia para alcanzar el aprendizaje significativo, a la luz del enfoque constructivista denominado aprendizaje por investigación, Gil (1987); Pozo y Gómez Crespo (2006). Para empezar se hace necesario precisar que los paradigmas educativos denominados conductismo, cognitivismo y constructivismo poseen una intencionalidad muy clara en cuanto hace referencia al objeto y al sujeto del aprendizaje; el primero pretende modificar la conducta de quien aprende, mientras que los otros dos buscan un cambio en el significado de las experiencias de aprendizaje. Esta diferencia establece el campo de accionar del aprendizaje mecánico centrado en el pensamiento y el aprendizaje significativo, interesado tanto en el pensamiento como en la afectividad, complementos para enriquecer el significado de la experiencia humana.

La investigación se ubica en el campo del aprendizaje significativo, el cual no sólo se interesa por la cantidad de información, sino por los conceptos y proposiciones y la manera como se organizan, así como de su grado de estabilidad conceptual. El aprendizaje es

significativo cuando la nueva información es relacionada de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el estudiante ya sabe. El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información se asocia con un concepto relevante (subsunor en términos de Ausubel) preexistente en la estructura cognitiva, donde encuentra información que facilita su incorporación significativa, para establecer una interacción de significados que finalmente modifican de alguna forma la estructura cognitiva.

Para el caso del aprendizaje mecánico, característico del modelo conductista, este se produce cuando la nueva información no encuentra subsunores adecuados, para almacenarse arbitrariamente en la estructura cognitiva y ser usado luego en forma mecánica como conocimiento aislado, Galagovsky, (2004). Esto no quiere decir que no pueda ser significativo; a este estado puede llegar si posteriormente establece relaciones conceptuales no arbitrarias y sustanciales. El aprendizaje mecánico no debe concebirse sin asociaciones conceptuales, algún tipo de nexo lejano debe establecerse, diferente al ocurrido con el aprendizaje significativo. El aprendizaje mecánico en consecuencia es el punto de partida para el aprendizaje significativo, sobre todo para nuevos cuerpos de conocimiento.

Durante el aprendizaje mecánico, la nueva información se presenta al estudiante en su forma final, sólo se le exige que lo internalice o incorpore para que pueda recuperarlo o reproducirlo en un momento posterior.

En el aprendizaje significativo, la nueva información no se presenta en su totalidad, le corresponde al estudiante reconstruir significados para luego ser incorporados significativamente a su estructura cognitiva para reorganizarla. La adquisición del aprendizaje significativo requiere de algunas condiciones bien definidas: lo primero es la disposición decidida del aprendiz por aprender, sin ella, puede interactuar con los mejores maestros del mundo sin éxito, igualmente, el material con el cual se acceda a la nueva información debe ser potencialmente significativo, es decir que permita la relación sustancial, relevante y no arbitraria con los preconceptos. También se requiere de un maestro guía, alguien que sea capaz de

dinamizar el proceso de resignificación conceptual cuando este tienda a estancarse; su papel es buscar la interacción de la nueva información con la preexistente, jamás presentarla terminada, dejándole siempre esa responsabilidad al estudiante. Finalmente, el aprendizaje así construido necesita ser puesto a prueba en situaciones específicas de aplicabilidad de la vida cotidiana o frente a nuevos cuerpos de conocimiento.

## **1.1 Contexto**

La investigación se efectúa en el Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, adscrito a la facultad de Educación de la Universidad Surcolombiana ubicada en la ciudad de Neiva, capital del departamento del Huila, ubicado en la región centro occidental de Colombia. La población objeto de estudio se corresponde con los estudiantes del primer semestre, matriculados en el curso de Química General del primer periodo académico del año 2007, este curso se corresponde con el inicio del eje de profesionalización docente correspondiente a su formación en química. Este curso contiene la conceptualización necesaria y suficiente para establecer la base o plataforma cognitiva, sobre la cual descansan las demás experiencias académicas en este saber disciplinar, que entre otras cosas se pone en acción cuando los estudiantes accedan a su práctica pedagógica. La temática escogida se encuentra ubicada en el microdiseño curricular del curso, adoptado por el comité de currículo del Programa.

## **1.2 Definición del Problema de Investigación**

En esencia, este proyecto de investigación pretende establecer una aproximación al aprendizaje significativo de los conceptos relacionados con las soluciones químicas, en estudiantes de pregrado de licenciatura en ciencias naturales, mediante la resolución de problemas como estrategia didáctica.

En consecuencia, el reto es buscar algunas estrategias educacionales que permitan responder a la interrogante de ¿Cómo alcanzar el aprendizaje significativo en la temática propuesta, utilizando la resolución de problemas?

El aprendizaje significativo como variable dependiente o fenómeno de investigación, Giroux y Tremblay (2004) se puede cuantificar a través de instrumentos o actividades donde se pongan en acción los significados construidos por el aprendiz durante el proceso educativo, inicialmente se debe caracterizar la estructura cognitiva inicial para establecer el punto de partida conceptual, luego se incluyen algunos problemas relacionados con el concepto soluciones químicas para ser resueltos por los estudiantes y finalmente se caracteriza la estructura cognitiva final resultante.

### **1.3 Preguntas de Investigación**

Esta investigación pedagógica, dada su naturaleza experimental gira entorno a las siguientes preguntas:

¿La estrategia didáctica constructivista de la resolución de problemas permite construir aprendizaje significativo de los conceptos inherentes a la temática “soluciones químicas”?

¿Qué grado de aprendizaje significativo de los conceptos inherentes a la temática “soluciones químicas”, puede lograrse a través de la estrategia constructivista de la resolución de problemas?

**1.3.1 Hipótesis.** Las respuestas a las dos preguntas anteriores se obtienen docimando la siguiente hipótesis: “El aprendizaje significativo de los conceptos inherentes a las soluciones químicas depende del uso de la resolución de problemas”, donde la variable independiente o determinante es la resolución de problemas y su fenómeno o variable dependiente es el aprendizaje significativo. Esta hipótesis se plantea de manera exclusiva para la presente investigación y obviamente, no descarta la posibilidad de alcanzar el aprendizaje significativo mediante el empleo de otras estrategias didácticas diferentes a la resolución de problemas.

### **1.4 Objetivos de la Investigación**

Con la implementación de esta propuesta investigativa, se plantean tres objetivos puntuales, a saber:

1. Determinar el grado de aprendizaje significativo del concepto soluciones químicas, alcanzado por el grupo objeto de estudio mediante la resolución de problemas.
2. Demostrar la pertinencia de la estrategia constructivista de resolución de problemas como alternativa para alcanzar el aprendizaje significativo de los conceptos asociados a la temática “soluciones químicas”
3. Presentar para su discusión, una alternativa didáctica diferente a la convencional, en el aprendizaje de algunos conceptos pertenecientes a las ciencias naturales.

## **1.5 Justificación**

La implementación de esta propuesta investigativa pretende facilitar algunas herramientas educativas para tratar de resignificar el concepto “soluciones químicas”, inicialmente en estudiantes de pregrado, quienes a su vez serán los multiplicadores de la experiencia entre sus estudiantes del nivel de educación básica, con los cuales desarrollan su práctica docente, como futuros profesionales de la educación colombiana.

El proyecto busca materializar el enfoque constructivista de resolución de problemas en la búsqueda de aprendizaje significativo de algunos conceptos relacionados con las ciencias naturales, para que los futuros maestros de la Universidad Surcolombiana puedan mejorar su práctica profesional y de paso generar espacios de discusión pedagógica para validar la teoría propuesta.

Por otra parte, la comunidad académica surcolombiana y en especial los profesores dedicados al área de las ciencias naturales necesitan los resultados de la propuesta investigativa para mejorar su quehacer educativo.

En las dos últimas décadas se ha venido generando una comunidad de investigadores en la enseñanza de las ciencias que plantea una didáctica innovadora y su consolidación como empresa racional (Toulmin, 1972; Aliberas e Izquierdo, 1989), con un campo de dominio: la docencia de las ciencias y su investigación, con un cuerpo de conocimientos específicos y con problemas particulares (Furió y Gil, 1989). Además, pretende mediante la investigación

relacionar directamente la construcción de conocimientos de cada ciencia en particular (Biología, Física, Química...), con los procesos de enseñanza y aprendizaje de manera integral, ínter y transdisciplinaria.

La didáctica de las ciencias es una disciplina que se destaca por la búsqueda de objetivos de carácter explicativo y predictivo, (Mora, 1993), y para tal fin, está construyendo su propio lenguaje, sus formas de representación, sus metodologías de investigación y sus ámbitos de aplicación, aproximando el pensamiento cotidiano de las personas a los conocimientos aceptados por la comunidad científica, mediante la investigación en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Como constructo racional, aunque tiene sus fundamentos en la epistemología, en la psicología cognitiva y en la sociología, su cuerpo teórico no se construye únicamente mediante la combinación de estas disciplinas con las ciencias naturales, sino que además, sus didácticas específicas orientan estas relaciones con los siguientes propósitos:

- Conocer los problemas que generaron la construcción de los conocimientos, cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes (conceptos, leyes, teorías...), cómo evolucionaron, qué aplicaciones tienen (Gil, 1991).
- Conocer las metodologías propias de cada disciplina.
- Conocer las implicaciones sociales y culturales de las ciencias.
- Tener conocimientos sobre los últimos avances e innovaciones.
- Tener conocimientos de otras ciencias relacionadas para poder abordar los problemas de frontera, los intereses entre campos distintos y los procesos de integración (Gil, 1987).
- Seleccionar e integrar contenidos adecuados que den una visión amplia de las ciencias y sean asequibles para los estudiantes y susceptibles de interesarles.
- Identificar y caracterizar las ideas previas o preconcepciones de los estudiantes y maestros.



- Fundamentar y experimentar estrategias pedagógicas y didácticas tendientes a favorecer la evolución de las ideas previas o preconcepciones y su mayor aproximación a los conocimientos científicos (construcción de conocimientos), la familiarización con el trabajo científico, el desarrollo de capacidades cognoscitivas y el fomento de las actitudes hacia las ciencias, los valores, la ética y la convivencia pacífica en comunidad; en síntesis, la formación integral de los educandos.

Dentro de este contexto, se cuestiona la idea referente a que la formación de los profesores es simplemente la adición de la formación científica a la formación psicopedagógica o viceversa, sin tener en cuenta a la didáctica como eje unificador para desarrollar acciones que favorezcan mejorar la situación actual de la enseñabilidad del área de Ciencias Naturales. Para este propósito, la didáctica de las ciencias unifica en un todo estructural la formación científica, psicopedagógica y humanística de los docentes basándose en los conocimientos fundamentales de cada ciencia, en las relaciones ínter y transdisciplinarias con otras ciencias y en los aportes de la epistemología, la historia de las ciencias, la psicología cognitiva, la psicología evolutiva, la sociología y la educación ambiental, entre otras, con el propósito de favorecer la evolución de las concepciones epistemológicas, psicológicas y didácticas de los profesores tanto en formación, como en ejercicio (Medina, 1994), para que ellos le den un sentido a su labor, atendiendo a las necesidades socioculturales, científicas y tecnológicas del medio en donde ejercen su labor. Además, contribuye a la formación de los profesores, en el sentido de tomar conciencia que es más importante la construcción de una visión de mundo y de sí mismos y el fomento de los valores éticos y ciudadanos, que la simple acumulación de conocimientos (Driver y Oldham, 1986).

## **1.6 Beneficios Esperados**

En razón de la vasta aplicabilidad de la investigación aquí planteada, el autor espera contribuir con los siguientes aspectos:

1. El mejoramiento de la calidad de la educación, específicamente en la disciplina de la química, así como también en las demás áreas del saber humano de los programas de pregrado afines con la química, espacio donde se puede iniciar el cambio metodológico en cuanto hace referencia a su enseñabilidad.

2. Persuadir a los colegas maestros colombianos, latinoamericanos y del resto del planeta para que se involucren con la investigación de aula, en la búsqueda de aprendizaje significativo, empleando la estrategia de la resolución de problemas o cualquier otra estratagema constructivista.

3. Recibir los aportes y la valoración de la comunidad académica interesada en la problemática del aprendizaje significativo, a fin de optimizar las falencias cometidas durante el desarrollo de la presente investigación.

### **1.7 Delimitación y Limitaciones de la Investigación**

El planteamiento de este tema involucra tres aspectos que inciden sustancialmente con la realización del trabajo investigativo, tales aspectos se corresponden con limitaciones científicas, temporales, y espaciales que eventualmente puedan surgir, incluso sin ser previstas.

En cuanto a las limitaciones científicas se plantea la dificultad en la escogencia del material bibliográfico, el cual además de ser abundante, se encuentra diseminado en diferentes sitios del mundo, incluidas las fuentes primarias de información, cuyos autores en su mayoría son contemporáneos. Un recorrido por las diferentes bases de datos privadas y públicas, incluida la del Instituto Tecnológico de Monterrey, en la búsqueda de referencias bibliográficas actualizadas, representa un reto de tiempo, agudeza y tesitura conceptual para el autor.

Igualmente la estandarización de los instrumentos, la determinación de su validez y confiabilidad, representa cierta dificultad científica en razón a los criterios de los expertos, los cuales en algún momento dado no son de fácil acceso.

El manejo y racionalización del tiempo real, durante el cual se va a llevar a cabo el estudio, es la principal limitación temporal, se hace necesario hacer coincidir los calendarios

académicos del investigador y la institución educativa donde se llevará a cabo la investigación. Al respecto, la dedicación en tiempo dedicada a otras actividades académicas tanto del investigador como de sus coinvestigadores, juegan un papel importante en el normal desarrollo de las actividades previstas. En el mismo sentido, el periodo de vacaciones de medio año se constituye en otra amenaza para la implementación del diseño metodológico, toda vez que la muestra objeto de estudio abandona temporalmente y por espacio de más de tres semanas, los claustros educativos.

En cuanto hace referencia a las limitaciones espaciales, se constituye en limitación, la consecución de algunas instituciones educativas, que autónomamente acepten la implementación de la presente propuesta investigativa, habida cuenta que sus miembros se resistan a la misma como consecuencia de que se puedan transgredir los límites de la ética investigativa y los preceptos deontológicos obligatorios para este tipo de experiencias.

## Capítulo 2. Marco Teórico

La resolución de problemas en general se enmarca en el modelo de enseñanza por investigación cuyo objetivo central es aprender ciencia haciendo ciencia, para que el proceso de enseñanza de las ciencias, sea isomórfico a la construcción del conocimiento científico, empleando de manera flexible el método científico como su estrategia central. La investigación como principio didáctico, le permite al profesor asumir funciones como orientador del aprendizaje de sus estudiantes, y al mismo tiempo, como investigador de los procesos educativos favoreciendo la construcción de los conocimientos científicos por parte de los estudiantes, su familiarización con la metodología científica, el desarrollo de actitudes positivas hacia las ciencias, el fortalecimiento de capacidades cognoscitivas; para que el modelo didáctico pueda articular el aprendizaje significativo con la génesis, evolución y aplicación de los conocimientos científicos, (Gil, 1993; Giroux y Tremblay, 2004). La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias representa un recurso para afianzar la comprensión de los conceptos y hacerlos más significativos mediante ejemplos concretos, Gómez (2007). La resolución de problemas a su vez pertenece al paradigma didáctico de enseñar a pensar que plantea la necesidad de formar ciudadanos críticos, capaces de analizar su entorno social para recrearlo culturalmente, García (2003). Al profesor, según este modelo, le corresponde asumir la función de director u orientador de investigaciones y a sus estudiantes, el rol de investigadores novatos, estableciendo un continuo conceptual experto-novel de mutuo enriquecimiento y aprendizaje, tal como lo plantean López y Rupérez (1991), citados por Perales, Fernández, García, González y Rivarrosa (2000). La resolución de problemas es un modelo que resuelve de alguna forma el problema de cómo enseñar para que sean los estudiantes quienes generan sus propios conocimientos dentro de grupos cooperativos de investigación y, donde los profesores guían el proceso de aprendizaje. Trabajar en el aula con grupos de estudio y con problemas de enunciado abierto donde el estudiante debe analizar la

situación, emita hipótesis, diseñe una estrategia de resolución, la lleve a la práctica y analice los resultados, debe generar en el estudiante una imagen más cercana a la realidad de lo que es el trabajo científico

Un problema es una situación incierta generadora de expectativas y tensión emocional que obliga a buscarle alternativas de resolución, conducentes a un resultado esperado y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre, Perales et al (2000). Para efectos de esta investigación se han seleccionado diez problemas didácticos referentes al tema de las soluciones químicas, que a diferencia de los problemas abiertos, tienen un componente causal fuertemente marcado, no son espontáneos, son concebidos intencionalmente por el profesor para conducir a los estudiantes a soluciones construidas *a priori* con fines exclusivamente didácticos en la búsqueda de aprendizaje o conocimiento significativo. Estos problemas poseen datos e información inicial, con la cual se direcciona el proceso de búsqueda de alternativas de solución.

La resolución de problemas tiene su origen en la psicología del procesamiento de la información y en la inteligencia artificial, que conciben a los ordenadores como máquinas expertas en resolver problemas como sistemas expertos, Perales et al (2000).

Para resolverlos se precisan unos requisitos básicos, entre los cuales se destacan los siguientes: quien intenta resolverlos debe tener la voluntad y la decisión autónoma de enfrentar el proceso que eventualmente lo conduzca a la solución esperada, igualmente debe poseer en su estructura cognitiva, información mínima relacionada con el tema abordado por el problema, es decir, ideas alternativas con las cuales pueda relacionar o anclar cognitivamente la nueva información que deba derivarse del proceso de resolución. Los conocimientos previos además de conceptuales, también involucran el componente procedimental y actitudinal del aprendiz, con los cuales se evite al máximo las pruebas de ensayo y error que puedan alejarlo de opciones válidas y pertinentes como alternativas de solución.

La estrategia constructivista de resolver problemas es una alternativa para involucrar al estudiante en un escenario análogo al de la investigación formal, a través de la cual los científicos intentan llegar lo más cercanamente posible a la verdad. Este escenario le debe posibilitar la información suficiente, los procedimientos pertinentes donde se puedan controlar las variables a fin de emitir las hipótesis o supuestos pertinentes, variadas formas de interpretar resultados y actitudes positivas para comunicar hallazgos a fin de validarlos con la comunidad científica. Sin embargo, la actitud más favorable que debe despertar el proceso de resolución de problemas es la persuasión de lo importante que le resulta para el estudiante, su papel como constructor de su propio aprendizaje, sobre la base de su vinculación con los procesos de investigación.

En términos muy generales el modelo didáctico de enseñanza y aprendizaje por investigación propuesto por Gil, se fundamenta en los siguientes principios:

- Se asume la producción de los conocimientos científicos como un proceso gradual, evolutivo, interactivo y social de construcción de significados, conceptos, leyes, teorías y en general, de concepciones.
- Se concibe al aula como un espacio y a la clase como un momento, apropiados para la interacción social, para la investigación y para la construcción de los conocimientos compartidos.
- Se propone un modelo didáctico basado en la investigación escolar de los estudiantes (investigadores) orientados por el profesor (director de investigadores).
- Se considera al profesor en cuanto a su pensamiento y su acción, como una variable reguladora fundamental de los procesos educativos.
- Se asume que el pensamiento del profesor orienta y dirige, a un cierto nivel, su acción docente.
- Se considera que el contenido del pensamiento del profesor se organiza en esquemas de conocimientos. Dichos esquemas presentan diferentes grados de complejidad y de

funcionalidad, desde aquellos más rituales y prácticos (rutinas), hasta aquellos más abstractos e ideológicos (creencias, imágenes, constructos, teorías implícitas... en síntesis, concepciones).

- Se asume que la toma de conciencia de los profesores sobre sus creencias, ideas, imágenes, constructos, teorías implícitas y concepciones, así como su contraste crítico con otras alternativas, visiones o enfoques y con la experiencia directa, favorece la evolución de tales esquemas de pensamiento (concepciones) y su mayor aproximación a los principios epistemológicos, psicológicos y didácticos básicos de los modelos constructivistas, así como también una formación profesional hacia un modelo de profesor reflexivo e investigador, (Gimeno, 1983; Porlán 1989).

- Se presupone que la progresiva generalización de este modelo didáctico favorecerá la evolución y el desarrollo educativo, basado en principios de autonomía, comunicación, solidaridad, sociabilidad e investigación escolar y, al mismo tiempo, la emergencia de una teoría crítica de la educación, que sea relevante para transformar la sociedad (Carr y Kemmis, 1988).

La resolución de problemas surge igualmente como una propuesta para lograr el cambio conceptual propuesto por Posner, Driver, Hewson y Hertzog, en 1981 como intento para lograr el aprendizaje significativo de las ciencias, en el marco del movimiento ciencia, tecnología y sociedad, cuyo objetivo es permitir que los estudiantes resuelvan los problemas de su cotidianidad, empleando el conocimiento científico. Es pertinente aclarar que el cambio conceptual es asumido como una modificación en el significado de los conceptos con los cuales un aprendiz asume un proceso de aprendizaje, Galagovsky (2004).

### **Tipos de Problemas**

De acuerdo con Perales et al (2000), los problemas se pueden clasificar de acuerdo con varios criterios, a saber:

Por su naturaleza pueden ser cualitativos y cuantitativos; los primeros no requieren información numérica, en tanto que los segundos no pueden resolverse sin la participación de

algoritmos matemáticos. Para los problemas experimentales es imprescindible actividades de manipulación directa con o sin material específico de laboratorio.

También existen los problemas heurísticos que requieren de una planificación minuciosa en su resolución, con etapas muy claras y precisas. Este tipo de problemas fue planteado inicialmente por Polya en 1945, citado por Perales et al (2000), estos autores sugieren agotar como mínimo cuatro etapas: determinación de la información previa, elaboración de un plan riguroso de solución, la ejecución de la resolución como tal y la revisión exhaustiva de la solución en la eventualidad de posibles ajustes.

Los problemas de mayor complejidad cognitiva en su resolución son los problemas creativos, cuya resolución carece de patrón alguno determinado y tampoco garantiza que los estudiantes puedan encontrar una solución y que ésta sea la mejor posible.

De acuerdo con el número de soluciones los problemas son abiertos, cerrados: si la solución es única y ésta no admite dudas sobre su validez, el problema es cerrado; en cambio si posee varias alternativas de solución, las cuales no pueden ser aceptadas o rechazadas a priori, los problemas son abiertos y son muy propios de disciplinas como la economía o la psicología, etc.

De todas maneras la resolución de un problema es una tarea complicada donde intervienen muchos factores, los cuales deben identificarse y hacerse explícitos para luego adjudicarles un valor conceptual específico que finalmente definirá y orientará la mejor alternativa posible.

### **Estructura de un Problema**

Según Perales et al (2000), a nivel general los problemas en su construcción poseen un enunciado dotado de una estructura sintáctica, donde se relacionan los elementos gramaticales propios de la lengua vernácula, igual que una estructura semántica que les permite ser comprensibles a sus potenciales lectores y una estructura funcional propia del campo disciplinar



al cual corresponde el problema. Estas estructuras definen tanto el contexto de la resolución del problema, como los insumos materiales, conceptuales y actitudinales requeridos.

La resolución de problemas en el fondo, tiene algunos propósitos puntuales que merecen ser abordados de manera tangencial; durante el proceso de resolución, se espera que el aprendiz:

- Utilice sus concepciones alternativas como mecanismo de acercamiento conceptual al problema y pueda comprobar la utilidad de lo que ya sabe.
- Identifique las falencias conceptuales que lo alejan del conocimiento científico y se decida a efectuar el cambio conceptual subsecuente para optimizar su aprendizaje.
- Propenda hacia el aprendizaje significativo al tiempo de poner a prueba los conceptos resignificados durante el proceso de resolución.
- Involucre su creatividad para generar nuevas ideas útiles, capaces de producir transformaciones positivas en la cultura y que además le permita identificar el proceso de génesis de los conceptos, su utilidad histórica, su aplicabilidad en la vida cotidiana y sus implicaciones socioculturales y económicas.

#### **Condiciones para resolver problemas**

El proceso de resolución de problemas requiere igualmente algunas condiciones básicas para potenciar las mejores alternativas de solución; entre ellas se plantea el ambiente creativo del aula de clase, donde se manifieste un clima de seguridad cognitiva como apoyo a la crítica y la reflexión expresada libremente a través de ideas, incluso sin el temor a equivocarse, (García, citado por Perales et al 2000).

Es pertinente minimizar al máximo, atmósferas represivas y estructuras verticales de poder, para admitir el trabajo lúdico y se tenga un espacio apropiado para el trabajo de los grupos, los cuales deben tener acceso a las diferentes fuentes de información necesarias. Igualmente importante es la flexibilización del tiempo, la resolución de problemas requiere

bastante tiempo para lograrla, de tal manera que se requiere sacrificar contenidos temáticos, en beneficio de calidad de aprendizaje.

### **Evaluación del Proceso de Resolución de Problemas**

Al igual que las demás estrategias constructivistas que buscan el aprendizaje significativo, la resolución de problemas también se puede emplear como mecanismo evaluativo en sus tres dimensiones básicas: diagnóstica para develar las ideas previas de los estudiantes, formativa para hacer un seguimiento a la evolución conceptual y sumativa para integrar los conceptos resignificados en una unidad o periodo académico.

### **Etapas para resolver problemas**

En general las etapas más relevantes para la resolución de problemas son las siguientes:

**Fase inicial** o encuentro con el problema, en la cual el estudiante o solucionador admite la existencia de una situación tensionante y autónomamente decide resolverla.

**Fase de preparación** a de acercamiento y generación de estrategias con las cuales se planifican toda las actividades para abordar la resolución. En esta etapa, de acuerdo con Lozano (2006), se puede hacer un listado de aquello que el grupo de trabajo sabe acerca del problema, definir igualmente aquello que no se sabe, distribuir actividades de consulta de diferente índole tanto personal como grupal, para en algún momento compartir con el grupo en pleno.

**Fase de ejecución**, en la cual el grupo plantea una serie de alternativas de solución o lluvia de hipótesis que se someten a consideración grupal para seleccionar las más pertinentes al problema. En esta etapa los miembros del grupo acogen una o dos estrategias y dedican todo su esfuerzo en demostrar su validez y pertinencia con respecto al problema. No siempre se logra resolver un problema, pero el proceso de su resolución es muy enriquecedor para el grupo.

**Fase de comunicación**, destinada a compartir con los demás grupos, los hallazgos, las valencias y las falencias del proceso resolutorio. En esta fase cada grupo presenta sus avances

y sus informes de manera verbal y escrita a través de sustentaciones y artículos o ensayos grupales policopiados con destino a todos los grupos de trabajo.

Finalmente, la resolución de problemas se constituye en un conjunto de actividades que posee una lógica interna que evita aprendizajes inconexos y procesos incoherentes (Furió y Gil, 1989). Dicho de otro modo, esto exige que los problemas estén cuidadosamente estructurados para desarrollar el contenido del tema objeto de estudio. No puede pensarse en problemas sueltos, sino en un verdadero "*programa de investigación*" que pueda orientar específicamente el trabajo de los estudiantes.

Consecuentemente con lo anterior, el estudio de unidades temáticas o programas completos disciplinares con problemas bien estructurados favorece el trabajo colectivo de los estudiantes, en el doble sentido de centrar las tareas de pequeños grupos en torno a actividades concretas, promover y potenciar los intercambios entre estos grupos y entre éstos y el profesor, lo que a su vez constituye una buena posibilidad de seguimiento y evaluación de los procesos educativos, detección de dificultades y contrastación de los avances y de los resultados, entre otros.

Es importante también destacar que la resolución de problemas constituye también un recurso didáctico "autocorrectivo"; los profesores pueden determinar qué actividades han funcionado bien y merecen ser continuadas y cuáles conviene modificar o descartar, adquiriendo así nuestro trabajo una orientación investigativa (Driver y Oldham, 1986) que rompe con programaciones superficiales y exige un esfuerzo de profundización y creatividad. Entre estas actividades, se propone específicamente la resolución de problemas como estrategia didáctica para lograr el aprendizaje significativo de los conceptos inherentes a las soluciones químicas, desarrollados en los niveles de educación básica secundaria, media o en cualquier programa de pregrado relacionado con las ciencias naturales, como es el caso de la población objeto de estudio.

## 2.1 Fuentes Teóricas del Modelo y Líneas de Investigación

Los modelos didácticos basados en el paradigma constructivista se estructuran mediante la combinación coherente de teorías epistemológicas con teorías de la psicología cognitiva y la sociología. Así, mediante las interacciones entre teorías epistemológicas como las planteadas por Karl Popper, Imre Lakatos, Thomas Kuhn, Karl Paul Feyerabend, Stephen Toulmin, Newton Smith, Edgar Morin y Gastón Bachelard, entre otros, con teorías de la psicología cognitiva como las planteadas por Jean Piaget, George Kelly, y David Ausubel, entre otros, y teorías sociológicas como las planteadas por Jurgen Habermas y Vigotsky, se han estructurado modelos didácticos constructivistas definidos como los siguientes: El Cambio conceptual, planteado por Posner et al (1981), basándose en las epistemologías de Kuhn y de Toulmin y en la psicología de Piaget; El Constructivismo Humano, propuesto por Joseph Novak, con base en la epistemología de Toulmin y en la psicología de Ausubel; La investigación en la escuela, propuesto por Rafael Porlán, fundamentado en las epistemologías de Morin y de Newton–Smith y en la psicología de Kelly; El cambio conceptual, metodológico y actitudinal, planteado por Daniel Gil, con base en la epistemología de Toulmin y en la psicología de Ausubel; El aprendizaje significativo a través del cambio conceptual, planteado por José Ignacio Pozo, basándose en la epistemología de Lakatos y en las psicologías de Piaget y de Ausubel; La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias por Investigación, donde se incluye la resolución de problemas, planteado por Daniel Gil y Carlos Furió, con base en las epistemologías de Lakatos y de Toulmin y en las Psicologías de Piaget, Kelly y Ausubel.

Cada uno de estos modelos didácticos genera temas de investigación bien definidos; en el caso particular, el de Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias por investigación, propuesto por Gil (1987), donde se destacan los siguientes:

- La enseñanza y el aprendizaje de conocimientos teóricos: conceptos, leyes, teorías...
- Importancia didáctica de la dimensión histórico-epistemológica de los conocimientos científicos.

- El análisis epistemológico del desarrollo histórico del pensamiento científico como recurso didáctico.
- Los trabajos prácticos como estrategias para la familiarización con la metodología científica.
- La resolución de problemas como estrategias para la familiarización con la metodología científica.
- Las relaciones educación, ciencia, tecnología y sociedad.
- La evaluación como estrategia favorecedora de la enseñanza y del aprendizaje.
- El clima del aula y del medio externo y su influencia en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias.
- Las actitudes de los estudiantes: científicas y hacia las ciencias.
- Las concepciones epistemológicas, psicológicas y didácticas de los profesores y de los estudiantes.

Sobre la base de la ubicación del contexto conceptual de la resolución de problemas, como una forma de lograr el aprendizaje significativo por investigación, ahora se hace necesario definir cada una de las variables involucradas en la propuesta.

## **2.2 Definición de Conceptos**

Tal como se ha definido en el planteamiento del problema, las variables involucradas en la investigación ahora se explicitan detalladamente y en su orden de ideas se plantea la definición del aprendizaje significativo y la resolución de problemas como una estrategia de alcanzarlo, ubicado en la temática de las soluciones químicas.

2.2.1 Aprendizaje significativo. Para empezar el aprendizaje humano va más allá de un simple cambio de conducta, como lo plantea el paradigma conductista, hoy este proceso conduce a un cambio en el significado de la experiencia humana, que no solo implica pensamiento, sino también afectividad y destrezas personales, tal como lo plantea Ausubel y únicamente cuando se consideran en conjunto se capacita al individuo para enriquecer el

significado de su experiencia. (Ausubel, 1983, citado por Moreno, 2006). En estas circunstancias se plantea el aprendizaje significativo como proceso que pretende establecer un vínculo estrecho entre el nuevo conocimiento o información con la estructura cognitiva del aprendiz de tal forma que no lo deba fijar de memoria o al pie de la letra.

Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje (Ausubel, 1976; Moreira, 1997, citados por Rodríguez, 2004) o conceptos sostén, Galagovsky (2004).

En el aprendizaje significativo, los estudiantes se esfuerzan por relacionar el nuevo conocimiento con el que ya poseen y con lo que sucede con su actual entorno de aprendizaje, Novak, citado por Ballester (2002), donde existe un ambiente de colaboración caracterizado por la motivación extrínseca, basada en recompensas externas y la motivación intrínseca surgida por la sensación de aprender cosas nuevas y del poder que conlleva el aprendizaje significativo.

Al respecto, comparto la posición de Galagovsky quien plantea que el conocimiento es una acción idiosincrática, es decir, una construcción personal de significados conceptuales en la estructura cognitiva del individuo. Aprender significativamente es en síntesis, establecer relaciones relevantes, sustantivas y estrechas entre el conocimiento personal, adquirido a través de la experiencia cotidiana (ecología conceptual) con la información o conjunto de saberes externos a la estructura conceptual, de tal forma que ambos resultan modificados de alguna manera, pero el conocimiento resultante de este proceso puede ponerse a prueba posteriormente en situaciones nuevas de aprendizaje. El conocimiento está ubicado en la mente humana, en cambio la información le es ajena, pertenece a la construcción sociocultural, acumulada en saberes de las civilizaciones. Incluso, el hombre posee en su estructura cognitiva, conocimientos aislados como producto del aprendizaje memorístico, el cual en algún momento puede ser significativo si logra vincularlo a su conocimiento significativo.

De acuerdo con el objeto de aprendizaje, el aprendizaje o conocimiento significativo puede ser representacional, de conceptos y proposicional. Igualmente si se utiliza como criterio la organización jerárquica de la estructura cognitiva, el aprendizaje significativo puede ser subordinado, superordinado o combinatorio, los cuales se describen a continuación.

2.2.1.1 Tipos de aprendizaje significativo. El aprendizaje significativo descrito en la sección precedente se clasifica en tres clases, las cuales se definen a continuación:

### **Aprendizaje de Representaciones**

Es el aprendizaje más elemental de todos, pero es la base de ellos, consiste en la atribución de significados a determinados símbolos, Ausubel, Novak y Hanesian, 1987, plantean que ocurre cuando se igualan el significado y los símbolos arbitrarios con sus referentes (objetos, eventos, conceptos) y tienen para el estudiante cualquier significado al que sus referentes aludan significativamente, es decir, una equivalencia representacional con los contenidos relevantes existentes en su estructura cognitiva.

### **Aprendizaje de Conceptos**

Los conceptos son representaciones mentales de objetos, eventos, situaciones cotidianas, etiquetados con rótulos literales (palabras). Ausubel los define como atributos designados mediante algún símbolo o signo, es decir, un aprendizaje de representaciones más elaborado.

Los conceptos se elaboran a través de dos mecanismos: formación y asimilación. En el primero, los atributos de criterio (características) del concepto se adquieren a través de la experiencia directa, en sucesivas etapas de formulación y prueba de hipótesis, para establecer una equivalencia entre el símbolo y sus atributos de criterios comunes. Obviamente que esta experiencia debe ser reiterativa.

El aprendizaje de conceptos por asimilación se produce a medida que se amplía el vocabulario, gracias a las posibles combinaciones factibles de efectuarse entre los atributos de criterio de los conceptos.

### **Aprendizaje de Proposiciones**

Este tipo de aprendizaje obliga a establecer relaciones significativas y sustanciales entre dos o más conceptos, generando unidades gramaticales con sentido semántico lógico y significativo asimilado en la estructura cognoscitiva. Es decir, una proposición potencialmente significativa, establece una relación válida entre el significado de por lo menos dos conceptos. La relación sustancial y relevante entre proposiciones, va consolidando principios, hipótesis, teorías, leyes.

El aprendizaje significativo anteriormente descrito ocurre bajo el proceso de la asimilación, así denominado por su creador, el cual se describe a continuación.

### **Principio de Asimilación Ausubeliana**

Este principio es aplicable al tipo de relación que se establece entre el nuevo material de aprendizaje o información nueva por aprender y la estructura cognoscitiva existente, donde ha de ocurrir una interacción dialógica entre nuevos y antiguos significados conducente a formar una estructura cognoscitiva diferenciada, donde la asimilación o acomodación conceptual genera nuevas relaciones y significados, al respecto Ausubel enuncia que este proceso de interacción modifica tanto el significado de la nueva información como el significado del concepto o proposición al cual queda ligado. En algunas ocasiones la asimilación tiene tal contundencia conceptual que el significado inicial del preconcepto es olvidado por completo y sustituido por uno nuevo, gracias al proceso de inclusión obliterativa.

Como resultado de estos tipos de interacción, los conceptos y sus significados, se van organizando de manera jerárquica en razón a su grado de importancia o subsunción. La jerarquización produce a su vez, formas de organización conceptual en la estructura cognitiva, que Ausubel denominó aprendizajes: subordinado, supraordinado y combinatorio.

*El aprendizaje subordinado* ocurre cuando la nueva información es vinculada bajo los significados de los preconceptos, es decir que se constituye en una extensión de dominio conceptual de ellos (subsunción).



*El aprendizaje supraordinado*, obliga a que los preconceptos generen subsunción al nuevo concepto asimilado, perdiendo la jerarquía con la cual se inició el proceso, generándose una síntesis conceptual.

En el *aprendizaje combinatorio* no ocurre la subordinación ni la supraordinación conceptual antes descritas; la nueva información se liga de manera general con los conceptos más relevantes de la estructura cognitiva, es decir resulta significativa para todos los preconceptos.

El proceso de *asimilación* ausubeliana modifica los significados de los preconceptos para ubicarlos en nuevas jerarquías conceptuales, generando *diferenciación progresiva* de los significados iniciales frente a los nuevos, para luego facilitar una *reconciliación integradora* de ellos, ubicándolos en una estructura jerárquica aceptada a voluntad, donde las ideas más inclusivas se ubican en la parte superior y las menos inclusivas y menos diferenciadas lo hacen en la parte inferior de la misma, Ahumada (1983).

Este modelo estaba principalmente aplicado al aprendizaje verbal receptivo; en él se establecían condiciones necesarias y suficientes para asegurar la significación de dicho aprendizaje (Moreira, 2000, citado por Adúriz-Bravo y Trujillo, 2002).

La propuesta investigativa plantea alcanzar el aprendizaje significativo del concepto soluciones químicas utilizando la estrategia de resolución de problemas, he aquí una descripción sucinta de ese tema.

2.2.2 Resolución de problemas y creatividad. El análisis de la estrategia de la resolución de problemas requiere de manera muy estrecha de la creatividad como forma de aprendizaje significativo por descubrimiento; la solución significativa de problemas, puede asimilarse con el aprendizaje de ensayo y error, a través de hipótesis que exigen la modificación y la reintegración del conocimiento existente para adaptarse a las demandas de una meta cognitiva específica. En este proceso, la comprensión de las condiciones del

problema y la asimilación de la solución del mismo constituyen formas de aprendizaje significativo por recepción.

Según Ausubel, Novak y Hanesian (1987), las variables más importantes que influyen en los resultados de la resolución de problemas son: a) la disponibilidad de conceptos y principios en la estructura cognoscitiva, pertinentes para los problemas particulares que se vayan presentando, entendidos estos preconceptos como el punto de partida del aprendizaje que posibilita su modificación de manera evolutiva, y que además poseen una lógica diferente al proceso de construcción de conceptos por parte de los científicos, De Posada (2000), y b) características cognoscitivas y de personalidad como la agudeza, la capacidad de integración, el estilo cognoscitivo, la sensibilidad al problema, la flexibilidad, la capacidad de improvisar, la audacia, la curiosidad intelectual y la tolerancia a la frustración.

Por su parte, el lenguaje facilita la resolución de problemas, la capacidad verbal y la exposición cognoscitiva general en la capacidad de resolver problemas. El lenguaje por su parte, facilita la génesis del pensamiento y este papel es muy semejante a su función en la adquisición de conceptos. Gracias al lenguaje se facilita la resolución de problemas ideativos (Gagne y Dick, 1962, citados por Ausubel et al 1987), como también la resolución de problemas motores y preceptuales, Egstrom, 1964; Ray, 1957, citados por los mismos autores. La formulación y prueba de hipótesis se hace con mucho más precisión y facilidad cuando son expresadas en forma verbal. Sobre el tema, Galagovsky, Rodríguez, Sanmartí y Morales (2003), ratifican que los lenguajes permiten la conexión entre la información por aprender y el conocimiento que tiene el aprendiz, señalando de manera gráfica, que el conocimiento es invisible, más no así la información que se encuentra en diferentes fuentes como libros de texto, revistas, Internet, videos, TIC's, etc., expresados en diferentes lenguajes como el verbal, gráfico, visual, gestual, matemático, etc.

En consonancia con los postulados de Ausubel, et al (1987), los preconceptos y la dote genética influyen en las variables cognoscitivas y de la personalidad. Según estos autores, la

creatividad es la expresión suprema de la resolución de problemas, involucra transformaciones nuevas u originales de las ideas y la generación de nuevos principios integradores (supraordinados) y explicatorios. Todo individuo puede generar ideas originales en alguna área sustancial del conocimiento humano, sin embargo la creatividad y la capacidad para resolver problemas no son atributos humanos que puedan adquirirse y adiestrarse con programas educativos específicos, a pesar de esto, la educación sí puede contribuir de alguna forma con estrategias que de alguna manera las involucren y las pongan en acción.

La resolución de problemas se corresponde con un intento deliberado de usar varias opciones por ensayo y error en la búsqueda de alternativas viables, conducentes a formular un principio o descubrir una interacción conceptual que fundamente la solución de un problema, es decir el uso del discernimiento, como forma significativa de la inteligencia humana.

El proceso implicado en la resolución de problemas puede conducir al aprendizaje significativo, al respecto Ausubel et al (1987), plantean:

“El aprendizaje por descubrimiento es significativo cuando el estudiante relaciona intencionada y sustancialmente una proposición potencialmente significativa del planteamiento de un problema a su estructura cognoscitiva, con el propósito de tener una solución que, a su vez, sea potencialmente significativa (susceptible de ser relacionada de la misma manera con su estructura cognoscitiva). Implica, por consiguiente, en esas condiciones, todos los elementos esenciales que intervienen por lo general en el aprendizaje significativo: Disposición para el aprendizaje significativo con la tarea de aprendizaje lógicamente significativa y la existencia de ideas establecidas y pertinentes en la estructura cognoscitiva del estudiante. La forma distinta e importante en que difiere del aprendizaje significativo por recepción estriba en que el contenido principal de lo que va a ser aprendido no se le presenta al estudiante, sino que éste debe descubrirlo por sí mismo antes de que pueda incorporarlo a su estructura cognoscitiva, y entonces hacerlo significativo.”

Existen dos enfoques principales para la resolución de problemas, los cuales se presentan a toda edad: el enfoque de ensayo y error y el discernimiento. El primero se caracteriza por el uso de variación, aproximación y corrección aleatorias o sistemáticas de

respuestas hasta que surge una variante acertada. El enfoque por discernimiento, supone una "disposición personal" hacia el descubrimiento de relaciones significativas entre medios y fines que fundamentan la resolución esperada de problemas. Estas relaciones van desde poner el conocimiento en acción, es decir, colocarlo a prueba en situaciones novedosas, hasta la reestructuración e integración cognoscitiva para ajustarse a las demandas del problema. Estas situaciones cognoscitivas, al parecer se presentan de manera súbita o discontinuamente.

Ambas variantes requieren el uso de hipótesis, si se incorporan relaciones causa-efecto, se eliminará la posibilidad de ensayo error entre las opciones disponibles. Sin embargo el uso del discernimiento, usualmente sobreviene después del uso sistemático del ensayo error, antes mencionado, el cual ocurre cuando se carece de preconceptos necesarios para establecer relaciones causa efecto.

No obstante, la resolución de problemas en el salón de clase suele emplearse como un descubrimiento guiado, al respecto los autores antes referidos plantean que:

"Mucho de lo que aparenta ser resolución significativa de problemas consiste sencillamente en una especie de aprendizaje repetitivo por descubrimiento... sólo ejemplifica el ubicuo enfoque de los "problemas tipo" que se ha aplicado a la enseñanza de matemáticas y ciencias. No hay, desde luego, nada incorrecto en solucionar problemas identificándolos genuinamente como ejemplares de una clase mayor, a la que se aplican ciertos principios u operaciones con tal que uno comprenda los principios en cuestión, el porqué se aplican al caso en particular y la relación entre los principios y las operaciones de manipulación que hayan de realizarse; sin embargo, con mucha frecuencia éste no es el caso."

La resolución de problemas en estas áreas se traduce en algo más que la memorización y la aplicación mecánica de fórmulas, y la manipulación repetitiva de símbolos.

Como se ha mencionado anteriormente, la estructura cognoscitiva existente desempeña un papel clave en la resolución de problemas, al punto que debe modificarse o reorganizarse cuando se llega a la resolución; los preconceptos, en consecuencia son la materia prima para este tipo de retos mentales, al respecto, (Murray, 1963; Novak, 1961; Ring y Novak, 1971:

Saugstad, 1955, y Saugstad y Raaheim, 1960, citados por Ausubel et al 1987), plantean que la posesión de conocimiento, antecedentes pertinentes (conceptos, principios, términos conjuntivos, " funciones disponibles") en la estructura cognoscitiva, particularmente si son claros, estables y discriminables, facilitan la resolución de problemas

2.2.2.1 Etapas y estrategias de la resolución de problemas. La resolución de problemas como proceso, involucra algunas etapas sucesivas temporales del pensamiento, planteamiento que recoge los preceptos de Dewey (1910), citado por Ausubel et al (1987), para el aprendizaje por descubrimiento Estas etapas son:

1. Un estado de duda, de perplejidad cognoscitiva, de frustración o de conocimiento de la dificultad, es decir un intento por identificar el problema.
2. Designación de los fines perseguidos, la meta que hay que alcanzar, todo esto definido por la situación que plantea el problema.
3. Relación del planteamiento del problema con la estructura cognoscitiva, para activar las ideas antecedentes pertinentes y las soluciones dadas a problemas anteriores que, a su vez, son reorganizadas (transformadas) en forma de proposiciones de resolución de problemas o hipótesis.
4. Comprobación sucesiva de las hipótesis y replanteamiento del problema, de ser necesario.
5. Incorporación de la solución acertada a la estructura cognoscitiva (comprenderla) y luego aplicarla tanto el problema presente como a otros ejemplos del mismo problema.

Al resolver un problema no necesariamente deben incorporarse todas las etapas, ni tampoco se suceden en el orden antes descrito. Johnson (1961), citado por Ausubel et al, sugiere que el pensamiento creativo, por ejemplo toma atajos o evita muchos de los pasos de esta secuencia.

Las estrategias de resolución de problemas son empleadas en todos los niveles de edad y difieren principalmente en grado o complejidad (Burt, 1919; Long y Welch, 1941; Welch y

Long, 1943 y Werner, 1948, citados por Ausubel et al 1987). Asimismo, la aplicación de enfoques por ensayo y error y discernimiento para resolver problemas no sufre cambios cualitativos en un nivel de edad. La dificultad y complejidad intrínsecas del problema, la experiencia previa y del grado general de dominio que el individuo tenga en el área problema y la susceptibilidad al problema permiten su resolución en gran medida. Hacer trabajos abiertos como la resolución de problemas, potencia el aprendizaje significativo, no son condición suficiente, pero son una experiencia invaluable e insustituible para el estudiante y el profesor, por su riqueza, novedad y diversidad, además, el 80% del trabajo docente disminuye porque se evita dedicar atención a situaciones derivadas del manejo de la clase magistral y el control de la disciplina, Ballester (2002).

Sin embargo, ciertos cambios cualitativos del pensamiento ocurren con el aumento de la edad y se manifiestan paulatinamente después de alcanzado un cambio de grado de escolaridad. Según Ausubel et al (1987), “un cambio de este tipo, consiste en la transición gradual del pensamiento subjetivo al objetivo: de una incipiente capacidad de separar las realidad objetiva de las necesidades, deseos y preferencias subjetivos”.

La resolución de problemas representa una mejor manera de enseñar porque provee al estudiante la oportunidad de moverse desde un conocimiento declarativo (hechos y creencias), a uno contextual (conocimiento específico), a procedural (procedimientos específicos), a procesos cognitivos complejos de cómo solucionar problemas, pensamiento crítico, y toma de decisiones. Los estudiantes también aprenden a solucionar problemas familiares con las estrategias que se pueden utilizar para solucionar problemas desconocidos en el futuro (Shunk, 1996).

El acercamiento a la solución de problemas en la enseñanza no se debe confundir con un método o una técnica de enseñanza individual, involucra muchos métodos, se inicia con la identificación de un problema para el cual se crea inmediatamente una necesidad de

encontrarle una solución. Wallas (1921), propuso un grupo de estrategias para resolver problemas y desarrolló el modelo siguiente:

1. Preparación – aprender sobre el problema y recopilar la información.
2. Incubación – pensar del problema en un cierto plazo.
3. Iluminación – buscar soluciones potenciales del problema.
4. Verificación – probar las soluciones del problema.

Este modelo simple es muy similar a muchos que se han escrito desde entonces, es apoyado por los teóricos de la Gestalt que argumentaban que el aprendizaje debe ser profundo y requiere que los estudiantes cambien su opinión (Kohler, 1947; Tolman, 1949; Wertmeimer 1945, citados por Ausubel et al, 1987).

Las estrategias del enfoque de solucionar problemas se utiliza para promover la heurística (reglas de sentido común), y sirve como un marco para solucionar los problemas futuros.

En consonancia con la intencionalidad del proyecto investigativo de utilizar a futuros docentes en el área de ciencias naturales, de ellos se espera que asimilen y generen nuevos modos de actuación necesarios y suficientes, y los procesos para adquirirlos de manera independiente (Machado y Montes de Oca, s.f.), para optimizar el ejercicio de su profesión docente, conducente hacia una actitud responsable en la solución científica de los problemas que surgen en diversas esferas de la práctica docente, laboral y cotidiana.

2.2.2.3 Soluciones o disoluciones químicas. A continuación, un análisis del concepto escogido para ser resignificado en la fase operativa del proyecto. En general una solución o disolución química es una mezcla homogénea de dos o más sustancias, que consiste en iones o moléculas, Ebbing (1997). Homogénea porque sus propiedades y composición son uniformes, y mezcla, porque contiene dos o más sustancias que pueden variarse (Petrucci y Harwood, 1999).

La solubilidad de una sustancia se explica gracias a dos situaciones: Una es la tendencia natural de las sustancias a mezclarse, y otra está representada en los movimientos aleatorios de sus moléculas o iones. En síntesis, la solubilidad de un soluto en un disolvente dado depende de un equilibrio entre la tendencia natural para las especies del soluto y del disolvente a mezclarse, y de la tendencia de un sistema para conservar la menor energía posible (Ebbing, 1997).

La relación establecida entre un soluto y su solvente, determina la formación de una solución o disolución química. Para que esto ocurra los dos o más integrantes de una solución deben ser miscibles entre sí, es decir, que el solvente pueda admitir en su seno al o a los solutos. En una disolución por lo general el solvente es el compuesto o elemento químico que se encuentra en mayor proporción que el o los solutos; en virtud de esa proporción, las disoluciones químicas pueden ser de tres tipos: insaturadas, saturadas y sobresaturadas. En las primeras, el solvente ha disuelto en su seno cierta cantidad de soluto, pero aún tiene la capacidad de recibir mayor cantidad de este último. En las soluciones saturadas, el solvente ha disuelto la mayor cantidad posible de soluto, es decir, está en equilibrio con respecto a la sustancia disuelta, y en las sobresaturadas queda una cantidad en exceso de soluto sin disolverse en el seno del solvente o disolvente.

Por otra parte, y en razón de la naturaleza de las disoluciones, éstas también pueden clasificarse en gaseosas, líquidas y sólidas. En general los gases no reactivos se pueden mezclar en todas las proporciones para generar mezclas gaseosas. Los fluidos que se mezclan o disuelven uno en otro en todas las proporciones, se dice que son fluidos miscibles (Petrucci y Harwood). Las soluciones líquidas provienen de la disolución de un gas, un líquido o un sólido en algún líquido, que por lo general es el agua (soluciones acuosas). Las soluciones sólidas por lo general son aleaciones entre metales: sólido con sólido, o sólido con líquido.



## Investigaciones Afines al Tema

Sobre la temática existe una serie de aproximaciones investigativas, sin embargo, se presenta alguna dificultad al pretender ubicar investigaciones que de manera específica, involucren la resolución de problemas en la temática soluciones químicas, en la búsqueda de aprendizaje significativo.

En la tabla 2.1, se presenta un análisis sucinto de siete investigaciones afines al problema, describiendo la metodología y los resultados obtenidos.

Tabla 2. 1. Ideas afines al problema de investigación

Autores	Metodología	Resultados
Sanabria, Pérez y Gallego (2007)	Consiste en una conceptualización sobre las disoluciones electrolíticas en medio acuoso soportada en la producción de modelos, para las cuales las investigaciones en didáctica, han establecido que los estudiantes hacen aproximaciones significativas sobre unos modelos científicos cuando éstos se hacen objeto de trabajo en el aula desde una perspectiva histórica (De Amoré, 2007; Aduriz-Bravo, Izquierdo y Estanny, 2002; Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2003, citados por Sanabria, et al, 2007).	La conceptualización de las disoluciones químicas de los maestros en formación se hace a través de modelos del sentido común, representados en modelos icónicos-analógicos. Cada individuo elabora su propia resignificación conceptual con tendencia a modelos simbólicos-analógicos, más próximos a los modelos del conocimiento científico.
Benítez e Ibáñez (2007).	Resolución de problemas químicos para lo cual en una primera etapa se procedió a la identificación y fortalecimiento de habilidades en los estudiantes tales como análisis, síntesis, creatividad y capacidad para trabajar en equipo.	El trabajo experimental abordado desde los problemas investigados, exhibe muchas ventajas frente al fortalecimiento de habilidades de carácter cognoscitivo y meta cognitiva en los estudiantes por cuanto permite y favorece la reflexión e interés por las situaciones problemáticas propuestas, también potencia análisis cualitativos y significativos, que ayudan a comprender los problemas de química planteados.
Gómez (2007)	Aplicación de un cuestionario a tres grupos de estudiantes de sexto semestre de la carrera Ingeniería Química, El primero estaba formado por diez estudiantes y el segundo y el tercero, por doce estudiantes, posteriormente se les asignaron algunos problemas de química.	Para el éxito en la resolución de los problemas fue importante que el profesor promoviera sistemas que facilitaran a los estudiantes reconocer en qué se equivocaban y el porqué. Buena parte de los que tuvieron éxito al resolver problemas se caracterizaron por ser curiosos, por ser sistemáticos al aprender y por su disposición a ir a clase y realizar trabajos prácticos. Cuanto mejores son, más aumenta la proporción de curiosos, autónomos y teóricos, cosa que parece indicar la necesidad de potenciar y desarrollar estas características en el alumnado.

continuación Tabla 2.1

Autores	Metodología	Resultados
Miranda (2005).	<p>Estudio descriptivo del modelo cualitativo para descubrir la comprensión lectora, como alternativa de aprendizaje significativo en la resolución de problemas.</p> <p>Usa técnicas e instrumentos de carácter cualitativo y cuantitativo, tales como la bitácora, la nota de campo, la encuesta, el cuestionario y la entrevista, para luego ser trianguladas para confrontar sus resultados. Solamente se pilotea la encuesta.</p> <p>Como técnicas específicas utiliza la observación de campo y la observación participante.</p>	<p>El 65% de la muestra objeto de estudio le gusta leer pero no se toman en serio la actividad de la lectura, por no entender lo escrito para poder interpretar el texto del problema planteado.</p> <p>El 13% se interesa por la lectura de temas científicos. El hábito de la lectura es escaso: el 63% nunca lo hace, el 80% algunas veces. No asisten a la biblioteca: el 60%, algunas veces lo hace el 20%.</p> <p>Se encuentra poca relación de la lectura con la vida cotidiana y la temática es difícil por la falta de interpretación.</p>
Sánchez y Flores (2004).	<p>Implementa la metodología activa para aplicar actividades de aprendizaje basadas en Técnicas de estimulación de creatividad, Técnicas para la investigación y resolución de problemas en grupos de cuatro estudiantes de Física General I, para medir la influencia de la metodología de trabajo en el aula, en el rendimiento académico.</p> <p>Usa un diseño preexperimental con un grupo experimental (sin asignación al azar de los sujetos)</p>	<p>Se encuentra mayor aprendizaje significativo en estudiantes que se dedican más a pensar que a repetir.</p> <p>Se denotan cambios relevantes a la creatividad en el arte, la escritura, la imaginación y los intereses variados.</p> <p>Se describe una fuerte influencia de la metodología en el rendimiento académico.</p>
García (2000).	<p>Combina el enfoque pretest-postest con el seguimiento de actividades para evaluar el grado de aprendizaje de los conceptos asociados a los gases a través de resolución de 60 problemas derivados de 8 conceptos pertenecientes al tema objeto de estudio.</p>	<p>Incremento en los 16 estudiantes estudiados de la creatividad, la independencia cognitiva, las actitudes positivas hacia la ciencia, habilidades para resolver problemas y asimilación conceptual.</p>
Narváez (1994)	<p>Dentro del modelo cuantitativo y del enfoque experimental, establece la diferencia del aprendizaje significativo de conceptos químicos alcanzado por un grupo experimental frente a otro de control, bajo los lineamientos de la teoría constructivista de la guía de actividades propuesta por Gil (1987). Los grupos experimental y control pertenecen al grado sexto con el que se inicia la educación básica secundaria en Colombia.</p>	<p>Encuentra una diferencia de aprendizaje significativo del 69.37% logrado por el grupo experimental, frente al 32.72% del grupo control.</p>

## Capítulo 3. Metodología

### 3.1 Enfoque Metodológico

El problema de investigación se ubica dentro del modelo o enfoque cuantitativo, esta clasificación obedece al cumplimiento de los criterios de Kerlinger y Lee (2002), citados por Hernández, Fernández y Baptista (2006), los cuales se sustentan en las siguientes premisas: en primer lugar, existe una relación manifiesta entre los conceptos: aprendizaje significativo, como fenómeno y resolución de problemas, como su determinante.

El problema bajo el segundo criterio de estos autores se ha planteado en forma de la siguiente interrogante: ¿Cuál es el grado de relación existente entre el aprendizaje significativo de los conceptos inherentes a las soluciones químicas y la resolución de problemas que lo posibilitaron?

Por su parte, este problema también plantea la posibilidad de observarse en la “realidad única y objetiva”, en la cual es factible desde el punto de vista conceptual, efectuar mediciones válidas y confiables del punto de partida cognitivo del grupo experimental, para luego estimar el grado de influencia de la estrategia didáctica constructivista de la resolución de problemas, con el cual se pretende modificar los preconceptos de los estudiantes para acercarlos a un estado más consolidado, el cual también se puede estimar a través del mismo instrumento inicial.

Para reafianzar esta clasificación, la investigación demanda el uso de un experimento, cuya variable independiente es la resolución de problemas, con la que se pretende demostrar la causa el aprendizaje significativo del concepto soluciones químicas como variable dependiente.

En este experimento se manipulará intencionalmente la variable independiente para analizar su efecto sobre la variable dependiente, tal como lo plantean Hernández et al (2006). Esta experiencia plantea un estudio de intervención deliberada para tratar de explicar como afecta a quienes participan de la investigación como sujeto de la misma, es decir el grupo objeto

de estudio, Creswell (2005), citado por Hernández et al (2006). Así, el proyecto cumple con los requisitos planteados por los anteriores autores para un experimento investigativo: Se efectúa una manipulación deliberada de la variable independiente como causa del aprendizaje significativo. Por igual, el segundo requisito también se cumple, porque se puede medir con validez y confiabilidad, el efecto de la variable independiente sobre el aprendizaje significativo.

En cuanto al tercer requisito se hace necesario definir el control de validez interna de la situación experimental, el cual se refiere a la manera como cambia la variable dependiente como producto de la manipulación de la variable independiente. Para ello se ha planteado un análisis estadístico inferencial, con el fin de estimar la diferencia entre el estado inicial y final de la estructura cognitiva correspondiente al grupo participante en la experiencia, a través de los mecanismos estadísticos inferenciales necesarios en la docimasia de la hipótesis propuesta. Este proceso finalmente podrá determinar si se acepta la hipótesis alterna o si por el contrario los resultados obtenidos en la experimentación conducen a la aceptación de la hipótesis nula.

### **3.2 Contexto Sociodemográfico: Población de Estudio y Participantes**

La población objeto de estudio se corresponde con todos los estudiantes de primer semestre del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad Surcolombiana de Neiva, Colombia, matriculados en el primer periodo académico del año 2007. Actualmente se encuentran matriculados 36 estudiantes de ambos sexos.

La escogencia de esta población obedece a que la variable dependiente “soluciones químicas” se aborda con gran profundidad conceptual en el microdiseño del curso de Química General, como también se aborda en grado décimo de la educación media colombiana; aunque los Estándares Básicos de Competencias para el Área de Ciencias Naturales (2004), incluyen esta unidad temática a partir del grado sexto.

La escogencia de la institución educativa se debe, entre otras razones a que: posee elementos similares en relación con las variables estudiadas, forma los futuros maestros del área

de ciencias naturales de la región surcolombiana, además posee un laboratorio de ciencias básicas con la dotación básica requerida, seis laboratorios de informática con suficiente número de equipos articulados a la red, la gran mayoría de los estudiantes tienen acceso a Internet en casa y aquellos que carecen de ese recurso, pueden acceder al ciberespacio sin mayor dificultad a través de sitios privados, la población estudiantil tiene entre 15 y 19 años de edad.

### **3.3 Población y Muestra**

La población escogida se corresponde con los estudiantes del primer semestre de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana de Neiva, capital del departamento del Huila, Colombia.

La muestra se corresponde con toda la población, es decir un grupo de 36 estudiantes, considerado como el grupo objeto de estudio o experimental. El proceso de la escogencia de la muestra obedece al muestreo aleatorio simple porque todos los miembros de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos, Giroux y Tremblay (2004), además, este grupo escogido al azar representa el 100% de la población estudiada y tiene características homogéneas en relación con las variables estudiadas. Por otra parte y de acuerdo con Lazarsfeld, citado por Giroux y Tremblay (2004), la escogencia del muestreo aleatorio simple en muestras homogéneas es más que suficiente y pertinente.

Tal cual se menciona en la descripción del contexto sociodemográfico, la población objeto de estudio está integrada por un grupo de estudiantes, escogido al azar para el desarrollo de la investigación.

Los integrantes de la muestra son estudiantes cuyas edades oscilan entre los 15 y los 19 años de edad, franja cuyo desarrollo mental se corresponde con las operaciones formales o de pensamiento hipotético deductivo propuesto por Piaget. Proceden de hogares clasificados en estratos socioeconómicos que van del 1 al 3; esta clasificación obedece a una serie de características tenidas en cuenta por la división de Planeación local en asocio con el Departamento Nacional de Estadística (1997), tales como ingresos salariales, acceso a los

servicios públicos, lugar de residencia, condiciones de vivienda, acceso a los servicios médico asistenciales, etc.

Por otra parte, el grado de homogeneidad de la población estudiantil, posibilita una muestra no viciada y representativa de la comunidad educativa de la institución, obedeciendo a los parámetros expresados por Tamayo (1999), al referirse a los procedimientos de representatividad, error y tamaño de la muestra.

### **3.4 Instrumentos**

La recolección de los datos derivados de la propuesta investigativa se hace mediante el uso de un cuestionario elaborado por el autor, quien ha venido trabajando en los procesos de enseñanza aprendizaje de la química a lo largo de 25 años en los niveles de educación básica secundaria, media y superior.

El cuestionario recoge los conceptos más relevantes de la unidad temática denominada soluciones químicas, la cual se implementa con suficiente exigencia académica en el grado de escolaridad donde se encuentra ubicada la población, es decir los primeros semestres de programas de educación superior afines a la química.

En consonancia con las etapas del procedimiento investigativo, se aplica al inicio de la experiencia educativa para estimar la estructura cognitiva del grupo experimental y finalmente se vuelve a usar al final de la misma, para determinar el estado final de la estructura cognitiva del grupo, como producto de la implementación de la estrategia didáctica escogida; derivada del planteamiento constructivista en la búsqueda de aprendizaje significativo

El cuestionario utilizado para la recolección de la información se presenta en el anexo 1, el cual ha sido piloteado, siguiendo los lineamientos de Giroux y Tremblay (2004), igualmente ha sido sometido a la determinación de su validez y confiabilidad por parte de varios expertos del área, tal como se plantea en la etapa preliminar de la metodología.

Es importante destacar que para implementar la unidad temática seleccionada en el grupo experimental, se ha escogido como estrategia didáctica, la resolución de problemas,

propuesta por Ausubel, Novak y Hanesian (1987); Perales, et al (2000); García (2003) y operacionalizada con mucha propiedad por Lozano (2006).

Los problemas a resolver por el grupo experimental se detallan en el anexo 2 y fueron elaborados igualmente por el autor de la propuesta investigativa y luego sometidos al igual que el cuestionario al juicio de los expertos para probar su validez.

### **3.5 Procedimiento de Investigación**

En este capítulo se definen los métodos y técnicas escogidos para sistematizar la información, cuyo tratamiento va a permitir resolver el problema planteado, determinando las relaciones causa-efecto entre variables, para establecer en que medida incide la resolución de problemas, como variable independiente sobre el grado de aprendizaje significativo como variable dependiente, logrado por estudiantes de licenciatura, correspondiente a la educación superior colombiana.

En ese sentido se plantean tres etapas globales, a saber: una etapa preliminar, destinada a elaborar y validar los instrumentos con los cuales se manipula la variable independiente, una etapa de ejecución, en la cual se aplica y ejecutan las estrategias conducentes a manipular la resolución de problemas como variable independiente, a fin de demostrar su incidencia en la variable dependiente, y finalmente, una etapa de análisis de resultados obtenidos del experimento, análisis que debe conducir a demostrar la hipótesis propuesta. La naturaleza cuasiexperimental del proyecto involucra el empleo del método experimental propuesto por Giroux y Tremblay (2004), el cual se adopta en las tres fases, planteadas anteriormente y que a continuación se explicitan.

3.5.1 Etapa preliminar. La investigación incorpora un grupo de estudio como mecanismo de contrastación del influjo de la resolución de problemas como variable independiente sobre el aprendizaje significativo del concepto soluciones químicas como variable dependiente. La mejor manera de demostrar la relación propuesta es incorporar al estudio un grupo experimental con el cual se efectúa el estudio investigativo. Los estudiantes de este

grupo matricularon en el primer periodo académico del año 2007, el curso de Química General del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana de Neiva, que inicia su formación en esta disciplina, pertenecen a los mismos estratos socioeconómicos, tienen edades muy similares, utilizan los mismos espacios de infraestructura física de salones, laboratorios, y pertenecen a la misma jornada escolar.

De acuerdo con los criterios del modelo constructivista de aprendizaje por investigación, se hace necesario caracterizar la estructura cognitiva inicial del grupo objeto de estudio, es decir, la definición del estado actual de los preconceptos inherentes al concepto soluciones químicas. Para efectuar esta caracterización se emplea un cuestionario, dirigido a los sujetos elegidos, que tienen la información necesaria (Fraenkel, 1993, citado por González, s.f.), que en adelante se denomina pretest, con el cual se recaban los significados del concepto objeto de estudio; este cuestionario se corresponde con el anexo 1. Este tipo de instrumento se constituye en la herramienta más apropiada para la recolección de datos, debido a que es el mecanismo más lógico y expedito para medir los puntos de partida y llegada de la estructura cognitiva de los estudiantes pertenecientes al grupo escogido para el estudio.

Este cuestionario requiere ser sometido inicialmente a demostrar su validez y confiabilidad para luego aplicarse como una prueba piloto a un grupo de estudiantes con similares características a las del grupo experimental, como destinatario del mismo. La validez se establece a través del juicio de expertos, para determinar si en realidad involucra en su medición conceptual, el significado de los conceptos inherentes a las soluciones químicas. La validez en referencia se deduce mediante el uso de los coeficientes de validez de contenido y de criterio, propuestos por Cohem y Swerdlik (2001) y Aiken (2003). Por su parte la confiabilidad del instrumento se demuestra estimándole sus medidas de tendencia central como la desviación estándar, la varianza, sus coeficientes de Cronbach y la razón de validez de contenido, propuestos por los mismos autores. Los índices de validez de contenido proferidos



por 9 expertos, es decir la pertinencia del cuestionario para medir aquello que debe medir se calcularon con el siguiente algoritmo, Cohem y Swerdlik (2001b);

$$CRV = \frac{n_e - N / 2}{N / 2}$$

En donde CRV es la razón de validez de contenido,  $n_e$  es el número total de expertos y N es el número de expertos que consideran esencial el ítem o reactivo en análisis: El juicio de los 9 expertos consultados se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Índices de validez de contenido del cuestionario

Experto	Ítemes del cuestionario																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	18		
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1		
2	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
3	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1		
5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1		
6	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1		
7	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1		
8	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1		
9	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1		
Total	8	7	7	9	7	9	5	9	5	7	9	7	9	7	5	9		
CRV	0,78	0,56	0,56	1,00	0,56	1,00	0,11	1,00	0,11	0,56	1,00	0,56	1,00	0,56	0,11	1,00		

Los autores plantean que cuando los índices o razones de validez de contenido son positivos, más de la mitad de los expertos han considerado esencial el reactivo u objeto de análisis.

La definición de la confiabilidad se calcula con el coeficiente alfa de Cronbach, el cual requiere la desviación estándar de los ítemes constituyentes de la prueba, Cohem y Swerdlik (2001a) proponen el siguiente algoritmo para tal cálculo:

$$\alpha = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \delta^2}{\delta^2} \right)$$

Al efectuar el cálculo antes mencionado se tiene que alfa de Cronbach es igual a 0.65, índice que según su autor devela un alto grado de confiabilidad en el cuestionario analizado.

3.5.2 *Etapa de ejecución.* El diseño experimental propuesto requiere ahora de la implementación de las estrategias didácticas de la resolución de problemas (anexo 2), propuestas por Lozano (2006), a fin de alcanzar la resignificación del concepto soluciones químicas.

El desarrollo de la unidad temática requiere la implementación de algunas prácticas de laboratorio, cuyas guías son asumidas por los grupos de trabajo, siguiendo la dinámica de la resolución de los problemas planteados para los mismos conceptos.

Una vez concluida esta etapa experimental, ahora se procede a caracterizar el estado final de la estructura cognitiva del grupo, empleando un post-test, representado en el mismo cuestionario usado como pretest. Bajo estas condiciones experimentales, ahora ya se puede efectuar la siguiente etapa metodológica.

3.5.3 *Etapa de análisis de resultados.* Los datos sistematizados correspondientes al pretest y al post-test del grupo, ahora son sometidos al rigor tanto de la estadística descriptiva, para estipular las diferencias fundamentales de la estructura cognitiva inicial y final, como de la estadística inferencial para docimar la hipótesis propuesta. La estadística descriptiva permitirá mostrar las medidas de tendencia central y de desviaciones de la muestra, para demostrar si la estrategia didáctica empleada con el grupo objeto de estudio logra los resultados de resignificación conceptual esperados, además de precisar las fortalezas de la resolución de problemas, en la búsqueda del aprendizaje significativo para el concepto soluciones químicas. La docimasia de la hipótesis derivada de la aplicación de una prueba Z, le permite al autor, tomar la decisión de aceptar o no, la hipótesis propuesta.

3.5.4 *Recolección de datos.* De acuerdo con la metodología planteada en las secciones precedentes, la recolección de los datos se efectúa en cada una de las etapas o fases propuestas. En la etapa preliminar se aplica el pretest, consistente en el cuestionario con

una serie de 16 afirmaciones referidas estrictamente a los conceptos involucrados en las soluciones químicas. Los resultados obtenidos permiten caracterizar la estructura conceptual o punto de partida del grupo objeto de estudio.

Seguidamente se involucra la estrategia de la resolución de los problemas planteados en el anexo 2, los cuales buscan la resignificación de los preconceptos que sobre soluciones químicas, tengan los integrantes de la muestra. Una vez concluida esta fase de experimentación didáctica, se procede a la aplicación del post-test (el mismo pretest) con el objetivo de medir la diferencia ocurrida en la estructura cognitiva del grupo, para establecer estadísticamente si la estrategia de la resolución de problemas, permite la adquisición de aprendizaje significativo. Cabe anotar que los instrumentos para recabar la información, además de probar su validez y confiabilidad, son sometidos a una prueba piloto, aplicada a estudiantes con características semejantes a las de la muestra objetivo de la investigación, Hernández, Fernández y Baptista (2006), en condiciones similares de aplicación. Esta prueba se aplica a otro grupo de estudiantes que ya cursaron la asignatura de Química General en la misma licenciatura.

**3.5.5 Tipo de análisis.** Los datos recolectados en la investigación, procedentes de la aplicación de los instrumentos de recabado de información, ahora necesitan operacionalizarse al tenor de la exigencia estadística descriptiva e inferencial.

La estructura cognitiva inicial y final se caracteriza empleando la tabla 3.2, en donde se ubican cada uno de los conceptos involucrados en el estudio y las respuestas otorgadas por cada uno de los estudiantes del grupo. Previamente se requiere operacionalizar las respuestas otorgadas por los estudiantes, para tal efecto, y como se plantea en el manual de codificación de esta actividad, se hace necesario otorgar juicios de valor a esas respuestas, es decir, aplicar una escala de valor tipo Likert a los significados detectados que se corresponde con los criterios del manual de codificación, tal escala estimativa se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Cuantificación de las respuestas correspondientes a los conceptos objeto de estudio

<b>Respuestas</b>	<b>Valor puntos</b>
Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Sin opinión	3
De acuerdo	4
<i>Totalmente de acuerdo</i>	5

Es importante aclarar que esta valoración cuantitativa de las respuestas otorgadas por los estudiantes es aplicable en el caso de que la afirmación objeto de estudio propende por la opción de respuesta, totalmente de acuerdo; en consecuencia, al ocurrir el fenómeno contrario, la valoración se invierte para otorgar mayor puntaje a la opción de respuesta Totalmente en desacuerdo, tal como lo muestra la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Cuantificación de las respuestas correspondientes a los conceptos objeto de estudio

<b>Respuestas</b>	<b>Valor puntos</b>
Totalmente en desacuerdo	5
En desacuerdo	4
Sin opinión	3
De acuerdo	2
<i>Totalmente de acuerdo</i>	2

Con los datos obtenidos gracias a la aplicación de los criterios de las tablas 3.2 y 3.3, se procede a elaborar una tabla de frecuencia para mostrar el grado de significación poseídos por el grupo objeto de estudio o experimental, antes y después de la experiencia; datos que permitirán establecer tal diferencia, así como también, el grado de resignificación de cada concepto al finalizar la investigación

Finalmente, para docimar la hipótesis propuesta en la formulación del problema, es decir para responder la pregunta problematizadora, Hernández, Fernández y Baptista (2006), tal como se había anunciado anteriormente, se efectuará una prueba Z entre los resultados de la

estructura cognitiva inicial y final del grupo de estudio, la ubicación de Z en la curva normal, permitirá tomar la decisión de aceptar o declinar la hipótesis sugerida para la investigación.

3.5.6 *Manual de codificación.* De acuerdo con Giroux y Tremblay (2004), se plantea el manual de codificación para las variables involucradas en el estudio, mostrado en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Manual de codificación de variables.

Nombre de la variable	Tipo de variable	Contenido	Escala de medición	Número	Modalidades o valor	Código
Resolución de problemas	Independiente	¿Cómo resolver problemas relacionados con las soluciones químicas de manera creativa?	Ordinal	01	Problema resuelto	2
					Problema sin resolver	1
<i>Aprendizaje significativo</i>	Dependiente	¿Qué opinan los estudiantes de los conocimientos relacionados con las soluciones químicas?	Ordinal	02	Totalmente en desacuerdo	5
					En desacuerdo	4
					Sin opinión	3
					De acuerdo	2
					Totalmente de acuerdo	1

## Capítulo 4. Resultados

Este capítulo presenta en cinco secciones, en las cuales y en su orden se describen los siguientes aspectos, tal y como se plantea en el capítulo precedente: en primer lugar se describe la estructura cognoscitiva inicial del grupo objeto de estudio, a continuación se destacan algunas consideraciones inherentes a la resolución de problemas, por otra parte se caracteriza la estructura cognoscitiva final del grupo estudiado, y finalmente, con los datos anteriores se docima la hipótesis propuesta.

### 4.1 Estructura Cognoscitiva Inicial del Grupo Objeto de Estudio

Las respuestas otorgadas al pretest por los estudiantes del primer semestre de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana de Neiva, al ser sometidas a la operacionalización del manual de codificación a partir de las tablas 3.2 y 3.3, se muestran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Estructura cognoscitiva inicial del grupo objeto de estudio

CASOS	ÍTEMES																PUNTAJE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	4	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	2	2	4	56
2	4	2	2	5	3	2	2	3	2	4	2	4	1	4	3	4	47
3	5	2	2	3	3	4	3	3	3	4	2	4	4	3	4	3	52
4	4	2	2	4	4	3	3	5	4	4	3	2	2	3	2	4	51
5	4	2	2	4	4	3	5	3	3	5	2	2	2	2	4	3	50
6	4	1	4	1	4	4	3	3	2	2	2	5	3	4	4	3	49
7	5	4	4	4	2	3	3	3	2	4	5	4	2	3	3	4	55
8	4	4	3	4	4	2	4	3	3	4	4	4	3	3	2	5	56
9	5	2	5	5	4	3	2	3	1	4	2	4	2	4	2	3	51
10	4	2	5	4	4	3	4	5	2	5	4	2	3	3	4	4	58
11	4	5	1	4	3	3	4	5	3	2	2	4	3	3	2	4	52
12	4	2	4	4	5	3	4	4	3	2	4	4	2	3	3	3	54
13	4	4	5	3	4	4	3	5	4	4	2	4	2	2	2	3	55
14	4	3	4	5	2	3	3	5	3	4	3	4	2	3	3	4	55
15	5	2	5	3	2	3	4	2	2	5	2	4	4	2	4	5	54
16	5	4	4	4	5	3	5	3	3	4	4	5	2	3	5	3	62

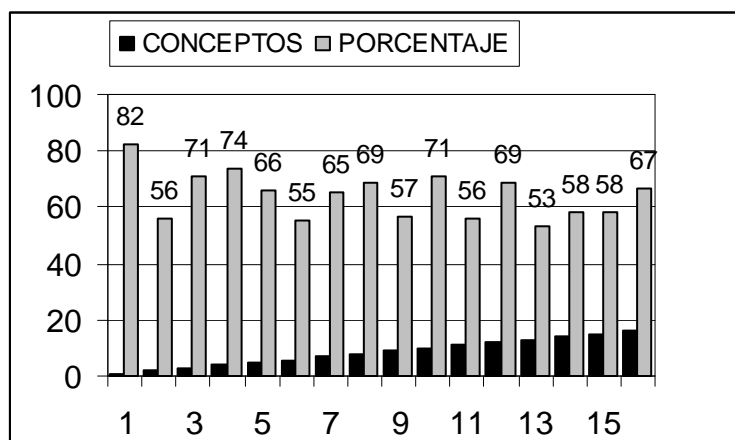
continuación Tabla 4.1 Estructura cognoscitiva inicial del grupo objeto de estudio

CASOS	ÍTEMES																PUNTAJE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
17	5	2	3	5	1	2	2	3	2	2	3	5	4	3	2	1	45
18	5	2	5	5	4	3	3	5	3	4	2	4	1	3	1	2	52
19	4	2	5	5	4	3	3	5	3	4	4	2	3	3	1	2	53
20	5	4	4	3	4	3	3	5	3	5	2	4	3	3	4	4	59
21	4	3	2	4	5	4	3	3	3	5	5	4	3	3	4	3	58
22	5	1	4	4	1	2	3	3	2	5	2	3	3	4	1	4	47
23	4	2	2	5	5	3	3	4	2	4	2	3	2	4	5	3	53
24	5	4	5	5	5	3	4	3	3	2	2	4	3	2	4	4	58
25	5	2	4	5	2	3	4	4	3	5	3	5	2	3	4	3	57
26	4	3	5	5	5	2	2	5	3	5	2	4	4	4	5	5	63
27	5	3	3	1	2	3	5	4	5	5	3	5	1	5	3	5	58
28	2	3	2	4	2	2	3	1	3	1	2	2	3	3	2	2	37
29	3	4	3	2	3	1	2	3	2	3	4	2	3	3	2	2	42
30	2	2	3	4	2	2	3	2	3	1	2	3	2	2	2	3	38
31	4	3	3	4	3	2	3	3	4	3	4	4	2	1	2	3	48
32	2	3	4	2	2	2	3	4	3	3	1	2	3	2	2	2	40
33	2	3	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	3	28
34	3	2	4	2	3	4	2	2	3	1	2	2	3	2	2	3	40
35	4	4	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	1	2	4	41
36	5	5	5	5	5	2	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	75
TOTAL	147	100	127	134	118	99	117	125	102	127	100	125	96	105	104	121	1849
% acierto	82	56	71	74	66	55	65	69	57	71	56	69	53	58	58	67	62.40

A partir de los datos pertenecientes a la tabla 4.1 se pueden esbozar los siguientes resultados:

- Los conceptos mejor definidos por el grupo se corresponden con los de de solución y la solubilidad de las moléculas polares, con un 82% y un 74% de acierto respectivamente.
- Por su parte, los conceptos con mayor grado de dificultad en su definición son los de grado de basicidad en función de la concentración molar de hidrogeniões, grado de solubilidad en función de la naturaleza química de los compuestos, partes por millón y soluto, con grado de acierto del 53%, 55%, 56% y 56% respectivamente.

El grado de aprendizaje logrado por los estudiantes del grupo de estudio para cada concepto se muestra en la gráfica 4.1, en ella se destaca el análisis planteado anteriormente.



Gráfica 4.1 Grado de significación inicial de los conceptos objeto de estudio

En general, el grupo objeto de estudio posee como punto de partida conceptual un 62.40 % de aprendizaje significativo, el cual es producto de su experiencia cotidiana pasada, con el cual abordó la definición de los 16 conceptos seleccionados en el anexo 1.

Las medidas de tendencia central correspondientes al pretest se muestran en la tabla 4.2:

Tabla 4.2 Medidas de tendencia central del pretest

Desviación Standard	Varianza	Media	Moda	Máximo	Mínimo	Puntaje total	% acierto
8.68	75.30	51.31	56	75	28	1847	62.40

Una vez sistematizados los datos del pretest se calculan la principales medidas de tendencia central, con las cuales se docima la hipótesis propuesta; estas medidas muestran las características generales del grupo al inicio de la investigación, es decir, el estado conceptual inicial de la estructura cognoscitiva del grupo sobre soluciones químicas. Tal como se evidencia en la sección 4.1, el grado de acierto del grupo es del 62.40% frente a los conceptos del pretest, situación que revela un conocimiento aceptable de la temática estudiada. Cabe destacar de esta prueba los siguientes aspectos:



a) El grupo inicia con una estructura cognitiva que supera el promedio teórico de la misma (1440 puntos) en 407 puntos; el máximo puntaje esperado para la prueba es de 2880 puntos, frente a 1847 alcanzados.

b) El valor total mínimo obtenido por estudiante alguno en la prueba es de 40 puntos de 80 posibles; igualmente, el valor máximo obtenido es de 82 puntos, los demás puntajes se encuentran dispersos entre estos dos valores.

c) La desviación estándar de 8.68 indica el grado de dispersión alcanzado por los puntajes de los 36 estudiantes, indicando un moderado grado de uniformidad entorno al promedio teórico de la prueba.

d) La moda de 56 puntos refleja el grado de repetición de esta valoración dentro de los puntajes alcanzados por el grupo objeto de estudio.

e) El promedio del grupo de 51.31 puntos, supera en 11.31 puntos al promedio teórico, situación que refleja que el grupo de estudiantes tiene un aceptable dominio de la fundamentación conceptual inherente a las soluciones químicas.

f) La varianza de 75.30 como cuadrado de la desviación estándar es el valor tenido en cuenta para efectuar el cálculo de la prueba Z con la cual se docima la hipótesis propuesta.

Los datos de tendencia central en su totalidad muestran que a nivel general el grupo objeto de estudio posee en su estructura cognoscitiva, un aceptable nivel de significación de los conceptos inherentes a la temática de soluciones químicas.

## **4.2 Estructura Cognoscitiva Final del Grupo Objeto de Estudio**

Para caracterizar la estructura cognitiva final del grupo objeto de estudio, las respuestas otorgadas al post-test por los estudiantes del primer semestre de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana de Neiva, son sometidas a la operacionalización de las tablas 3.2 y 3.3, tal proceso se muestra en la tabla 4.3.

Estos datos, finalmente se correlacionan con aquellos obtenidos para la estructura cognitiva inicial.

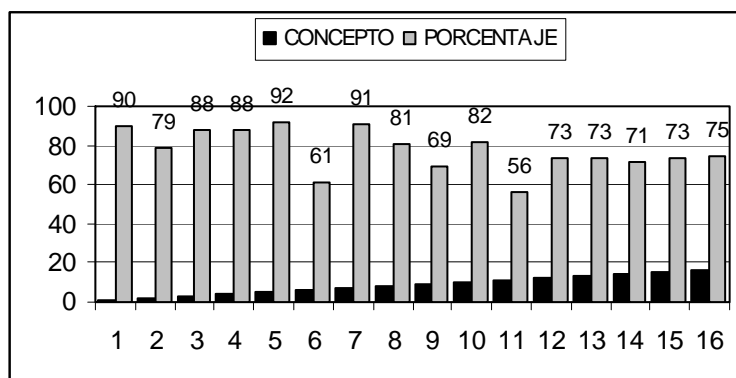
Tabla 4.3 Estructura cognoscitiva final del grupo objeto de estudio

CASOS	ITEMES																Puntaje
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	5	4	5	5	5	2	5	5	4	4	2	4	4	5	4	3	66
2	4	4	3	4	4	4	5	5	4	2	4	4	4	2	3	4	60
3	5	4	4	5	5	3	5	4	3	4	2	4	3	2	4	4	61
4	4	4	4	2	4	3	5	3	1	3	3	2	2	2	3	4	49
5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	2	3	2	4	4	3	61
6	4	4	5	5	5	3	5	3	2	5	2	5	4	4	4	3	63
7	4	4	4	5	5	2	5	5	4	5	2	4	4	4	4	4	65
8	4	5	4	5	5	2	4	2	4	2	3	4	4	2	5	5	60
9	5	4	5	5	5	4	5	3	4	5	1	5	5	5	2	3	66
10	4	4	5	5	5	2	5	5	4	4	2	2	5	5	4	3	64
11	5	2	2	4	4	4	4	3	2	5	2	5	2	2	2	4	52
12	2	4	4	4	4	3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	3	58
13	4	4	5	5	5	3	5	5	3	4	4	3	4	4	4	3	65
14	5	4	4	5	5	3	5	4	3	4	3	4	5	3	4	4	65
15	5	5	5	4	4	4	5	4	3	4	4	4	3	4	3	4	65
16	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	2	5	5	5	4	71
17	5	4	4	4	5	3	5	3	4	4	5	2	5	5	2	4	64
18	5	2	5	5	4	2	5	4	4	4	2	4	2	4	4	3	59
19	4	4	4	4	5	2	5	4	3	4	4	4	4	3	4	3	61
20	4	5	5	4	5	4	5	5	2	4	2	4	2	3	2	4	60
21	5	4	4	4	4	2	2	3	4	3	4	2	4	4	2	3	54
22	5	4	4	5	5	3	5	4	4	5	5	2	1	3	2	4	61
23	4	4	5	5	5	3	5	5	1	4	2	5	5	1	4	3	61
24	5	4	4	5	5	4	5	5	3	4	2	2	2	3	4	5	62
25	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	76
26	5	4	5	5	5	1	5	5	5	5	1	4	5	5	5	5	70
27	5	5	5	5	5	1	5	2	5	5	1	4	5	5	5	4	67
28	4	2	5	5	5	4	4	5	2	4	3	4	4	2	4	3	60
29	5	5	5	3	4	4	5	4	5	4	3	2	1	5	4	4	63
30	4	4	5	5	6	3	2	3	3	5	2	5	2	3	1	4	57
31	5	4	4	4	5	2	5	4	1	5	2	4	5	2	2	2	56
32	4	2	4	2	1	2	5	7	4	4	2	2	5	4	5	4	57
33	4	4	4	4	4	4	2	4	5	4	2	4	5	4	4	4	62
34	4	4	4	4	4	3	4	3	5	3	2	4	2	2	3	5	56
35	5	4	4	4	5	3	4	5	4	4	2	4	3	4	5	4	64
36	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	4	76
TOTAL	162	143	159	159	166	110	164	146	125	147	100	131	131	128	131	135	2237
% de acierto	90	79	88	88	92	61	91	81	69	82	56	73	73	71	73	75	77.67

A partir de los datos pertenecientes a la tabla 4.3 se pueden esbozar los siguientes resultados:

- Los conceptos mejor definidos por el grupo se corresponden con la definición de los conceptos p.p.m. y pH de solución, con un 92% y un 91% de acierto respectivamente.
- Por su parte, el concepto con mayor grado de dificultad en su definición es el de dilución, con un grado de acierto del 56%.

El grado de aprendizaje logrado por los estudiantes del grupo de estudio para cada concepto se muestra en la gráfica 4.2, en ella se destaca el análisis planteado anteriormente.



Gráfica 4.2 Grado de significación final de los conceptos objeto de estudio

En general, el grupo objeto de estudio alcanza un punto de llegada conceptual del 77.67 % de aprendizaje significativo, el cual es producto de la interacción de su experiencia cotidiana pasada o preconceptos y la estrategia didáctica de resolución de problemas en la búsqueda de aprendizaje significativo de los 16 conceptos abordados en el estudio. Esta hipótesis que se corresponde con el problema de investigación se docima en la sección 4.4.

Por su parte, las medidas de tendencia central correspondientes al pretest se muestran en la tabla 4.4

Tabla 4.4 Medidas de tendencia central del postest

Desviación estándar	Varianza	Media	Moda	Máximo	Mínimo	Puntaje Total	% de Acierto
5.72	32.69	62.14	61	76	49	2237	73.58

Una vez sistematizados los datos del postest se calculan las principales medidas de tendencia central, con las cuales se docima la hipótesis propuesta; estas medidas muestran las características generales del grupo al final de la investigación, es decir, el estado conceptual final de la estructura cognoscitiva del grupo sobre soluciones químicas. Tal como se evidencia en la sección 4.1, el grado de acierto del grupo es del 77.67% frente a los conceptos del postest, situación que revela un mejoramiento conceptual del 15.47%, de la temática estudiada, cifra relevante si se considera que el punto final conceptual del grupo supera en 22.14 puntos al promedio teórico. Cabe destacar de esta prueba los siguientes aspectos:

a) El grupo finaliza con una estructura cognitiva que supera el promedio teórico de la misma (1440 puntos) en 797 puntos; el máximo puntaje esperado para la prueba es de 2880 puntos, frente a 2237 alcanzados.

b) El valor total mínimo obtenido por estudiante alguno en la prueba es de 49 puntos de 80 posibles; igualmente, el valor máximo obtenido es de 76 puntos, los demás puntajes se encuentran dispersos entre estos dos valores.

c) La desviación estándar de 5.72 indica un grado de dispersión bajo de los puntajes correspondientes a los 36 estudiantes, indicando un moderado grado de uniformidad entorno al promedio teórico de la prueba. Es importante señalar que la estructura cognoscitiva final provoca una disminución de 2.96 desviaciones estándar, cifra que denota la efectividad de la estrategia didáctica empleada.

d) La moda de 61 puntos refleja el grado de repetición de esta valoración dentro de los puntajes alcanzados por el grupo objeto de estudio.

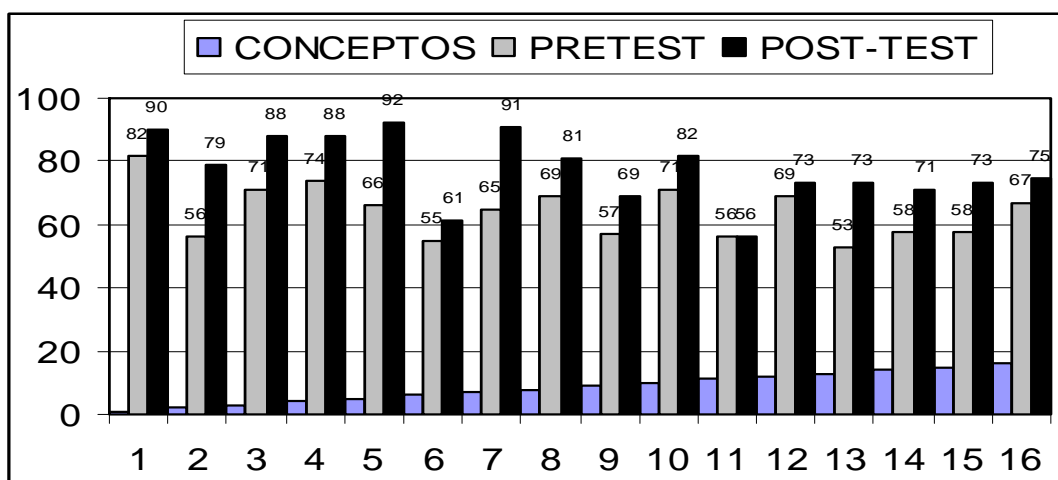
e) El promedio del grupo de 62.14 puntos, supera en 22.14 al promedio teórico, situación que refleja que el grupo de estudiantes tiene un aceptable dominio de la fundamentación conceptual inherente a las soluciones químicas.

f) La varianza de 32.69 como cuadrado de la desviación estándar es el valor tenido en cuenta para efectuar el cálculo de la prueba Z con la cual se docima la hipótesis propuesta.

Los datos de tendencia central en su totalidad muestran que a nivel general el grupo objeto de estudio posee en su estructura cognoscitiva final, con un nivel de significación mayor comparado con su punto de partida conceptual frente a los conceptos inherentes a la temática de soluciones químicas.

### 4.3 Diferencia de Aprendizaje Significativo Alcanzado

La estrategia didáctica de la resolución de problemas le permite al grupo objeto de estudio en general, alcanzar un 77.67% de aprendizaje significativo de los conceptos asociados a las soluciones químicas, es decir, un 15.47 % adicional de aprendizaje o conocimiento significativo de los 16 conceptos abordados en la investigación, el cual a su vez, supera el tope del 5% planteado por Runyon y Haber (1986) para este tipo de experiencias. Es muy importante enfatizar la eficacia de la resolución de problemas como estrategia didáctica para alcanzar el aprendizaje significativo de los conceptos asociados a las soluciones químicas, pues si bien el 15.47% de resignificación logrado no parece ser relevante; debe notarse que el grupo, en general inicia el proceso de aprendizaje con un notable 62.40% de preconceptos muy cercanos a las definiciones que actualmente son aceptadas por la comunidad académica. Para evidenciar esta situación, en la gráfica 4.3 se muestra la diferencia de la estructura cognitiva del grupo objeto de estudio.



Gráfica 4.3 Diferencia de la estructura cognitiva

Tal como lo muestra la gráfica 4.3, todos los conceptos (a excepción del concepto dilución) fueron mejorados gracias a la estrategia didáctica empleada; los conceptos que experimentaron mayor resignificación fueron molaridad y pH con una diferencia del 26%, cada uno, mientras que el concepto de disolución no sufrió cambio alguno.

#### 4.4 Prueba de Hipótesis

Para demostrar que el aprendizaje significativo de los conceptos alcanzado por el grupo objeto de estudio se debe a la estrategia de la resolución de problemas, se emplea una prueba Z, la cual requiere los siguientes algoritmos, Martínez (2006):

$$\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

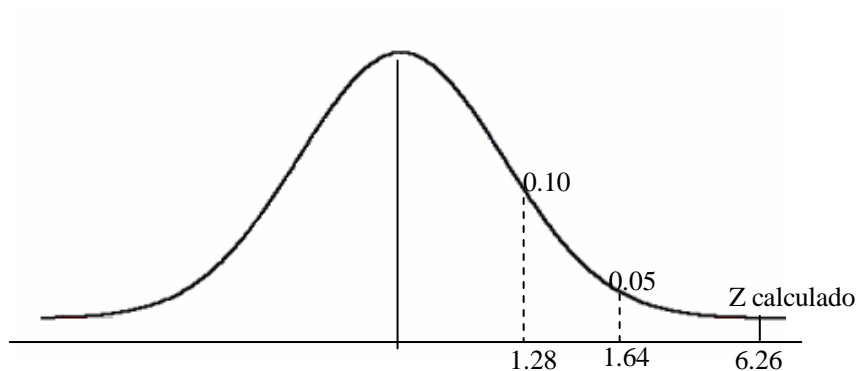
Aplicando los valores calculados de desviación estándar y varianza del pretest y el post-test, se tiene que:

$$\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{75.30}{36} + \frac{32.69}{36}} = 1.73$$

Con este valor finalmente se calcula Z:

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} \quad Z = \frac{62.14 - 51.31}{1.73} = 6.26$$

La ubicando Z en la curva normal se muestra en la gráfica 4.4:



Gráfica 4.4. Prueba de hipótesis

El valor de Z calculado se ubica en la zona de alta significancia de la curva normal con un intervalo de confianza menor a 0.005. En consecuencia se acepta la hipótesis alterna, es decir demuestra que el aprendizaje significativo alcanzado depende de la estrategia didáctica de la resolución de problemas.

El análisis estadístico de los datos derivados del proceso de sistematización de la información, permite responder claramente las dos preguntas básicas que motivaron la presente investigación, así:

La diferencia cognitiva encontrada en el grupo objeto de estudio con respecto a su estado conceptual inicial, la reducción de la desviación estándar como índice de mayor homogeneidad conceptual del grupo y la ubicación de Z calculado en la zona de alta significancia en la curva normal al docimar la hipótesis propuesta, permiten responder afirmativamente y de manera inequívoca a la pregunta: ¿La estrategia didáctica constructivista de la resolución de problemas permite construir aprendizaje significativo de los conceptos inherentes a la temática “soluciones químicas”?

De la misma forma queda demostrado que el grupo objeto de estudio gana en general, un 15.47% de resignificación conceptual a favor del aprendizaje significativo de los conceptos asociados a las soluciones químicas y que además esta diferencia se debe al empleo de la estrategia didáctica de la resolución de problemas. Estas consideraciones finales, derivadas del tratamiento descriptivo e inferencial de los datos recabados responde a la segunda pregunta de investigación: ¿Qué grado de aprendizaje significativo de los conceptos inherentes a la temática “soluciones químicas”, puede lograr la resolución de problemas como una estrategia de la pedagogía constructivista?

#### **4.5 Análisis Complementario: Proceso de Resolución de Problemas**

A continuación se detalla en rasgos generales los principales aportes de cada grupo de estudiantes durante el proceso de su resolución; se hacen observaciones derivadas del análisis

de los textos presentados por cada uno de los grupos y también se hacen transcripciones literales.

**Primer problema.** Para aliviar el dolor de cabeza, es frecuente el uso de aspirina efervescente. Si quieres resolver este tipo de problema de la manera más rápida y efectiva, utilizas ¿Agua caliente, al clima o fría?, ¿Utilizarías poca o bastante agua? Explica tus respuestas y justifícalas.

El grupo de 4 estudiantes al realizar el experimento de disolver tabletas efervescentes de aspirina en las condiciones planteadas por el problema, concluye que la rapidez con que se disuelve la aspirina depende de la cantidad de agua y de su temperatura. Plantean que la mejor forma de disolver la aspirina es usando un volumen más o menos de unos 100 mililitros de agua a temperatura ambiente. Los argumentos del grupo se basan en la concepción alternativa de que “al exponer algunos alimentos y medicamentos al frío, este ambiente hace que se conserve y no se degraden fácilmente, como sucedió cuando se agregó la aspirina al agua fría donde ésta no se disolvió totalmente”.

**Segundo problema.** Intenta disolver azúcar en gasolina. Ahora intenta disolver glicerina en agua. Finalmente intenta disolver sal de cocina en alcohol antiséptico. Explicar y discutir los resultados de estas experiencias.

El grupo decide realizar la experiencia para concluir que no es posible disolver azúcar en gasolina por qué la gasolina es un compuesto orgánico no polar. La solubilidad de un disolvente está determinada en parte por la polaridad tanto del soluto como del solvente, y esta propiedad está a su vez derivada de la estructura molecular y las fuerzas de interacción, para que ocurra una disolución, dichas características deben ser similares.

**Tercer problema.** ¿Qué condiciones deben tener las sustancias para poder disolverse en otras? El grupo realiza una práctica en la cual tratan de disolver varias sustancias caseras y otras de común uso en el laboratorio. Seleccionan bicarbonato de sodio, sal de cocina, azúcar, café liofilizado, gelatina en polvo, alcohol antiséptico, agua, aceite de cocina, blanqueador de



ropa, detergente, al igual que algunos solventes comunes como etanol, acetona, acetaldehído y benceno. Las pruebas realizadas les permiten establecer que las sustancias polares se disuelven en sustancias polares y que las no polares lo hacen en sus similares. Como complemento, el grupo plantea la siguiente experiencia: en tres tubos de ensayo mezclar por separado: en el primero 2 mililitros de etanol con 6 mililitros de agua; en el segundo mezclar 3 mililitros de etanol y 3 mililitros de agua y en el tercero, 2 mililitros de agua y 6 mililitros de etanol. La experiencia les permite concluir que la solubilidad del etanol ocurre para los tres casos, pero los estudiantes mantienen firme el concepto de soluto universal para el agua, argumentan la solubilidad de carácter infinito que posee este alcohol es única entre los alcoholes.

**Cuarto problema.** ¿Cuáles son las unidades de concentración de soluciones químicas, más usadas a nivel mundial?

Las concepciones alternas del grupo de estudiantes les lleva a concluir de manera enfática y rápida que las unidades de concentración de las soluciones pertenecen a dos tipos: unidades químicas y unidades físicas. Dentro del primer grupo señalan a la molaridad y la normalidad como unidades universales de concentración, argumentando tener dificultades conceptuales para definir el concepto de equivalente gramo con el cual se calcula la normalidad. Dentro de las unidades físicas, demuestran manejar el porcentaje de solución (peso a peso, peso a volumen y volumen a volumen); sin embargo no pueden explicar la relación soluto a solvente para el caso de la concentración expresada en partes por millón, la cual está definida en miligramos de soluto por cada litro de disolución. El grupo difícilmente establece la relación que se establece al disolver un gramo de soluto en un metro cúbico de disolución, para deducir que en cada litro de ésta, se encuentra disuelto exactamente un miligramo de soluto.

**Quinto problema.** Preparar una solución 0.5N de  $H_2SO_4$ ., luego diluirla a 0.025M y expresar esta concentración en p.p.m.

Inicialmente el grupo plantea que la estrategia de resolución a este problema consiste en realizar unos cálculos muy sencillos, tal como lo plantea Gómez (2007), sin embargo tiene dificultades debido a que el problema no les señala un volumen de disolución en particular. Por consenso deciden preparar 50 mililitros de la solución solicitada debido a la facilidad de conseguir material volumétrico ajustado a los requerimientos del problema, efectuaron los siguientes cálculos:

$$50 \text{ ml solución} \frac{0.5 \text{ eq-gr } H_2SO_4}{1000 \text{ ml solución}} \cdot \frac{49 \text{ g } H_2SO_4}{1 \text{ eq-gr } H_2SO_4} \frac{1 \text{ ml } H_2SO_4}{1.84 \text{ g } H_2SO_4} \times 0.962 = 0.64 \text{ ml. } H_2SO_4 \text{ concentrado}$$

Para preparar la disolución utilizan un matríz aforado de 50 ml, lavado y seco, adicionan unos pocos mililitros de agua destilada, con la ayuda de una pipeta de 1 ml, adicionan 0.64 mililitros del ácido concentrado y luego completan a 50 ml: En el cálculo anterior, el grupo comete el error de ajustar la pureza del soluto, extrayendo el 96.2%, cuando en realidad deben tomar más volumen del mismo; no es pertinente sacar el 96.2% del ácido concentrado, sino al contrario ajustar el volumen de este soluto en función de su pureza, es decir, no multiplicar por 96.2 y luego dividir a 100, sino multiplicar por 100 y luego dividir por 96.2.

Para diluir esta solución deciden transformar la concentración de la disolución inicial, es decir 0.5N en términos de molaridad para unificar unidades, así:

$$M = \frac{N}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.25 M$$

Finalmente aplican el algoritmo para las diluciones:

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

Efectúan el reemplazo pertinente para despejar  $V_2$ :

Para esta operación deciden utilizar todo el volumen preparado, así:

$$(50 \text{ ml.}) (0.25M) = X \cdot (0.025M), \text{ de donde:}$$

$$X = \frac{50 \text{ ml.} \times 0.25M}{0.025 M} = 500 \text{ ml}$$

El paso final es adicionar 500 ml. de agua a los 50 ml. de disolución inicial para completar 550 ml. de dilución total, procedimiento que realizan en un vaso de precipitados. Este ultimo proceso lo efectúan de manera errática, toda vez que solo debieron tomar 450 ml. de agua destilada y adicionar los 50 ml. de disolución inicialmente preparada para completar 500 ml. en total.

Los estudiantes no pudieron transformar la concentración molar o normal en p.p.m. por considerar a éste último como un concepto nuevo, para el cual no pueden establecer poca o ninguna relación con sus conocimientos previos.

**Sexto problema.** Determinar el pH de los siguientes alimentos: leche, vino, jugo de naranja, tinto, coca cola, suero oral, aceite de cocina, cerveza, vinagre.

El grupo de estudiantes efectúa la medición del pH de las bebidas anteriormente descritas, empleando papel indicador universal.

Por contrastación colorimétrica con papel indicador universal determinan los siguientes valores de pH"

Sustancia	Leche	Vino	Jugo de naranja	Tinto	Coca cola	Suero oral	Aceite de cocina	Cerveza	Vinagre
pH	6	5	6	5	5	6	5	6	6

De acuerdo con los datos de las bebidas anteriormente descritas, el grupo de estudiantes plantea la hipótesis de que todas las bebidas e incluso los alimentos disueltos en agua, deben tener pH ácido.

**Séptimo problema.** Determinar las razones por las cuales, los alimentos tienen pH ácido.

El grupo plantea varias razones para explicar el pH ácido de los alimentos, entre ellas se destacan:

- a. El sistema de amortiguadores de pH del organismo se encuentra diseñado para trabajar óptimamente en medio ácido.

b. Consideran que el pH de los alimentos debe ayudar a los amortiguadores de pH del organismo que controlan los cambios de acidez producidos por el ejercicio muscular y por la ventilación pulmonar.

c. El metabolismo humano emplea enzimas que funcionan óptimamente a pH ácido.

Plantean que no se puede confundir sabor ácido con función química acida. Los alimentos tienen pH ácido debido a diferentes razones, por ejemplo: la mayoría de las bacterias patológicas crecen en alimentos de pH neutro o alcalino. El pH ácido impide que se desarrollen bacterias patógenas.

Debemos ingerir alimentos de carácter ácido de manera controlada para que el pH del plasma no se altere demasiado y pueda conservarse en 7.35.

Las enfermedades degenerativas son causadas por un exceso de ácidos en nuestra sangre y en los tejidos.

La acidificación lleva a la proliferación de microorganismos en nuestro cuerpo, estos secretan sustancias tóxicas que se acumulan en los órganos y producen los síntomas característicos.

Por otra parte pudieron identificar sin embargo que existen alimentos como el plátano y algunos granos que contienen componentes que en solución tienen pH básico.

**Octavo problema.** Al disolver 50 ml de agua con 50 ml de etanol absoluto (96% v/v), se espera preparar 100 ml de disolución, Efectuar el procedimiento anteriormente descrito, explicar y analizar los resultados obtenidos. Adicionalmente plantear un modelo macroscópico que explique lo ocurrido.

Después de realizar la experiencia, el grupo se da cuenta que el resultado no fue el esperado de 100 ml., sino de 96 ml. debido a que las moléculas del agua por tener menor tamaño de las moléculas de etanol tiene la capacidad de filtrarse entre éstas ocupando sus espacios, plantean la hipótesis que el tamaño de la molécula de alcohol es más grande que el tamaño de las moléculas de agua lo que ocasiona que al disolverse en ella se filtren quedando

entre ellas, concepción que se corresponde con la percepción sobre cambios químicos con un único modelo macroscópico de representación, planteado por Pozo y Gómez Crespo (2005), citados por Furió y Domínguez (2007), donde el disolvente cede su lugar al soluto, Gallegos y Garritz (2004), para admitir la idea de vacío entre las moléculas implicadas, Gómez, Pozo y Gutiérrez (2004), descartando la presencia de aire entre las mismas, Pozo y Gómez Crespo (2006), como explicación lógica entre estudiantes de estas edades.

Al formarse los puentes de hidrógeno entre moléculas de etanol y agua, hace que las moléculas interactúen entre sí formando una fase más compacta, con enlaces difíciles de romper; por poseer enlaces sigmas positivos y negativos

**Noveno problema.** Plantear varias alternativas para utilizar productos naturales o de uso cotidiano, como indicadores de pH.

El grupo después de la indagación bibliográfica logra detectar que los vegetales coloreados de azul o rojo contienen pigmentos naturales, tales como las antocianinas, sensibles a los cambios de pH. Entre los vegetales con este tipo de característica, logran ubicar al repollo morado, los pétalos de rosas y claveles rojos y el jengibre, frutas y hortalizas como ejemplo las fresas, cerezas, ciruelas, cebolla cabeza roja, berenjena y la uva negra.

Para comprobar el hallazgo teórico deciden experimentar con hojas de repollo morado y pétalos de rosas, concluyendo que efectivamente, los extractos de estas partes vegetales se tiñen de rojo en medio ácido y de azul en medio básico.

**Décimo problema.** Explicar lo que le ocurre a la pintura utilizada para pintar el exterior de los automóviles, al intentar disolverla con agua.

El grupo logra concluir, tras la experimentación directa, que no es apropiado utilizar agua como disolvente para éste tipo de pintura, debido a que “el agua posee dos pares de electrones no compartidos que le permite formar puentes de hidrógeno con una atracción muy fuerte, a diferencia de la pintura a base de poliuretano que no cumple con esta propiedad y sus atracciones son muy débiles”.

Argumentan igualmente que, el agua presenta una estructura simétrica, donde el centro de carga positiva no coincide con el centro de carga negativa, lo cual la hace una molécula altamente polar, mientras que la pintura es un compuesto no polar o débilmente polar, dependiendo de los dipolos transitorios que pueden formarse entre la interacción de sus moléculas con moléculas diferentes. Son estas diferencias entre propiedades químicas las que generan la incompatibilidad de las partículas del soluto con las del solvente, por lo cual la solubilidad se hace imposible. Debido a esta dificultad manifiestan comprobar la teoría que afirma que un compuesto similar disuelve a su similar, por eso se debe utilizar un disolvente apropiado para disolver la pintura completamente y aumentar su rendimiento. Es recomendado utilizar una mezcla de hidrocarburos, tales como ésteres, cetonas, entre otros.

## Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

Los estudiosos de la didáctica de las ciencias experimentales dedican actualmente sus esfuerzos al problema del aprendizaje de los conceptos científicos, principios y teorías con los cuales se ha construido su saber disciplinar. Se ha planteado la imperiosa necesidad de una educación científica acorde con la dinámica del siglo de la información y la era digital que pretenda construir un eslabón entre la ciencia erudita y aquella que se hace en el salón de clases.

Los resultados de la presente investigación plantean a la metodología científica empleada en el aula, sus destrezas, habilidades y sobre todo, la interacción de la mente humana con los hechos de la naturaleza, como una estrategia didáctica para resolver problemas inherentes a las soluciones químicas, donde la relación teoría-práctica juega un rol muy importante y donde esta última se utiliza como sistema de comprobación y contrastación y sobre todo como una oportunidad de construir más teoría.

La implementación de la estructura metodológica planteada para la investigación, una vez analizados sus resultados a la luz del rigor estadístico ha permitido establecer el alcance de los tres objetivos propuestos para el problema de indagación, a saber:

- El grupo objeto de estudio alcanza un aumento del 15.47% por encima de su punto de partida conceptual, grado de resignificación sustantivo si se considera que el grupo se inicia con un 62.40% de conocimiento del tema objeto de estudio y termina con un 77.67% del mismo. Aparentemente este porcentaje es pequeño pero como ya se señala, el grupo tiene un grado de conocimiento aceptable de los conocimientos pertenecientes a la unidad temática de soluciones químicas y la diferencia conceptual supera el 5% planteado por Runyon y Haber (1986).
- El grado de resignificación alcanzado, demuestra que la estrategia constructivista de la resolución de problemas se consolida como una muy buena opción para lograr el aprendizaje significativo de los conceptos ligados a la temática de soluciones químicas. La resignificación

lograda es el producto de la acción de resolver los problemas propuestos en el ejercicio investigativo sobre las preconcepciones del grupo. Tal como se anota en las dos conclusiones precedentes, las concepciones alternativas de los estudiantes se resisten a ser modificadas. Hoy se sabe que los preconceptos son difíciles de cambiar y que el desarrollo conceptual es un proceso lento, largo y difícil de alcanzar porque las concepciones cotidianas de los estudiantes están muy arraigadas; más aún, hay ausencia de publicaciones que demuestren que las concepciones alternas hayan sido totalmente extinguidas y sustituidas por una nueva idea, (Duit, 1999; Galili y Bar 1992; Tao y Gunstone 1999, citados por Galagovsky, 2007), como máximo se consigue que los estudiantes lleguen a asimilar los conocimientos científicos sin abandonar sus conocimientos cotidianos.

- Los resultados obtenidos en la investigación, ahora se presentan ante la comunidad académica para su respectiva validación; la principal conclusión y a su vez aporte al conocimiento derivada de este trabajo investigativo es la demostración de la efectividad y pertinencia de la resolución de problemas como estrategia didáctica para lograr aprendizaje significativo en el tema objeto de estudio. Aunque en los objetivos no se plantea la demostración de que resolver problemas es en realidad asumir el aprendizaje a través de investigación grupal, es importante resaltar este aspecto; la resolución de problemas es de alguna manera, una muy buena aproximación al quehacer científico en la búsqueda de conocimiento, es decir, un acercamiento de la ciencia escolar a la ciencia erudita.

Otro aspecto relevante es el grado de homogeneidad alcanzado por el grupo, el análisis estadístico revela 2,96 desviaciones estándar de acercamiento hacia la concreción de la estructura cognoscitiva en general del grupo estudiado; es decir, un grado de acercamiento conceptual que parte de 8.68 y llega a 5.72 desviaciones estándar, cifra que demuestra abiertamente que en general, los 36 integrantes del grupo saben más o menos lo mismo sobre soluciones químicas entorno a 62.14 puntos como valor promedio del saber final del grupo sobre la temática estudiada.



También es importante señalar que la resolución de problemas como estrategia didáctica facilita el trabajo colaborativo entre los grupos de trabajo, los obliga a apropiarse del método científico para establecer una secuencia de pasos conducentes hacia la definición de alternativas de solución pertinentes, conjugando los tres saberes de un buen maestro: el saber, el saber hacer y el saber ser. Con el primero se establecen los significados conceptuales de donde parte todo el trabajo colaborativo; cada equipo delimita concienzudamente aquello que saben y aquello que deberían saber para encontrar soluciones eficaces y efectivas a cada problema. La definición de las falencias conceptuales, le permitió a cada grupo buscar información sobre su problema específico, clasificarla, aprehenderla resignificando sus ideas previas de una manera autónoma, derivada de la decisión personal y grupal para mejorar su saber específico. Igualmente le exige a cada grupo, la identificación y priorización de procedimientos y estrategias prácticas necesarias para abordar la solución de cada problema.

Desde la perspectiva didáctica, la resolución de problemas, demanda del profesor la selección de contenidos significativos que potencien la vinculación de los preconceptos de los estudiantes con los conceptos científicos, (Solbes y Vilches, 1989; Caamaño, 1995); en esta dinámica el conocimiento ubicado en la mente del aprendiz se relaciona con la información procedente del exterior para modificarse autónomamente en el aprendizaje significativo o sustentable, éste último propuesto por Galagovsky (2004) o conocimiento significativo, propuesto por el autor. El aprendizaje así concebido, forma estudiantes autónomos para dirigir sus procesos de aprendizaje porque aprenden a pensar, a construir conocimiento y habilidades de pensamiento y de creatividad a cambio de memorizar descontextualizadamente, García (2003).

### **Recomendaciones**

El autor plantea a los colegas maestros algunas recomendaciones derivadas de la práctica investigativa desarrollada; esas recomendaciones se sugieren en términos de:

- Utilizar la investigación de aula con proyectos plausibles y realizables en términos de condiciones de infraestructura, tiempo y buena disposición para implementarlos.
- Ampliar el margen de cobertura de la propuesta investigativa a todos los saberes disciplinares de las ciencias naturales y de las demás áreas del conocimiento, sin excepción alguna. La resolución de problemas se puede aplicar sin restricción a cualquier campo del saber humano; específicamente, la enseñabilidad de la química requiere aportes similares en conceptos fundamentales de su saber disciplinar, donde el acceso al conocimiento es factible gracias a los modelos elaborados para interpretar los fenómenos materiales que son invisibles para los sentidos y la razón humanos; por ejemplo: la estructura de la materia, del átomo, el enlace químico, la discontinuidad de la materia, el comportamiento molecular, las reacciones químicas en todos sus aspectos, la nomenclatura química, los mecanismos de reacción, la estequiometría, el comportamiento de los fluidos, el equilibrio químico, etc.
- Intentar un cambio didáctico en cuanto al desarrollo de las clases de ciencias naturales privilegiando el aprendizaje significativo, alcanzable a través de la resolución de problemas, proceso en el cual se familiariza al estudiante con la metodología científica en la elaboración de nuevos conocimientos a la luz del paradigma del constructivismo humano que fundamentalmente declina la responsabilidad del aprendizaje en quien quiere aprender, guiado por supuesto de un maestro que facilite el acercamiento al conocimiento, acompañado de estrategias congruentes con la intencionalidad de generar el aprendizaje significativo.
- Promover un cambio de actitud tanto en estudiantes como en profesores para acceder al conocimiento humano, su origen, su evolución y su transformación permanente.; cuando los estudiantes perciben que sus ideas no satisfacen las explicaciones de los fenómenos, comprenden que estos conceptos deben ser reemplazados o reorganizados, solo en este instante se crean las condiciones básicas para promover el cambio conceptual, actitudinal y por ende procedimental, frente a los conceptos científicos.

- Al docente le corresponde incursionar en el diseño de situaciones problemáticas inherentes al saber disciplinar de su dominio, basta con encontrar situaciones inciertas que provoquen incertidumbre y la atención de los estudiantes, quienes se ven motivados a buscar soluciones para reducir la tensión producida. Los problemas pueden ser de tipo cerrado o abierto, cualitativos, cuantitativos, experimentales, etc.

- Identificar las preconcepciones de los propios profesores de ciencias acerca de la naturaleza de las ciencias, los cuales revelan que actúan consecuentemente con la imagen de lo que ellos creen que es ciencia, o con aquello que hacen los científicos o de acuerdo con los métodos de las ciencias, Acevedo et al (2007), citados por Galagovsky (2007).

## Referencias

- Adúriz-Bravo, A. & Trujillo, J. (2002). El modelo de aprendizaje de Ausubel como soporte teórico para conceptualizar la teletutorización. *Journal of Science Education*. Vol. 3, Issue; pp. 87 . Documento consultado el 10 de febrero de 2007, en: <http://oproquest.umi.com.millennium.itesm.mx/pqdlink?index=2&did=978200991&SrchMode=1&sid=1&Fmt=3&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1172101754&clientId=23693>
- Ahumada, W. (1983). *Mapas conceptuales como instrumento para investigar la estructura cognitiva en física*. Disertación de maestría inédita. Instituto de Física, Universidad Federal de Río Grande Do Sul Sao Paulo. Brasil.
- Aiken, L. (2003). *Test psicológicos y evaluación*. (11 ed.). Distrito Federal, México: Pearson, Prentice Hall.
- Aliberas, J. & Izquierdo, M. (1989). La didáctica de las ciencias: una empresa racional (Versión electrónica). *Enseñanza de las Ciencias*. 7(3). pp. 277-284.
- Ausubel, D. Novak, J. D. Hanessian, H. (1987). *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. (2a ed.). México: Trillas,
- Ballester, A. (2002). *El aprendizaje significativo en la práctica. Como hacer el aprendizaje significativo en el aula*. Seminario de aprendizaje significativo. Palma de Mallorca. España.
- Benítez, L. & Ibáñez, S. (2007). *Resolución de problemas en química a través del trabajo experimental*. III Congreso internacional sobre formación de maestros de ciencias. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.
- Caldeiro, G. (2005). La teoría del aprendizaje significativo. Implicaciones pedagógicas de la teoría del aprendizaje significativo. Documento consultado el 15 de febrero de 2007, en: <http://ausubel.idoneos.com/index.php/368873>.
- Caamaño, A. (1995). *La educación CTS: una necesidad en el diseño del nuevo currículo de ciencias*. Barcelona: Graó.
- Carr, W. & Kemmis, S. 1988. *Teoría crítica de la Enseñanza. La Investigación – acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca
- Cohem, R. & Swerdlik, M. (2001a). *Confiableidad*. En: *Pruebas y evaluación psicológicas: Introducción a las pruebas*. (4a ed.). México: Mc Graw Hill.
- Cohem, R. & Swerdlik, M. (2001b). *Validez*. En: *Pruebas y evaluación psicológicas: Introducción a las pruebas*. (4a ed.). México: Mc Graw Hill.
- De Posada, J.M. (2000). El estudio didáctico de las ideas previas, en: Perales, Palacios y Cañal. *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.

- Driver, R. & Oldham, V. (1986). *Un enfoque constructivista del desarrollo curricular en ciencias. Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla, España: Díada.
- Ebbing, D. (1997). *Química General*. (5a ed.) Distrito Federal, México: Mc Graw Hill
- Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos 1994 – 1995.(1997). Ingresos y gastos (presupuesto familiar). Documento consultado el 7 de marzo de 2007, en:  
[http://www.dane.gov.co/index.php?option=com\\_content&task=category&sectionid=35&id=31&Itemid=143](http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=35&id=31&Itemid=143)
- Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales. (2004). Serie Guías 7. Ministerio de educación nacional. Bogotá. Colombia.
- Furió, C. & Gil, D. (1989). La Didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados (Versión electrónica). *Enseñanza de las Ciencias*. 7(3). pp. 257-265.
- Furió, C. & Domínguez, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico (Versión electrónica). *Enseñanza de las ciencias*, 25(2), pp. 241–258.
- García, J. J. (2000). La solución de situaciones problemáticas: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la química (Versión electrónica). *Enseñanza de las ciencias*, 18(1), pp. 113-129.
- García, J. J. (2003). *Didáctica de las ciencias, resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. (2 ed.) Bogotá: Magisterio.
- Galagovsky, L.R. Rodríguez, M.A. Sanmarti, N. & Morales, L.F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales. Un ejemplo para la enseñanza del concepto de reacción química a partir del concepto mezcla (Versión electrónica). *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), pp. 107-121.
- Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: El modelo teórico (Versión electrónica). *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), pp.220-240.
- Galagovsky, L. R. (2007). Enseñanza versus aprendizaje de las ciencias naturales. Tecné, episteme y didaxis, Número extraordinario. Tercer congreso internacional sobre formación de profesores de ciencia. Bogotá. Colombia.
- Gallegos, L. & Garritz, A. (2004). Representación continua y discreta de la materia en estudiantes de Química. *Educación química*. 15(3). pp. 234-242. Documento consultado el 15 de septiembre de 2007, en: <http://www.fquim.unam.mx/sitio/edquim/153/153-gall.pdf>
- Gil, D. (1987). Los programas guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*. 8(3). pp. 3-12.
- Gil, D. (1991). ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (Versión electrónica). *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), pp. 69-77.

- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación (Versión electrónica). *Enseñanza de las ciencias*, 11(2), pp. 197-212.
- Gimeno, J. (1983). El Profesor como investigador en el aula: un paradigma de formación de profesores. *Revista Educación y Sociedad*. N° 2. pp. 51-73.
- Giroux, S. & Tremblay, G. (2004). *Metodología de las Ciencias Humanas. La investigación en acción*. (1a ed. en castellano) México. Fondo de cultura económica.
- Gómez, M. A. Pozo, J. I. & Gutiérrez, M. S. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación química*. 15(3).pp. 198-210. Documento consultado el 15 de septiembre de 2007, en: <http://www.fquim.unam.mx/sitio/edquim/153/153-poz.pdf>
- Gómez, M. (2007). Factores que influyen en el éxito de los estudiantes al resolver problemas de química (Versión electrónica). *Enseñanza de las ciencias*. 25(1) pp. 59–72.
- González, D. (s.f.). *Cuestionario escrito*. Documento inédito. Itec. México.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2007). *Metodología de la investigación*. (4a ed.). Iztapalapa, México: McGraw-Hill.
- Lozano, A. (2006). Diseño de programas educativos basados en competencias. Curso teórico práctico de la Maestría en Educación. Instituto tecnológico de Monterrey. México.
- Machado, E. & Montes de Oca, N. (s.f.). Habilidades investigativas en cursos postgraduados de metodología de la investigación pedagógica. Universidad de Camaguey. Cuba. Documento recuperado el 20 de febrero de 2007, en: <http://www.rieoei.org/investigacion/742Machado258.PDF>
- Martínez, C. (2005) *Estadística y muestreo*. (12a ed.). Santafé de Bogota, Colombia: Ecoe.
- Medina, J.N. (1994). *Evolución de las concepciones sobre las ciencias naturales, su Enseñanza y su aprendizaje. Concreción y experimentación del modelo didáctico de enseñanza y aprendizaje por investigación*. Tesis de Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencia y Tecnología. Departamento de Química. Santafé de Bogotá, D.C. Colombia.
- Miranda, M.F. (2005). *La lectura como estrategia para favorecer el aprendizaje significativo en la historia de México*. Tesis de maestría en Educación.
- Mora, W. (1993). *Las actitudes de los estudiantes hacia la imagen de las ciencias. Una estrategia metodológica para su mejoramiento*. Tesis de Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencia y Tecnología. Departamento de Química. Santafé de Bogotá, D.C. Colombia.
- Moreno, F. (2006). Teoría de la instrucción vs teoría del aprendizaje significativo: contraste entre J. Bruner y D. Ausubel . Documento recuperado el 15 de marzo de 2007, en: <http://site.ebrary.com/lib/bibliosurcolombiana/Top?channelName=bibliosurcolombiana&page=1&docID=10105286&f00=text&frm=smp.x&hitsPerPage=10&layout=document&p00=>

aprendizaje+significativo&sch=%A0%A0%A0%A0%A0Search%A0%A0%A0%A0&sortBy=score&sortOrder=desc

- Narváez, L. J. (1994). *Un enfoque constructivista para el aprendizaje significativo de los conceptos asociados a la materia en estudiantes de grado sexto del Colegio Eugenio Ferro Falla de Campoalegre, Huila*. Tesis de especialización. Universidad del Tolima, Universidad Surcolombiana. Ibagué, Colombia.
- Perales, F. J. Álvarez, P. Fernández, M. García. J.J. González, F. & Rivarrosa, A. (2000). *Resolución de problemas*. Madrid, España: Síntesis S.A.
- Petrucci, R. Hawood, W. (1999). *Química General. Principios y aplicaciones modernas*. Séptima edición. Madrid, España: Prentice Hall Iberia.
- Porlán, R. (1989). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias (Versión electrónica). *Enseñanza de las ciencias*, 16(1). pp. 175-185.
- Posner, G. Strike, K. Hewson, P. & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*: 66(2). 211-227.
- Pozo, J.I. & Gómez Crespo, M.A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. (5 ed.). Madrid: Morata.
- Rodríguez, L.M. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. Documento consultado el 16 de marzo de 2007, en: <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>
- Runyon, R.P. & Haber, A. (1986): *Estadística para las Ciencias Sociales*. México: Adisson-Wesley Iberoamericana.
- Sanabria, Q. Pérez, R. & Gallegos, R. (2007). *Disoluciones electrolíticas en el aula. Reconstrucción de modelos*. III Congreso Internacional sobre formación de profesores en ciencias. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.
- Sánchez, I. & Flores, P. (2004). Influencia de una metodología activa en el proceso de enseñar y aprender Física. Tesis de maestría en educación. Documento consultado el 17 de marzo de 2007, en :  
<http://proquest.umi.com/pqdweb?index=0&did=978202211&SrchMode=1&sid=1&Fmt=4&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1173835717&clientId=71137> Principio del formulario
- Solbes, J. & Vilches, A. (1989). Interacciones ciencia tecnología-sociedad. Un instrumento de cambio actitudinal (Versión electrónica). *Enseñanza de las ciencias*, 7(1), pp. 14-20.
- Shunk, D.H. (1996). *Learning Theories*. Englewood Cliffs, NJ. USA: Prentice Hall.
- Tamayo, M. (1999). *El proceso de la investigación científica*. (3 ed.). México: Limusa-Noriega.
- Toulmin, S. (1972). *La comprensión humana I: El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid, España: Alianza Editorial.

Wallas, G. (1921). *The art of thought*. New York: Hachett, Barce, & Word. Prentice Hall.  
Englewood Cliffs, N.J.



## Anexo 1. Cuestionario

A continuación encontrarás una serie de afirmaciones numeradas del 1 al 16, sobre las cuales te pedimos que definas tu opinión, usando los siguientes criterios: Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Sin opinión, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo. Marca una X en la casilla que consideres se corresponde con tu opinión personal:

Los resultados serán utilizados con propósitos exclusivamente investigativos, razón por la cual, tu nombre no va a ser usado bajo ninguna consideración, simplemente se utiliza como un mecanismo de control y seguimiento.

1. Una solución química es el producto de la relación que se establece entre dos o más sustancias miscibles (que se pueden mezclar) entre si.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
2. El soluto es la sustancia que se ha disuelto en el seno de un solvente y se encuentra en mayor proporción al interior de una solución.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
3. El solvente es la sustancia que permite la solubilidad del soluto y se encuentra en mayor proporción al interior de una solución química.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
4. Las moléculas polares son altamente solubles en agua.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
5 La molaridad es una unidad de concentración química que expresa la cantidad de moles de soluto disueltas en un litro de solución.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
6. El cloro residual del agua potable tiene una concentración de 2 p.p.m.; eso significa que cada metro cúbico de agua tiene disueltos 2 miligramos de cloro en sus sales.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
7. El pH de una solución se calcula aplicándole el logaritmo negativo a la concentración molar de iones de H <sup>+</sup> .				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
8. Solamente las moléculas polares pueden disociarse en solución acuosa.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
9. Un electrolito débil es una sustancia cuyas moléculas tienen elevada polaridad y se disocian totalmente en solución acuosa.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

10. El grado de solubilidad de las sustancias depende de su naturaleza química.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
11. Al diluir una solución de HCl 0.2N hasta HCl 0.1N, la cantidad de soluto disuelto permanece constante.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
12. El grado de solubilidad de una sustancia es directamente proporcional a la temperatura de la solución en la cual se encuentre disuelto.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
13. Una solución con pH básico tiene una elevada concentración de iones $H^+$ .				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
14. Las moléculas de los electrolito fuertes se disocian totalmente en solución acuosa.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
15. En las soluciones sobresaturadas, el solvente puede disolver el máximo de soluto posible.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
16. La amalgama odontológica es un ejemplo de solución química.				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

## Anexo 2. Situaciones problema

A continuación se plantean 10 (diez) situaciones problemáticas, las cuales deben ser resueltas por los grupos de trabajo colaborativo muestrales, utilizando las diferentes alternativas planteadas en el marco teórico para este tipo de estrategia didáctica.

1. Para aliviar el dolor de cabeza, es frecuente el uso de aspirina efervescente. Si quieres resolver este tipo de problema de la manera más rápida y efectiva, utilizas ¿Agua caliente, al clima o fría?, ¿Utilizarías poca o bastante agua? Explica tus respuestas y justifícalas.

2. Intenta disolver azúcar en gasolina. Ahora intenta disolver glicerina en agua. Finalmente intenta disolver sal de cocina en alcohol antiséptico. Explicar y discutir los resultados de estas experiencias.

3. ¿Qué condiciones deben tener las sustancias para poder disolverse en otras?

4. ¿Cuáles son las unidades de concentración de soluciones químicas, más usadas a nivel mundial?

5. Preparar una solución 0.5N de  $H_2SO_4$ , luego diluirla a 0.025M y expresar esta concentración en p.p.m.

6. Determinar el pH de los siguientes alimentos: leche, vino, jugo de naranja, tinto, coca cola, suero oral, aceite de cocina, cerveza, vinagre.

7. Determinar las razones por las cuales, los alimentos tienen pH ácido.

8. Al disolver 50 ml de agua con 50 ml de etanol absoluto (96% v/v), se espera preparar 100 ml de disolución, Efectuar el procedimiento anteriormente descrito, explicar y analizar los resultados obtenidos. Adicionalmente plantear un modelo macroscópico que explique lo ocurrido.

9. Plantear varias alternativas para utilizar productos naturales o de uso cotidiano, como indicadores de pH.

10. Explicar lo que le ocurre a la pintura utilizada para pintar el exterior de los automóviles, al intentar disolverla con agua.