IMPLEMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA METODOLÓGICA ORIENTADA A LA COMPRENSIÓN BÁSICA DEL CONCEPTO DE DISOLUCIÓN A PARTIR DE LAS INTERACCIONES MOLECULARES ENTRE SOLUTO Y SOLVENTE: DIRIGIDO A ESTUDIANTES DEL GRADO DECIMO DE LA *INSTITUCIÓN EDUCATIVA BENJAMÍN CORREA ÁLVAREZ* DEL MUNICIPIO DE TITIRIBÍ

Trabajo Final de Maestría

Estudiante

JULIÁN LIZANDRO OLIVEROS GARCÍA
Licenciado en Química, UPN
Código
201116161

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
SEDE MEDELLÍN

2013

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA METODOLÓGICA ORIENTADA A LA COMPRENSIÓN BÁSICA DEL CONCEPTO DE DISOLUCIÓN A PARTIR DE LAS INTERACCIONES MOLECULARES ENTRE SOLUTO Y SOLVENTE: DIRIGIDO A ESTUDIANTES DEL GRADO DECIMO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA BENJAMÍN CORREA ÁLVAREZ DEL MUNICIPIO DE TITIRIBÍ

Trabajo Final de Maestría

Estudiante

JULIÁN LIZANDRO OLIVEROS GARCÍA

Código
201116161

Director

Daniel Barragán, Dr. Sci.

Profesor Asociado

Escuela de Química

Trabajo de Maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

SEDE MEDELLÍN

2013

DEDICATORIA

A mi querido padre Roberto Oliveros que siempre me acompañara, desde el cielo intercede para cumplir mis metas, a mi bella madre Olga María García a mis hermanos Edison, Germán, Pilar, Dieguito y resto de familia porque son un apoyo incondicional y con su paciencia y comprensión siempre me rodearon y supieron comprender lo importante que era para mí este trabajo y mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Al Doctor Daniel Alberto Barragán Ramírez, profesor asociado de la Escuela de Química de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, porque sus aportes y orientaciones pedagógicas y científicas fueron los que permitieron profundizar sobre aspectos fundamentales de la química aportando a mi formación pedagógica y profesional.

A los profesores, maestros y compañeros, quienes aportaron con su conocimiento pedagógico, didáctico y disciplinar para mi desarrollo intelectual con el cual se enriqueció esta propuesta.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE TABLAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
1 RESUMEN	8
1.1 Palabras claves	8
2 INTRODUCCION	9
3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION	10
4 PROPUESTA	12
5 JUSTIFICACIÓN	13
6 OBJETIVOS	14
6.1Objetivo general	14
6.2 Objetivos específicos	14
7 REFERENTE TEÓRICO	15
7.1Referente aprendizaje	16
7.2Referente disciplinar	18
7.2.1 La química de las soluciones	19
7.2.1.1 Sustancia	19
7.2.1.2 Mezcla	19
7.2.1.3 Las soluciones	20
7.2.1.3.1 Diluida	20
7.2.1.3.2 Concentrada	20
7.2.1.3.3 Saturada	20
7.2.1.3.4 Sobresaturada	21
7.2.2 Medidas de concentración de las soluciones	21

7.2.2.1 Unidades físicas 21

7.2.2.1.1 Porcentaje peso en volumen 21

7.2.2.1.2 Porcentaje volumen en volumen 21

7.2.2.2 Unidades químicas 21

7.2.2.2.1 Fracción molar 21

7.2.2.2.2 Molaridad 21

7.2.2.2.3 Molalidad 21

7.2.3 Preparación de soluciones 22

7.2.4 Solubilidad y estructura molecular 22

7.2.5 Factores que afectan la solubilidad 22

7.2.5.1 Solubilidad de un gas en un líquido 22

7.2.5.2 Solubilidad de un sólido en un líquido 23

7.2.6 Fuerzas intermoleculares 23

7.2.6.1 Interacción dipolo-dipolo 23

7.2.6.2 Enlace de hidrógeno 24

7.2.6.3 Fuerzas de London 27

7.3 Dificultades en el estudio de tópicos en química 27

8 CRONOGRAMA 34

9 ANALISIS, DISCUSION Y PRESENTACION DERESULTADOS 35

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 52

11 BIBLIOGRAFÍA 55

A. Anexo: Pre test 58

B. Anexo: Guía de laboratorio de disoluciones 60

C. Anexo: Test 63

D. Anexo: Evidencias fotográficas de la practica pedagógica 65

LISTA DE TABLAS

Página

Tabla # 1. Estados de diferentes disoluciones 20

Tabla #2. Porcentaje de aciertos pre-test y el test por pregunta 35

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura # 1. Fuerzas en la molécula del yoduro de metilo en estado líquido 24

Figura # 2. Moléculas polares con pequeños dipolos 24

Figura # 3. Compuestos típicos que tienen enlace N-H, O-H, F-H 25

Figura # 4. Enlace de hidrógeno 25

Figura # 5. Enlace de hidrógeno entre dos compuestos diferentes, como el metanol y la metilamina 26

Figura # 6. Moléculas del ácido acético líquido y solución de acetona en agua 26

Figura # 7. Dipolos inducidos por moléculas no polares 27

Figura # 8. Nivel de interpretación semiparticulado durante el aprendizaje erróneo de conceptos químicos 28

Figura # 9. Árbol de niveles conceptuales de química 29

Figura # 10. Red conceptual que muestra que los modelos no son dibujos y los dibujos no son modelos 31

1. RESUMEN

El presente trabajo de investigación de aula se realiza teniendo en cuenta las dificultades que observamos se presentan en los estudiantes para alcanzar una adecuada comprensión de algunas de las temáticas que se imparten en la enseñanza de la química, como es el caso de las disoluciones químicas, entendidas desde las interacciones moleculares entre soluto y solvente. Buscando fortalecer el proceso de aprendizaje y superar esta debilidad se propone implementar una estrategia metodológica para que en el estudiante despierte el interés por el aprendizaje de la química, procurando que en él se desarrollen competencias científicas que promuevan el aprendizaje significativo de conceptos y el desarrollo de habilidades de pensamiento científico de modo que el conocimiento adquirido en el aula lo acerque a comprender fenómenos de la vida cotidiana.

La propuesta permite fortalecer los conocimientos científicos a través de diferentes actividades prácticas, estructuradas en orden lógico y desarrollada en equipos de trabajo dentro de un ambiente propicio que motive al estudiante a formar parte activa del proceso de enseñanza-aprendizaje.

1.1 PALABRAS CLAVES

Competencia, habilidades de pensamiento, disolución química, aprendizaje significativo.

2. INTRODUCCION

En la didáctica de las ciencias naturales y en particular en la enseñanza de la química se debe propiciar, además del aprendizaje de los contenidos conceptuales, el desarrollo de actitudes, valores y el aprendizaje de contenidos procedimentales para la vida, es decir, el SABER HACER que permita la formación de personas eficaces y autónomas fomentando el desarrollo de capacidades transferibles a otros contextos (Caamaño, A., Mayos, C., Maestre, G., y Ventura, T. 1983)

La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica y media se debe hacer mediante una metodología activa que promueva el desarrollo de competencias en el estudiante; que les facilite conocer su entorno, actuar e integrarse a éste como ciudadano responsable de su medio natural y social. La comprensión de las ciencias naturales en el contexto de la vida cotidiana se adquiere a través de las experiencias, que responden a la curiosidad de los estudiantes, y en la medida en que ellos conocen y aprenden el lenguaje y los principios de la ciencia. La aplicación de los conceptos en la solución de problemas desde la perspectiva científica promueve la adquisición de competencias necesarias para la vida. (Furio, Carlos y Furio, Cristina).

Los resultados de las pruebas SABER se pueden tomar como indicadores para revisar o evaluar las metodologías utilizadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que pueden mostrar debilidades tanto en la enseñanza por parte de los educadores, como en el aprendizaje por parte del estudiantes. En muchas instituciones educativas, tal vez por falta de recursos y de formación del profesorado, aún persiste la metodología tradicional de enseñanza en la que a través de la tiza y el tablero los docentes repiten la información consignada en textos, a la vez que el estudiante, con una actuación pasiva durante el proceso, se limita a copiar en un cuaderno. (Tovar Gálvez J, C). Este tipo de procesos aporta muy poco a la formación de los estudiantes.

Así, para buscar contribuir de manera significativa al proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, en particular del concepto de disolución a partir de interacciones moleculares soluto-solvente se implementa una estrategia pedagógica que transforma las clases en el aula en

procesos activos y de carácter práctico donde el estudiante hace uso de manera comprensiva de conceptos, teorías y modelos de las ciencias para resolver problemas.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La química como disciplina de las ciencias naturales tiene bien definido y delimitado su campo de estudio y por eso tiene un lenguaje propio y diferente de las otras disciplinas que componen las ciencias naturales. Cada lenguaje utiliza diferentes representaciones, modelos y símbolos para dar a conocer el objeto de estudio. Según *Rivas Navarro* en 2008, el lenguaje de la química es tal vez, en ciencias naturales, el de mayor diversidad y complejidad ya que utilizada representaciones de diferente naturaleza, tales como imágenes gráficas, ecuaciones, letras, números, puntos, y combinaciones entre ellos, para transmitir y ayudar a comprender los conceptos y la naturaleza de los diferentes fenómenos.

El análisis de las explicaciones verbales y gráficas realizadas por los docentes permite considerar la complejidad de los lenguajes como una fuente de obstáculos para la comunicación entre docentes y estudiantes.(Galagovsky L, Di Giacomo M, Castelo V, 2009), ya que se busca transmitir conceptos con un elevado grado de abstracción, no perceptibles a través de los sentidos. *Cordón Aranda* en 2008 se refiere a la comunicación científica entre docentes y estudiantes como al uso de representaciones gráficas, “modelos mentales” y “modelos explícitos” que dificulta los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En la **INSTITUCIÓN EDUCATIVA BENJAMÍN CORREA ÁLVAREZ**, IEBCA, del municipio de Titiribí durante los últimos años se ha seguido un proceso de instrucción formal tradicional en los programas de estudio de la química básica, que para el tema puntual de las disoluciones maneja diferentes niveles de profundidad, desde el macroscópico en el que se explican las características de la disolución, hasta el microscópico en el que se explican las características moleculares de solutos y solvente. Sin embargo, una revisión desde la experiencia pedagógica y didáctica indica que los estudiantes de esta institución, aun después de los procesos de instrucción formal, sólo son capaces de describir el proceso de disolución de diferentes medios como una combinación de productos en diferentes estados, donde aparentemente no hay necesidad fuerzas o interacciones que unan las sustancias, llegando a visualizar la disolución como el proceso en el que una sustancia queda atrapada en otra, demostrando que las distintas intervenciones didácticas y pedagógicas, asociadas a procesos formales tradicionales de instrucción parecen no ser suficientemente efectivas para el logro del aprendizaje de los

conceptos, y que al final terminan provocando en los estudiantes representaciones internas equivocadas o forzando aprendizajes memorísticos, fragmentados e incluso, sin sentido tal como lo revelan diferentes estudios empíricos (De Posada, 1993, 1999; Furio et al., 2000; Valcárgel Pérez et al., 2005; Alvarado Zamorano, 2005; García-Franco y Garritz, 2006).

En la literatura encontramos pocos estudios o investigaciones relacionados con la funcionalidad pedagógica y didáctica de las representaciones científicas, de las actividades curriculares y de las experiencias en aula y prácticas de laboratorio en relación a la importancia de la enseñanza y aprendizaje de las interacciones moleculares entre solutos y solventes durante el estudio del tema de las disoluciones.

De acuerdo con lo anterior, es necesario elaborar una primera investigación, lo más integral posible, en la que por un lado, se indagan las ideas alternativas que presentan los estudiantes de grado décimo de la IEBCA del municipio de titiribí alrededor del tema de las disoluciones y la manera como se relacionan con las fuerzas intermoleculares. Una vez determinadas estas ideas alternativas se procederá a describirlas y analizarlas, no sólo en términos de las dificultades epistemológicas y didácticas que implica el concepto, sino también, a la poca eficacia de las estrategias convencionales empleadas en su enseñanza y aprendizaje. Los resultados preliminares de la investigación serán los determinadores para buscar y elaborar alternativas didácticas para la enseñanza de las fuerzas intermoleculares en el tema de las disoluciones, y que tenga como característica un eje estructurador desde una concepción constructivista para su enseñanza.

Con este trabajo buscamos aportar al ámbito de la didáctica de las ciencias, herramientas útiles y eficaces que permitan estructurar más eficazmente algunas situaciones de aprendizaje, en especial el de las fuerzas intermoleculares en disoluciones en diferentes medios. Partiremos de la siguiente pregunta problema.

¿COMO CONSTRUIR CONOCIMIENTO CIENTIFICO ESCOLAR DEL CONCEPTO DE FUERZAS INTERMOLECULARES EN DISOLUCIONES QUE SE PRESENTAN EN DIFERENTES MEDIOS, A TRAVÉS DE PRACTICAS DE LABORATORIO CON INTERVENCIÓN DOCENTE ENMARCADO BAJO UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA Y DIRIGIDO A ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA BENJAMIN CORREA ALVAREZ DEL MUNICIPIO DE TITIRIBI?

4. PROPUESTA

Una vez identificado la problemática, y el modelo de aprendizaje utilizado para solucionar el mismo es necesario abordar el concepto de fuerzas intermoleculares en disoluciones que se presentan en diferentes medios, a través de prácticas de laboratorio con intervención docente enmarcado bajo un enfoque constructivista y dirigido a estudiantes del grado decimo de la *Institución Educativa Benjamín Correa Álvarez* del municipio de titiribí.

Se pretende recoger información de primera mano sobre los preconceptos que los estudiantes tienen, por esto se generaran preguntas orientadoras para poder determinar que saben ellos de las fuerzas intermoleculares, que son, cuales son, como interactúan ellas en las disoluciones en diferentes medios a través de un test aplicado como inicio de una temática relacionada como los es la solubilidad de los compuestos.

Después de tabular la información y saber de qué parten ellos y sus explicaciones sobre las preguntas antes hechas, podemos hacer una explicación en la clase solucionando preguntas que les pueden ir generando el cambio conceptual por la explicación de la fuerzas que intervienen en las soluciones y como el estado de la materia que utilizaremos (solutos y solventes) en las prácticas de laboratorio posteriores, pueden afectar la disolución en un liquido, en un sólido o en un gas.

En las prácticas de laboratorio tomaremos como solventes uno polar (agua) y otro no polar (aceite), en cantidades de 10 ml en tubos de ensayo y a estos adicionaremos diferentes solutos, (sal, azúcar, bicarbonato de sodio, agua, aceite, gasolina, éter, leche, etc.) con las explicaciones antes dichas, los estudiantes podrán predecir lo que ocurre en cada una de las soluciones, con el conocimiento que se adquirió, y podemos determinar si en verdad lo explicado en las clases tiene sentido en las respuestas que estos brindan de las disoluciones en diferentes medios.

5. JUSTIFICACION

La enseñanza de la química es indispensable porque a través de esta disciplina los estudiantes aprenden conceptos que le permiten interpretar los fenómenos que ocurren a su alrededor. La inadecuada metodología aplicada en la enseñanza de la química se ve reflejada en los problemas de aprendizaje que presentan los estudiantes asociados a conceptos de soluciones químicas; por esa razón es necesario diseñar una estrategia curricular y metodológica que busque mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y desarrollar competencias científicas y habilidades para la vida.

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar una unidad de trabajo experimental a través de prácticas de laboratorio con intervención docente y bajo un enfoque constructivista, orientada a la enseñanza y aprendizaje del concepto de disolución argumentado a través de fuerzas intermoleculares entre soluto y solvente, y dirigido a estudiantes del grado decimo de la *Institución Educativa Benjamín Correa Álvarez* del municipio de Titiribí.

6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar los conceptos previos relacionados con fuerzas intermoleculares, en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Benjamín Correa Álvarez del municipio de Titiribí.

2. Evaluar cómo dichos conceptos pueden cambiar a través del proceso de intervención docente que tenga como eje estructurador una concepción constructivista para su enseñanza.

3. Elaborar y aplicar prácticas de laboratorio donde se involucre el conocimiento científico escolar del concepto de fuerzas intermoleculares en disoluciones que se presentan entre solutos y solventes de diferente naturaleza.

4. Explicar la manera en que los estudiantes participantes de un modelo enmarcado bajo enfoques constructivistas, promueve y desarrolla la explicación científica a través de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares.

7. REFERENTE TEORICO

Las investigaciones realizadas por *Johnson* en 1999, en el campo de la enseñanza de la química, resultan muy apropiadas para abordar el tema de investigación que nos ocupa; él afirma que “lo que realmente sabemos y entendemos controla lo que aprendemos”. En este sentido y, hablando desde una perspectiva constructivista, es necesario asimilar correctamente los conceptos básicos de cualquier materia antes de profundizar en su estudio. En el caso particular de la química, los conceptos tienen una difícil percepción por parte del alumno, ya que a veces hablamos de sustancias con propiedades macroscópicas que tratamos de explicar de forma microscópica, lo que requiere un profundo dominio de la materia para entenderlo. *Johnson en* 2006 propone para las ciencias, los niveles macroscópicos, submicroscópico y simbólico de pensamiento. En tal sentido, estamos de acuerdo en que un aprendizaje comprensivo de la química requiere la diferenciación y relación de estos tres niveles en la conceptualización de las propiedades y cambios de la materia: el macroscópico, el submicroscópicos y el simbólico. El paso de un nivel a otro y las relaciones que deben establecerse entre ellos encierra dificultades intrínsecas al conocimiento de la química puestas de manifiesto por diferentes autores. Además de estas exigencias, el pensamiento y los procesos de razonamiento de los estudiantes y el propio proceso de enseñanza aparecen como causas de las dificultades del aprendizaje de la química.

En el nivel submicroscópico, la unión entre los átomos constituye un tema central en el conocimiento de la química. No podemos comprender ni explicar o predecir el comportamiento de la materia sin saber cómo interaccionan las partículas que la constituyen y sin saber que el resultado de las mismas determina su composición y estructura, y consecuentemente sus propiedades físicas y químicas. Por ello, a pesar de las dificultades de aprendizaje, se plantea la necesidad de su introducción temprana en los currículos de ciencias.

7.1 Referente de aprendizaje

El aprendizaje requiere, de acuerdo con el enfoque constructivista, la existencia de actividad autoconsciente por parte del sujeto como condición para su evolución intelectual, dado que quien aprende interpreta la realidad proyectando sobre ella los significados que va construyendo. La adquisición de conceptos, entonces, no sería otra cosa que un proceso creativo basado en la reestructuración de las teorías de las que dichos conceptos forman parte (*Pozo*, 1989).

Para este modelo tienen gran relevancia los conceptos y la estructura cognitiva de quien aprende, pues el aprendizaje sólo es significativo cuando puede relacionarse, de modo no arbitrario y substancial, con lo que el alumno ya sabe (*Ausubel, Novak y Hanesian*, 1978).

La hipótesis de que aprender los contenidos escolares presupone atribuir un sentido y la construcción de sus significados, y que tal reto es enfrentado, en relación genética, sobre la base de los significados que se han construido previamente (*Pozo*, 1987), resalta la importancia que los conceptos cotidianos de nuestros alumnos revisten en el diseño de cualquier estrategia de enseñanza. Los conocimientos previos o concepciones alternativas no sólo permiten contactar inicialmente los nuevos contenidos, sino que, además, son los fundamentos de la construcción de nuevos significados.

Según Ausubel (*Ausubel D.P* 1983) el aprendizaje significativo es un proceso a través del cual una nueva información se relaciona con un aspecto relevante de la estructura del conocimiento del individuo. Este aprendizaje ocurre cuando la nueva información se enlaza con las ideas pertinentes de afianzamiento que ya existen en la estructura cognitiva del que aprende. Para lograr un verdadero aprendizaje significativo es necesario que el estudiante confronte sus ideas previas con los nuevos conocimientos y los adapte al contexto para que este nuevo conocimiento sea funcional en un momento determinado de la vida. Por esa razón es necesario conocer no sólo la cantidad de información que el educando posee, sino cuales son los conceptos y proposiciones que maneja, así como su grado de estabilidad.

En el proceso de enseñanza aprendizaje del tema de soluciones químicas sí el estudiante tiene en su estructura cognitiva afianzado el modelo discontinuo de la materia, que considera que los materiales están formados por partículas que se mueven e interactúan y que en ellas existen espacios vacíos, se espera que él pueda interpretar la diversidad de la materia y las diferencias

entre mezclas y disoluciones. Si esto es así, entonces el estudiante ha logrado un aprendizaje significativo y a través de éste puede responder a problemas nuevos, auto-cuestionarse y relacionarlos con otros conceptos y elaborar nuevas ideas (*Donn*, 1989).

Basados en las investigaciones hechas por los autores anteriormente referenciados se propone indagar los preconceptos de fuerzas intermoleculares en disoluciones que tienen los estudiantes de decimo de la IEBCA por medio escrito, primero se aplicará un pretest con preguntas cerradas sobre: fuerzas intermoleculares, tipos de fuerzas intermoleculares y como estas se reflejan o se evidencian en disoluciones en diferentes estados de la materia.

Teniendo esta información tabulada, y entendiendo, los preconceptos que tienen los estudiantes, podemos entrar a intervenir explicando en forma teórica y grafica, para luego llegar a la práctica, planteando una actividad sencilla de laboratorio donde prepararemos disoluciones en diferentes estados de forma muy sencilla, esperando obtener resultados diferentes a los iniciales.

Para la obtención de los resultados y poder llegar a conclusiones aplicaremos el mismo test, con preguntas cerradas y se realizara una comparación estadística, lo cual nos brindara información útil, respecto a lo tratado.

7.2 REFERENTE DISCIPLINAR

Entre los contenidos de la química, las fuerzas intermoleculares constituyen un concepto fundamental para comprender diversos fenómenos y procesos químicos, físicos y biológicos.

Tradicionalmente, en la escuela secundaria se llega a la enseñanza de los modelos de fuerzas intermoleculares (MFI) luego de exponer la estructura submicroscópica de la materia, de haber enseñado los conceptos de tabla periódica, unión química y sus representaciones por medio de estructuras de Lewis, el concepto de polaridad a partir de la geometría predicha por el modelo de repulsión de los pares de electrones del nivel de valencia (VSEPR), y la clasificación de fuerzas intermoleculares por interacción de cargas netas o diferentes tipos de dipolos. Cuando se llega al tema “soluciones” se presentan las fuerzas intermoleculares como responsables del fenómeno de disolución, con argumentaciones que especifican los diferentes tipos de dipolos, explicadas desde la teoría y representadas en gráficas.

Paralelamente, numerosas investigaciones muestran que existen fallas en la comprensión de los eventos submicroscópicos que ocurren en las disoluciones; es decir, errores en los conceptos involucrados en los MFI (*Nappa*, 2005; *Bekerman*, 2007). Un ejemplo muy conocido es la generalización que suelen efectuar los estudiantes cuando al referirse a la unión por puente hidrógeno aseguran que “todo compuesto con hidrógeno puede formar uniones puente hidrógeno” (*Talanquer*, 2006; *Bekerman*, 2007).

Estas consideraciones justifican la importancia y potencialidad que este contenido tiene tanto en lo disciplinar como para el estudiante.

En lo disciplinar: para desarrollar y comprender diferentes conceptos de la química, algunos de ellos: fórmulas químicas, mecanismos de reacción, disolución de las sustancias; así mismo para comprender, explicar y predecir el comportamiento de las sustancias, sus propiedades físicas y químicas, sus transformaciones, así como la importancia que esto tiene en la síntesis de nuevos compuestos y su incidencia en la calidad de vida. Esto hace que consideremos a los enlace químicos como un concepto fundamental en la comprensión de conceptos básicos dentro de la química.

Para el estudiante: para comprender que las distintas representaciones de los enlaces químicos constituyen modelos creados por los científicos a partir de teorías o datos experimentales y representan entidades no perceptibles. Los modelos científicos no son permanentes sino que pueden modificarse con la aparición de nuevas teorías. De esta manera se contribuiría a romper en los estudiantes la imagen histórica de la ciencia y que las teorías nacieron completas y acabadas en la mente de los científicos.

Todo lo anterior ha generado un interés por indagar en las concepciones, y más recientemente en los modelos mentales, que construyen los alumnos cuando se enfrentan al aprendizaje de modelos, en mayor medida sobre la teoría cinética-molecular de la materia, pero también sobre átomos y moléculas (*Valcárcel et al*., 2000). No menos numerosos han sido estudios similares sobre el enlace químico (*Furió y Calatayud*, 1996; *Taber*, 1997 y 1998; *Posada*, 1999; *Coll y Treagust*, 2003).

7.2.1 LA QUIMICA DE LAS SOLUCIONES

7.2.1.1 Sustancia. Toda sustancia tiene un conjunto único de propiedades (características que nos permite identificarlas) y distinguirla de otras sustancias. Las sustancias tienen composición fija y propiedades que las distinguen, las que pueden ser de naturaleza física o química. Las propiedades físicas son las que podemos medir sin cambiar la identidad de la sustancia, por ejemplo color, olor, densidad, punto de ebullición. Las propiedades químicas describen la forma en que una sustancia puede cambiar (reaccionar) para formar otras sustancias. (Buitrago Suarez, Y, C. 2012).

7.2.1.2 Mezclas. Cuando dos o más sustancias puras se ponen en contacto y no se combinan químicamente, aparece una mezcla. Una mezcla puede ser separada en sus componentes por métodos físicos. Se clasifican en homogéneas y heterogéneas.

Las mezclas heterogéneas no son uniformes; en algunos casos puede observarse la discontinuidad a simple vista (por ejemplo sal y carbón); en otros casos debe usarse una mayor resolución para observar la discontinuidad.

Las mezclas homogéneas son totalmente uniformes (no presentan discontinuidades) y presentan iguales propiedades y composición en todo el sistema, algunos ejemplos son la salmuera, el aire. Estas mezclas homogéneas se denominan *soluciones*. (Buitrago Suarez, Y, C. 2012).

7.2.1.3 Las soluciones*.* Una solución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias dispersadas como moléculas, átomos o iones, en vez de permanecer como agregados de regular tamaño. Existen soluciones donde las sustancias que se mezclan tienen distintos estados de agregación (ver tabla # 1); hay soluciones de gas en gas (en realidad, todas las mezclas de gases son soluciones), de gas en líquido, de líquido en líquido, de solido en líquido, de solido en solido (aleaciones).

Estado de la solución	**Estado del disolvente**	**Estado del soluto**	**Ejemplo**
Gaseoso	Gaseoso	Gaseoso	Aire
Liquido	Liquido	Gaseoso	Oxígeno en agua
Líquido	Líquido	Líquido	Alcohol en agua
Líquido	Líquido	Sólido	Agua en sal
Sólido	Sólido	Gaseoso	Hidrógeno en platino
Sólido	Sólido	Líquido	Mercurio en plata
Sólido	Sólido	Sólido	Plata en oro

Tabla # 1: Estados de diferentes disoluciones

Una de las sustancias que forman la solución se denomina **disolvente**; suele ser el componente que se encuentra en mayor cantidad. La otra u otras sustancias en la solución se conocen como **solutos**. De acuerdo a la cantidad de soluto disuelto en cierta cantidad de solvente, las soluciones pueden denominarse:

7.2.1.3.1**Diluida**: es aquella que contiene solamente una pequeña cantidad de soluto en relación a la cantidad de disolvente.

7.2.1.3.2**Concentrada**: es aquella que contiene una gran proporción de soluto.

7.2.1.3.3**Saturada**: soluciones que contienen la máxima cantidad de soluto posible disuelta en cierta cantidad de solvente, se denominan saturadas. La concentración de soluto en esas soluciones se denomina solubilidad; esta cantidad varia, en general, con la temperatura.

7.2.1.3.4**Sobresaturada**: un solvente disuelve mayor cantidad de soluto que la que es posible a esa temperatura (mayor que la solubilidad); ese tipo de soluciones se denomina sobresaturada. Una solución de este tipo no representa una situación estable y finalmente deriva en la solución saturada correspondiente y un exceso de soluto sin disolver. (Buitrago Suarez, Y, C. 2012).

7.2.2 Medidas de concentración de soluciones. La concentración de una solución puede expresarse en forma cualitativa (utilizando los términos diluida o concentrada) o especificar en forma cuantitativa (determinando que cantidad de soluto tiene disuelto y en qué cantidad de solvente); es decir describiendo las cantidades relativas de los diversos componentes. Las más importantes medidas de composición para soluciones liquidas son las siguientes:

7.2.2.1 Unidades físicas. Se pueden expresar en:

***7.2.2.1.1 Porcentaje en peso: % P/P*:** Corresponde a los gramos de soluto disueltos en 100 g de la solución.

7.2.2.1.2 Porcentaje peso en volumen: %P/V: Corresponde a los gramos de soluto disueltos en 100 ml de la solución. El ***% P/P*** puede convertirse en ***%P/V*** (y viceversa) si se conoce una propiedad de la solución como es la densidad.

7.2.2.1.3 Porcentaje volumen en volumen: %V/V: Corresponde a los ml de soluto disueltos en 100 ml de la solución.

7.2.2.2 Unidades químicas. Se pueden expresar en:

7.2.2.2.1 Fracción molar, *X*: Es la relación del número de moles de soluto al número total de moles.

7.2.2.2.2 Molaridad, M: Es el número de moles de soluto disueltos en un litro de solución. *Un mol,* es una unidad de medida de cantidad de algo similar a hablar de docena, centena entre otras; el mol equivale a $6.02x10^{23}$ átomos o moléculas (partículas muy pequeñas).

7.2.2.2.3 Molalidad, m: Es el número de moles de soluto disueltos en un kilogramo de solvente.

7.2.3 Preparación de soluciones. Muchas veces puede suceder que no disponemos del soluto necesario para preparar una solución; pero si contamos en el laboratorio con una solución preparada cuya concentración es conocida; a partir de ella podemos obtener la solución que necesitamos.

Dilución: es la obtención de una nueva solución de menor concentración a partir de una solución de mayor concentración, por agregado de solvente. La cantidad de cada soluto se mantiene (es decir, es la que contiene la solución original) pero cambia el volumen en el cual está contenido por lo cual su concentración desciende. (Buitrago Suarez, Y, C. 2012).

7.2.4 Solubilidad y estructura molecular. Se forma una solución cuando una sustancia se dispersa uniformemente en otra. Para que ello ocurra deben existir fuerzas de atracción entre el soluto y el disolvente comparables en magnitud a las existentes entre las partículas de soluto o entre las partículas de disolvente. Mientras mayor sea la fuerza de atracción entre las moléculas desiguales, mayor será la solubilidad. Sin embargo, mientras más intensas sean las fuerzas entre las moléculas del soluto entre si y las del solvente entre sí, menor será su solubilidad.**"LO SEMEJANTE DISUELVE LO SEMEJANTE"** es decir moléculas desiguales (soluto y solvente) con fuerzas de atracción similares se disolverán, en cambio moléculas desiguales con fuerzas de atracción diferente no se disolverán. (Buitrago Suarez, Y, C. 2012).

7.2.5 Factores que afectan la solubilidad. Se llama solubilidad a la cantidad máxima de soluto que es posible disolver en cierta cantidad de solvente a cierta temperatura.

7.2.5.1 Solubilidad de un gas en un líquido*:*

Si se aumenta la presión del gas, el número de colisiones con la superficie aumenta también y lo mismo sucede con la velocidad de captura de las moléculas de gas por parte del líquido. La cantidad de gas disuelto aumenta entonces hasta que la velocidad de escape vuelve a ser igual a la nueva velocidad de captura. Por consiguiente, **la solubilidad de un gas en un líquido aumenta al aumentar la presión.**

Los aumentos de temperatura casi siempre disminuyen la solubilidad de los gases en los líquidos. Aunque la elevación de temperatura causa colisiones más frecuentes de las moléculas gaseosas contra la superficie liquida, el principal efecto producido consiste en que una mayor proporción de las moléculas disueltas tiene la energía cinética necesaria para escapar del líquido.

7.2.5.2 Solubilidad de un sólido en un líquido

Este proceso se da mediante la difusión del sólido, en el cual las moléculas de éste quedan rodeadas y hasta cierto punto, unidas a la molécula del disolvente. Cuando parte del soluto ha entrado en solución, algunas de sus moléculas serian recapturadas por el sólido, y la velocidad de esta red de posición aumentará a medida que aumente la concentración de la solución. Si la cantidad de soluto es suficiente, la solución llegara a tener una composición en la cual las velocidades de disolución y deposición serán iguales. En este punto, la solución está saturada. Cuando una solución está saturada, la velocidad de disolución (moléculas que entran en solución por segundo) es igual a la velocidad de deposición (moléculas que salen de la solución por segundo). (Buitrago Suarez, Y, C. 2012).

La disolución de un sólido produce dos fenómenos:

Las moléculas de soluto se separan, como sucede en la fusión (e incluso en la evaporación), lo que requiere un suministro de calor.

Las moléculas de soluto se asocian con moléculas de disolvente, con consiguiente desprendimiento de calor. Esta asociación entre las moléculas de soluto y las de disolvente se llama solvatación o, cuando el disolvente es agua, hidratación. Para la mayor parte de las soluciones de sólidos en líquidos, el efecto de "separación" es el que predomina. (Buitrago Suarez, Y, C. 2012).

7.2.6 FUERZAS INTERMOLECULARES

Según (Jaramillo, L, M. 2001) las moléculas se *atraen* y se *repelen* unas a otras excepto en un gas altamente disperso. Las atracciones intermoleculares que mantienen juntas las moléculas en el estado sólido o líquido, son de naturaleza electrostática y se las ha llamado ***fuerzas o atracciones de Van der Waals***.

Se clasifican en tres grupos:

7.2.6.1 Interacciones Dipolo-Dipolo

Las moléculas con un momento dipolar permanente experimentan la interacción dipolo-dipolo, que es la atracción que ejerce el extremo positivo de una molécula polar por el extremo

negativo de otra semejante. En el ácido clorhídrico (HCl) por ejemplo, el hidrógeno relativamente positivo de una molécula, es atraído por el cloro relativamente negativo de otra molécula. En la figura # 1 se representa las moléculas de yoduro de metilo (H_3C-I) en el estado líquido:

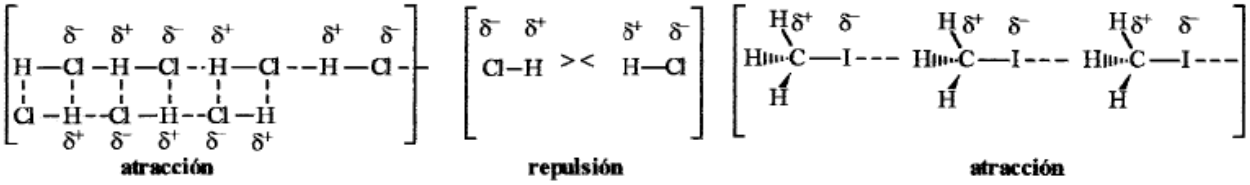


Figura # 1, Fuerzas en las moléculas de yoduro de metilo (H_3C-I) en el estado líquido. (Tomado de: Jaramillo, L, M. 2001. Curso de Química Orgánica General. Universidad del valle, pp. 28-31).

Como resultado de esta interacción dipolar las moléculas polares por lo general, se unen entre sí más firmemente que las no-polares de peso molecular comparable. Esta diferencia entre la intensidad de las fuerzas intermoleculares se refleja en las propiedades físicas de esta clase de compuestos. En la figura # 2 se representan las moléculas polares que pueden representarse entonces como pequeños dipolos: (Jaramillo, L, M. 2001)

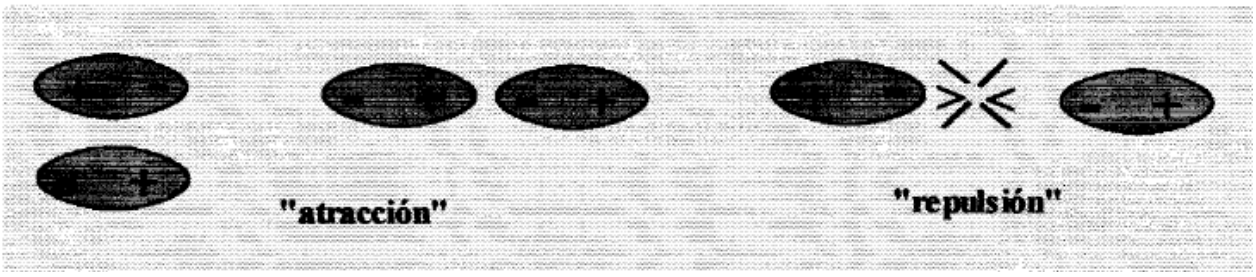


Figura # 2. Moléculas polares con pequeños dipolos. (Tomado de: Jaramillo, L, M. 2001. Curso de Química Orgánica General. Universidad del valle, pp. 28-31).

7.2.6.2 Enlace de Hidrógeno

Una clase de atracción dipolo-dipolo particularmente fuerte, ocurre entre moléculas que contienen un átomo de hidrógeno enlazado a nitrógeno, oxígeno o flúor. Cada uno de estos elementos es electronegativo y tiene electrones de valencia sin compartir. Compuestos típicos

que contienen un enlace N-H, O-H, F-H son representados en la figura #3: (Jaramillo, L, M. 2001)

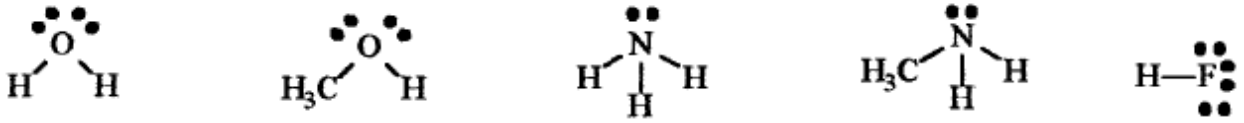


Figura #3. Compuestos típicos que contienen un enlace N-H, O-H, F-H. (Tomado de: Jaramillo, L, M. 2001. Curso de Química Orgánica General. Universidad del valle, pp. 28-31).

En el estado líquido, las moléculas de cualquiera de estos compuestos experimentan fuertes atracciones por las otras, debido a que el átomo de hidrógeno parcialmente positivo (hidrógeno acídico) de una molécula, es atraído por un par de electrones no-compartido, del átomo electronegativo de otra. Esta clase de atracción se denomina ***enlace de hidrógeno,*** que se observa en la figura #4*:* (Jaramillo, L, M. 2001)

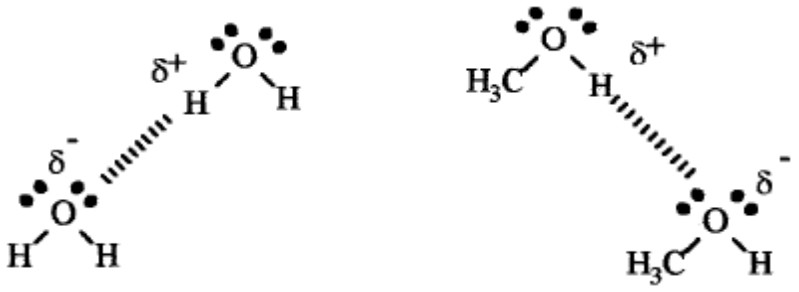
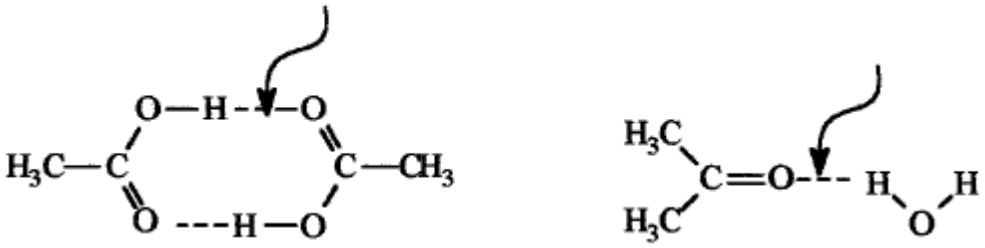


Figura # 4 ***Enlace de hidrógeno.*** (Tomado de: Jaramillo, L, M. 2001. Curso de Química Orgánica General. Universidad del valle, pp. 28-31).

Los enlaces de hidrógeno pueden formarse también entre dos compuestos diferentes tales como el metanol (CH_3OH) y agua o entre metilamina (CH_3NH_2) y agua. En estos casos, hay a menudo más de una posibilidad para el enlace de hidrógeno. Así, una solución de metilamina en agua formaría lo observado en la figura #5: (Jaramillo, L, M. 2001)

Figura # 5 Diferentes enlace de hidrógeno entre la metilamina en agua. (Tomado de: Jaramillo, L, M. 2001. Curso de Química Orgánica General. Universidad del valle, pp. 28-31).

Por otro lado, compuestos que tenga hidrógeno parcialmente positivo y dobles enlaces entre carbono y oxígeno, también pueden asociarse a través de enlaces de hidrógeno con otros compuestos. Son ejemplos: moléculas de ácido acético en el estado líquido y soluciones de acetona en agua, como se observa en la figura # 6. (Jaramillo, L, M. 2001)



ácido acético líquido sol acetona-gua

Figura # 6. Moléculas de ácido acético líquido y solución de acetona en agua. (Tomado de: Jaramillo, L, M. 2001. Curso de Química Orgánica General. Universidad del valle, pp. 28-31).

En consecuencia, los enlaces de hidrógeno pueden existir en las fases: sólida, líquida (en estado puro o en solución) y aún en la fase gaseosa algunos compuestos forman enlaces de hidrógeno particularmente fuertes. Es el caso de moléculas de ácido acético que pueden existir como dímeros en la fase gaseosa a través de un doble enlace de hidrógeno como se mostró anteriormente. (Jaramillo, L, M. 2001)

La energía promedia de disociación de un enlace de hidrógeno es de 5 a 10 kcal/mol, mucho más baja que la energía de disociación de un enlace covalente típico (80 a 100 kcal/mol), pero mucho más fuerte que la mayor parte de las atracciones dipolo-dipolo.

7.2.6.3 Fuerzas de London

Las fuerzas de London son atracciones débiles entre moléculas que no poseen momento dipolar permanente. Tales fuerzas surgen por el movimiento continuo de los electrones, el cual da origen a dipolos inducidos en una molécula, por otra. En este caso, los electrones de una molécula son atraídos débilmente por un núcleo de una segunda molécula, entonces los electrones de la segunda molécula son repelidos por los electrones de la primera. El resultado es una distribución desigual de electrones donde el extremo de una molécula llega a ser rico en densidad electrónica, mientras que el otro extremo llega a ser pobre en electrones. Por lo tanto se presentará una atracción entre el extremo positivo de un dipolo y el extremo negativo del otro. La Figura siguiente describe cómo un dipolo inducido puede surgir cuando dos moléculas se aproximan entre sí. Finalmente debe anotarse que la distancia entre las moléculas tienen un efecto importante sobre la fuerza de las ***atracciones de Van der Waals***, las cuales incluyen todas las interacciones que hemos descrito. La distancia a la cual la atracción es más grande se ha llamado ***radio de Van der Waals.*** Si dos moléculas se aproximan entre sí, a una distancia menor que su radio de van der Waals, se desarrollarán repulsiones entre ellas. (Jaramillo, L, M. 2001)

Figura # 7 Dipolos inducidos por moléculas no-polares. (Tomado de: Jaramillo, L, M. 2001. Curso de Química Orgánica General. Universidad del valle, pp. 28-31).

Por el contrario, cuando la distancia entre las dos moléculas es mayor que el radio de Van der Waals, las fuerzas de atracción entre las moléculas, disminuyen. (Jaramillo, L, M. 2001)

7.3 Dificultades en el Estudio de los Tópicos de Química

Como señalan *Martín-Sánchez* y *Martín* en el 2000, la Química es una ciencia complicada para los alumnos, con un lenguaje completamente diferente, su aprendizaje es costoso. Recomiendan para su enseñanza, que en los niveles de secundaria es importante ir muy despacio, repetir los conceptos, hacer experimentos, problemas

diversos y cualquier tipo de ejercicios que les sirva para repasar, afianzar y entender los conocimientos que queremos transmitirles.

Según *Ballesteros* en 2002, los estudiantes desconocen y confunden los conceptos, lo que nos obliga a revisar la forma de enseñar química, prestando atención a los conocimientos previos de los estudiantes y sugerir un proceso de enseñanza-aprendizaje inmerso en ambiente de desarrollo cognoscitivo y lingüístico.

Para *Hurst* en 2002 los conceptos básicos deben ser explicados con claridad y orden para que puedan ser asimilados de manera significativa.

Johnson en 1999 plantea que "lo que realmente sabemos y entendemos controla lo que aprendemos" en el caso de la química esto significa que para poder entender la química primero es necesario asimilar correctamente los conceptos básicos de esta antes de profundizar en su estudio. Esto se presenta debido a que los conceptos son muy difíciles de entender por parte de los alumnos ya que son abstractos, muy complejos y requieren muchos prerrequisitos. Para enfrentar esta situación (*Johnson*, 2006) propone los diferentes niveles de pensamiento y representación en la enseñanza y el aprendizaje de la química; en este modelo se propone un nivel sensorial o perceptual (macroscópica), un nivel molecular o exploratorias (submicroscópico) y un tercer nivel, la representación que es el simbólico.

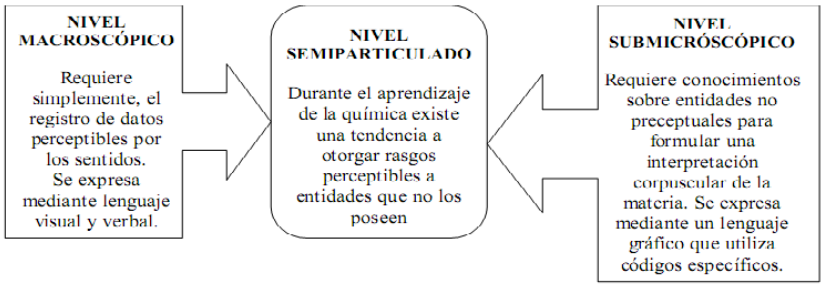


Figura # 8. Nivel de interpretación semiparticulado durante el aprendizaje erróneo de conceptos químicos. (Tomado de: Johnson, N-Laird, P. 1996. Images, models, and propositional representations. En *models of visuospatial cognition)*.

Según *Johnson* el nivel macroscópico corresponde a las representaciones mentales a partir de la experiencia sensorial directa. El nivel submicroscópico hace referencia a las representaciones mentales abstractas que tiene un experto en la materia y que no se corresponden con el fenómeno real sino con modelos que explican de forma

satisfactoria los hechos macroscópicos, es decir, que de forma inductiva se crea un sistema que justifique los hechos reales. El nivel simbólico es un recurso que permite expresar de forma verbal y escrita la explicación submicroscópica que se da del entorno macroscópico. Por tanto, para poder entender las ciencias, en especial la química, es necesario desenvolverse en estos tres niveles y ser capaz de relacionarlos de forma fluida.

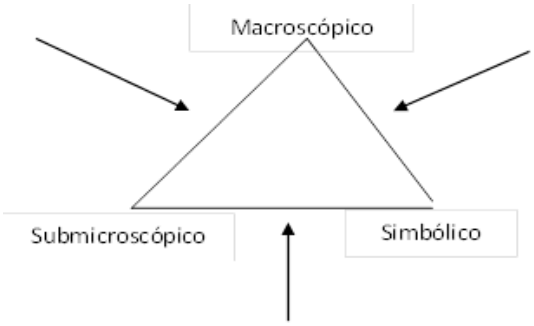


Figura # 9. Árbol de niveles conceptuales de química. (Tomado de: Johnson, N-Laird, P. 1996. Images, models, and propositional representations. En *models of visuospatial cognition)*.

Johnson argumenta que muchas de las dificultades de aprendizaje de la química es debido al hecho de que el proceso de enseñanza y el aprendizaje, es casi exclusivamente en sólo uno de los vértices del triángulo, ver figura 9, (macroscópico y simbólico), dejando de lado la más estructural (correspondiente al vértice de submicroscópica) privando al estudiante de su capacidad para modelado. Existe una tendencia para que los estudiantes puedan explicar los fenómenos químicos, en el plano macroscópico porque apenas poseen habilidades o recursos simbólicos, en el plano mental, para la comprensión de las transformaciones químicas en un nivel que requiere una mayor capacidad como el nivel de abstracción submicroscópico.

Apoyado en la psicología *Ausubel*, *Johnson* (1982, 1993) defiende la idea de que el proceso de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de química debe moverse en el interior del triángulo, tratando con los tres componentes de la química, representados en los tres vértices del triángulo.

En las investigaciones realizadas por *Galagovsky* en 2003 se refleja que entre los profesores y los alumnos hay dificultades de comunicación, debido a la diferencia existente entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje científico. Esta dificultad reside en la

diferencia de plano en que se encuentran ambos. Cuando un profesor explica, tiene un amplio conocimiento de la materia, que le permite ir relacionando los conceptos según estime conveniente y con ello siempre encontrará contextualizado aquello que explica y lo verá lógico y razonado. En cambio el alumno extrae de esta información aquello que puede ir comprendiendo, atribuyendo a las palabras recibidas el significado más relacionado con su entorno. Prácticamente todos los conceptos que nos son familiares tienen algo que puede ser reconocido por nuestros sentidos y, su aprendizaje nos resulta más sencillo que el de los conceptos abstractos.

Por otro lado, está también la dificultad que representa la diferencia entre las representaciones mentales de los expertos sobre el mundo natural y las de los alumnos. Incluso en el caso de posibles errores en la expresión de ideas o sintaxis, tanto por parte del alumno como del profesor, siempre vienen controlados por este último ya que es quien dirige, temporiza y se expresa en las clases, marcando las tendencias con su sistema de evaluación y calificación (*Galagovsky*,1993).

Los contenidos que aprenden los individuos en un contexto escolar dependen de los esquemas cognitivos previos en cada uno de ellos (*Galagovsky*, 2002), pero también, y en gran medida, de la interacción con el docente, que es el responsable de seleccionar, organizar e impartir las explicaciones y evaluar los conocimientos adquiridos de forma óptima. Según *Galagovsky* en 1999, la estructura cognitiva de un sujeto se concibe como una configuración reticular compuesta por nodos, que representan conceptos, y relaciones entre ellos, considerando información todo elemento externo a la estructura mental del alumno y conocimiento a esta misma, una vez ha sido transformada y asimilada por el mismo.

Figura # 10. Red conceptual que muestra que los modelos no son dibujos y los dibujos no son modelos. (Tomado de: GALAGOVSKY, L., DI Giacomo, M. A., Castelo, V. 2009, Modelos vs. Dibujos: el caso de la enseñanza de fuerzas intermoleculares).

En las investigaciones realizadas por *Llorens* en 1994, frente a las dificultades que se presentan en la enseñanza y aprendizaje de los tópicos de química, se encontró que existe un extenso conocimiento descriptivo de las concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en la adquisición de los conocimientos básicos de química, reconociéndose un triple origen para las concepciones alternativas de los alumnos: el perceptivo, el analógico y el cultural y desde un punto de vista actitudinal, cabría considerar un cuarto factor, relacionado con los fines y aspiraciones personales del alumno cuando elabora sus ideas. Para algunos autores (*Llorens, J. A*., 1987, *Sanmartín, N.*, 1989), en un primer momento del desarrollo conceptual, el rasgo más característico de las ideas del alumno es que la observación de la realidad material está dominada por los aspectos más accesibles desde el punto de vista perceptivo, siendo a menudo irrelevantes en la construcción de conceptos químicos. Dentro de este marco, dominado por lo perceptivo, es lógico que existan dificultades para adquirir conceptos como el de sustancia pura.

En la fase del desarrollo conceptual el lenguaje empleado por los alumnos también presenta características peculiares. Por una parte, es interesante observar la gran dificultad en usar un lenguaje explicativo. El lenguaje empleado es eminentemente

descriptivo. Por otro lado, el lenguaje ordinario aparece como una fuente de significados que apoyan u obstaculizan la adquisición de conceptos y muestra el impacto del medio cultural en el origen de las concepciones alternativas, configurándose conjuntos de experiencias o prácticas cotidianas, transferidas por el ambiente familiar, social o de los medios de comunicación, que son susceptibles de interaccionar con el aprendizaje escolar en la construcción de un núcleo de específico de conceptos (*Llorens* y *De Jaime*, 1987).

El objetivo principal de la química es el estudio de los cambios que experimenta la materia y la modelización de las sustancias y las reacciones químicas. Esta finalidad se refleja en un cuerpo de conocimientos que suele presentarse como un conjunto definido de conceptos muy consolidado. Pero la adquisición de estos conceptos presenta obstáculos que se ponen de manifiesto en estudios donde se analizan un gran número de concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje.

A continuación se recogen los principales problemas que presentan los alumnos y que han sido tratados por la investigación didáctica (Dificultades en el aprendizaje de los conceptos químicos (*Caamaño y Oñorbe*, 2004)

Dificultades intrínsecas de la química

- ✓ Existencia de tres niveles de descripción de la materia: macroscópico, microscópico y simbólico.
- ✓ Carácter evolutivo de los modelos y teorías. Uso de diferentes modelos y teorías en el aprendizaje escolar.
- ✓ Ambigüedad de lenguaje respecto de los niveles descriptivos.
- ✓ Ausencia de términos apropiados para un nivel estructural determinado.
- ✓ Términos cuyo significado varía según el contexto teórico en el que se enmarcan.
- ✓ Términos y fórmulas químicas con significados múltiples.
- ✓ Términos con significado diferente en la vida cotidiana y en química.
- ✓ Dificultades intrínsecas de la química.

Dificultades de aprendizaje de los conceptos químicos relativas al pensamiento y forma de razonamiento de los estudiantes.

- ✓ La influencia de la percepción macroscópica en el análisis del mundo microscópico.
- ✓ La tendencia a transferir las propiedades macroscópicas de las sustancias a las propiedades microscópicas de las partículas.
- ✓ La tendencia a utilizar explicaciones metafísicas de tipo teleológico o finalista en lugar de explicaciones físicas.
- ✓ El uso superficial del pensamiento analógico.
- ✓ La dificultad de transferir un concepto a un contexto distinto al que se ha aprendido.
- ✓ La dificultad de comprensión global de procesos que exigen ser pensados mediante una serie de etapas.
- ✓ La modificación de las características de los modelos frente a hechos que no se pueden explicar.
- ✓ La construcción de modelos híbridos alternativos.

Dificultades de aprendizaje de los conceptos químicos relativas al pensamiento y forma de razonamiento de los estudiantes.

- ✓ Presentación de forma acabada de conceptos y teorías.
- ✓ Atención insuficiente a los aspectos estructurales de la materia, en especial, del nivel multi-atómico, multi-molecular o multi-iónico.
- ✓ Utilización de ejemplos sesgados que pueden llevar a conclusiones erróneas cuando son generalizados.
- ✓ Uso frecuente de actividades basadas en algoritmos que no buscan la comprensión de los conceptos sino su aplicación mecánica
- ✓ Dificultades de aprendizaje de conceptos químicos atribuibles al proceso de instrucción

8 GRONOGRAMA

Las actividades planeadas para la investigación se aplicaran en siete etapas, cada una de ellas en una respectiva semana de la siguiente manera:

Semana 1: Aplicación del test # 1 el cual traerá 13 preguntas cerradas de las temáticas a tratar, (fuerzas intermoleculares, disoluciones en diferentes medios, solubilidad y soluble).

Semana 2: Explicaciones verbales y graficas de los conceptos “fuerzas, disolución, solubilidad, soluble, estados de la materia, polaridad, a polaridad, dipolos”.

Semana 3: Explicación verbal y grafica de la temática de fuerzas intermoleculares y su implicación en las disoluciones en diferentes medios de la materia.

Semana 4: Planteamiento de la práctica experimental sobre disoluciones en diferentes medios.

Semana 5: Realización de la práctica experimentan sobre disoluciones en diferentes medios.

Semana 6: Aplicación del test # 1 el cual traerá las mismas preguntas cerradas de las temáticas a tratar, (fuerzas intermoleculares, disoluciones en diferentes medios, solubilidad y soluble), que se aplicó la semana # 1.

Semana 7: Tabulación de la información obtenida, realizando comparación estadística sobre respuestas acertadas y erradas en la aplicación de los dos test, obteniendo resultados y conclusiones de la investigación.

9 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Desde el inicio del estudio proponemos implementar una propuesta metodológica para la compresión básica del concepto de disolución, partiendo del análisis de las interacciones moleculares entre soluto y solvente. Se proponen formatos con preguntas cerradas con ejemplos de casos y sustancias de uso común o familiares, buscando obtener información que nos de criterios para orientar la evaluación hacia el análisis y reconstrucción de todos los procesos que potencien la generación de conocimiento, tanto individual como colectivo, y en los que tanto el docente como el estudiante puedan hacer una lectura del estado del proceso.

Para lograr la meta es necesario confrontar los resultados obtenidos en los procedimientos y los instrumentos tanto físicos como conceptuales utilizados, con el propósito de cuantificar los porcentajes alcanzados en la propuesta metodológica.

Por tal razón el análisis se centrara principalmente en los porcentajes obtenidos en los instrumentos mencionados anteriormente, los cuales se aplicaron al inicio de la implementación de la propuesta, la retroalimentación de este pre-test y la práctica de laboratorio, para finalmente aplicar de nuevo el mismo test. Respecto a la parte teórica, que fue valorada con el instrumento de evaluación de los anexos A y C, los resultados obtenidos en lo referente a la aplicación del concepto de disolución y factores que influyen en este, se presentan en la Tabla # 2.

# Pregunta	Pre- test	Test
1	66.6 %	99.9 %
2	53.3 %	86.6 %
3	46.6 %	79.9 %
4	53.3 %	86.6 %
5	59.9 %	86.6 %
6	53.3 %	86.6 %
7	33.3 %	79.9 %
8	59.9 %	86.6 %
9	59.9 %	86.6 %
10	86.6 %	93.3 %
11	66.6 %	99.9 %
12	33.3 %	93.3 %
13	86.6 %	99.9 %

Tabla # 2: Resultados del pre-test y el test. Anexos A y C

Según los resultados observados en la tabla # 2, el desempeño general de los estudiantes en el pre-test no es muy bajo, es más, fue bastante satisfactorio ya un porcentaje muy alto de ellos identifica el concepto de disolución y algunos factores asociados a este. La variabilidad observada en las respuestas indica que si bien el concepto no es totalmente ajeno o sujeto a interpretación errónea, hay algunas dificultades para relacionarlo con los diferentes ejemplos y situaciones dadas en cada pregunta.

Veamos el análisis, pregunta a pregunta:

- *Pregunta uno del pre-test*, "¿Son las disoluciones mezclas homogéneas de sustancias en iguales o distintos estados de agregación?, piense por ejemplo en una aleación de metales o en agua turbia".

  El 66.6% de los estudiantes responden acertadamente a la pregunta, la cual después de la retroalimentación grupal y la práctica de laboratorio en el test aumenta al 99.9%. Durante la discusión grupal los estudiantes reconocen que en la pregunta hay términos técnicos para los cuales no tienen certeza de su significado y de su relación con el concepto de disolución: mezcla, homogéneo, agregación y aleación. Por tanto se retoma el concepto de disolución y de mezcla homogénea y se les explica que una **disolución**, la cual podemos llamar **solución**, es una mezcla homogénea a nivel molecular o iónico de dos o más sustancias que no reaccionan entre sí y en la que los componentes se encuentran en proporciones que varían entre ciertos límites. Analizamos ejemplos comunes como sal o azúcar disueltos en agua, también consideramos la disolución del oro en mercurio. Nos preguntamos en la discusión, para cuál de estos tres ejemplos hay certeza de lo que sucedió a nivel molecular?. Los estudiantes manifiestan que no es posible tener certeza de lo que sucede a nivel molecular. Sin embargo es posible discernir si la mezcla es homogénea a través de algunos atributos subjetivos como que se vea traslúcida, aquí se introduce el concepto de fase y su relación con los estados de agregación de la materia: *las propiedades que caracterizan la materia, como son presión, temperatura y composición, deben ser las mismas en cualquier punto o región del espacio para considerar que la materia está en único estado de agregación, ya sea sólido, líquido o gaseoso. A esta consistencia en las propiedades físicas y químicas se*

les denomina fase. Después de esta intervención por parte del docente, los estudiantes reconocen que en la pregunta, el ejemplo de agua turbia no corresponde a una mezcla homogénea porque hay más de una fase, mientras que para el caso de una aleación no hay argumentos macroscópicos para decidir si la mezcla homogénea.

El trabajo experimental en el aula a través de la guía de laboratorio permite complementar la discusión a través de las observaciones. Las sustancias puras sólidas se encuentran en un solo estado de agregación, por tanto su estado es homogéneo y corresponde a una sola fase, tal como sucede con el azúcar y con la sal de cocina. El agua a temperatura ambiente se encuentra en un solo estado de agregación líquido, por tanto su estado es homogéneo y corresponde a una sola fase. En cambio, para el estado, si bien su aspecto es de homogeneidad y correspondiente a una sola fase, esta no se encuentra en estado puro, ya que corresponde a una mezcla homogénea de dos sustancias puras, el agua y el alcohol, es decir es una disolución. Después de esta intervención los estudiantes han complementado experimentalmente los aspectos relacionados con la primera pregunta.

- *Pregunta dos del pre-test*, “En cuanto a la concentración de una disolución, es más importante el valor o magnitud de la concentración que las unidades de la misma. Piense en un blanqueador comercial al 5% en hipoclorito de sodio, o en un medicamento que dice 500ppm del principio activo”. El 53.3% de los estudiantes responden acertadamente y después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio, en el test el porcentaje aumenta al 86.6%. En la discusión de grupo los estudiantes manifiestan no tener una clara comprensión de las unidades de concentración y que por lo tanto se inclinan más a darle importancia al valor numérico. Así, retomamos la discusión del concepto de concentración. Cualitativamente una disolución puede estar diluida, concentrada, saturada y sobresaturada. Se les aclara que esa cualificación no se puede generalizar para todos los solutos, ya que para cada soluto hay una cantidad máxima que se puede disolver en una dada cantidad de solvente y a una determinada temperatura, siendo esa máxima cantidad de soluto *la solubilidad*. Así una solución esta diluida si la cantidad de soluto disuelto es muy inferior a la solubilidad, está saturada si la cantidad de soluto disuelto corresponde a la

solubilidad, esta sobresaturada si la cantidad de soluto disuelto es mayor que la solubilidad, y hablamos de una solución concentrada cuando la cantidad de soluto es intermedia entre diluida y saturada. Después de esta primera intervención los estudiantes manifiestan reconocer que el valor numérico de la concentración depende de la naturaleza del soluto, es decir de su solubilidad. Así, con una misma unidad de concentración, no todas las disoluciones de diferentes solutos podrían llegar a tener los mismos valores numéricos o magnitudes, en el mismo solvente y a la misma temperatura.

Seguimos ahora con la discusión de las unidades de concentración, las cuales se pueden reconocer como unidades físicas y unidades químicas: *las unidades físicas expresan la proporción en masa o en volumen entre soluto y solvente en la disolución, mientras que las químicas expresan la cantidad de sustancia del soluto – moles – por masa o volumen de solvente.* Tenemos así como unidades de concentración el % p/p (gramos de soluto por cada 100 gramos de solvente), el %p/v (gramos de soluto por cada 100mL de solvente), ppm (miligramos de soluto por kilogramo de solvente), la molaridad (moles de soluto por cada litro de solución), la molalidad (moles de soluto por cada kilogramo de solvente) y la fracción molar (moles de soluto por moles totales de disolución). Después de esta última intervención docente los estudiantes ya discuten entre sí que 500ppm corresponde a una cantidad muy baja de soluto, en comparación con el 5%.

- *Pregunta tres del pre-test*, “Las disoluciones constituyen un tipo particular de mezclas. ¿El aire de la atmósfera o el agua del mar **no** son ejemplos de disoluciones?. Piense en un día nublado, o en el mar muerto”. El 46.6% de los estudiantes respondieron acertadamente la pregunta y después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio, en el test el porcentaje aumenta al 79.9%. En la discusión de grupo los estudiantes reconocen la relación de esta pregunta con las anteriores, pero expresan que la redacción de la pregunta y los ejemplos los confundió, en particular que no pudieron asociar para un día nublado o para el mar muerto cuales serían los componentes. Todos coinciden en afirmar que el agua de mar corresponde a una disolución concentrada de sal y que el aire es un gas, pero que no saben de qué está compuesto. En la intervención docente se les recuerda que las mezclas pueden ser homogéneas o heterogéneas, y que esta cualificación debe ser consistente desde la escala

microscópica, es decir que no es suficiente con apreciar visualmente la homogeneidad, sino que a nivel molecular el sistema también debe serlo. Se les recuerda que una aleación metálica a simple vista parece un metal homogéneo, pero que a nivel molecular los componentes de la aleación no están mezclados homogéneamente, es decir que no todos los puntos del espacio de la aleación tienen la misma composición. Por tanto, el aire atmosférico es una mezcla homogénea de gases, porque todos los gases se mezclan de esta manera, pero que en un día nublado lo que observamos es el aire con vapor de agua condensado, es decir micro-gotas de agua suspendidas en el gas, por tanto en un día nublado no podemos afirmar que el aire atmosférico sea una mezcla homogénea. Para el caso de agua de mar y el mar muerto, al final de la discusión los estudiantes reconocen que la diferencia entre las dos disoluciones es la cantidad de soluto disuelto.

- Pregunta cuatro del pre-test "¿En general, en una mezcla homogénea de dos sustancias, a la que se encuentre en menor proporción se le denomina soluto?. Piense en alcohol industrial que dice 80% en etanol". El 53.3% de los estudiantes respondieron acertadamente el cuestionamiento, después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio, en el test el porcentaje aumenta al 86.6%. Durante la discusión grupal los estudiantes nuevamente manifiestan la relación de esta pregunta con las anteriores, ellos dicen que creían tener claro el concepto de soluto, pero que el ejemplo los confundió, si el soluto es el componente que esta es menor proporción en una disolución y el alcohol industrial es una disolución de agua y etanol, porque la concentración se da con respecto al componente mayoritario?. Durante la intervención docente se les aclara a los estudiantes, que como ya se mencionó en preguntas anteriores, la magnitud de la concentración de un soluto en solvente está limitado por la solubilidad, para algunos sistemas particulares soluto-solvente la solubilidad es infinita, esto quiere decir que al mezclar en cualquier proporción siempre dará lugar a una mezcla homogénea, como es el caso del etanol y el agua. Para estos sistemas la diferenciación entre soluto y solvente es ambigua, y se decide reconocer que el agua siempre será el solvente.
- *Pregunta cinco del pre-test*, "¿El disolvente es la sustancia, independiente de la cantidad, en la que se disuelve el soluto?. Piense en hidróxido de sodio al 60% y en

Hidróxido de sodio al 1%". El 59.9% de los estudiantes respondieron acertadamente el cuestionamiento, después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio, en el test el porcentaje aumenta al 86.6%. Durante la discusión grupal sobre esta pregunta, los estudiantes expresaron los mismos aspectos de la pregunta anterior. Cómo es posible que para un mismo soluto tengamos proporciones tan diferentes con respecto al disolvente?. En la intervención docente reforzamos la discusión de solubilidad y lo relativo que puede llegar a ser la identificación de soluto o solvente en una disolución. Para el ejemplo mencionado en la pregunta, aclaramos grupalmente que la composición de la disolución se puede expresar tanto en porcentaje de hidróxido de sodio como en porcentaje de agua. Los estudiantes por común acuerdo entre ellos aceptan la conveniencia de identificar siempre como solvente al agua, independientemente de que sea o no el componente mayoritario e la mezcla homogénea.

- *Pregunta seis del pre-test*, "¿Cuando dos sustancias líquidas pueden dar lugar a mezclas homogéneas o disoluciones, se dice que **no** son miscibles?. Piense en agua y aceite". El 53.3% de los estudiantes respondieron acertadamente el cuestionamiento, después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio, en el test el porcentaje aumenta al 86.6%. Durante la discusión los estudiantes expresan no tener una completa claridad del concepto de miscibilidad y lo relacionan con "mezclable". Nuevamente manifiestan que este tipo de preguntas con una negación los confunde. En la intervención docente se les aclara el concepto: la miscibilidad es un término técnico propio del químico usado para expresar que dos sustancias se mezclan entre sí en cualquier proporción, es decir que la solubilidad mutua es infinita, como es el caso del etanol y el agua. Cuando se observa la formación de dos fases, como es el caso del aceite y el agua, se dice que las sustancias son inmiscibles. Es usual que cuando se conoce la magnitud de la solubilidad de una sustancia en un disolvente, se hable de que las sustancias son parcialmente miscibles. En esta pregunta durante la intervención docente se le recuerda a los estudiantes que todos aspectos discutidos hasta el momento en relación a las disoluciones tiene su fundamento a nivel molecular

en las fuerzas intermoleculares. Por ejemplo, el etanol y el agua son miscibles porque el grupo –OH en su estructura molecular posee características similares de energía de enlace y momento dipolar, facilitando la interacción entre moléculas de agua y etanol por puentes de hidrógeno, así la estructura de solvente de ambas sustancias no se afecta considerablemente por la presencia de la otra. Después de esta intervención el grupo de estudiantes discute que las diferencias moleculares, entre soluto y solvente, tales como tamaño molecular, geometría molecular, grupos funcionales, momento dipolar, determinan el tipo de interacciones moleculares entre el soluto y solvente estableciendo así su solubilidad.

- *Pregunta siete del pre-test,* "¿Solo existe una forma de expresar la concentración de una disolución?". El 33.3% de los estudiantes respondieron acertadamente el cuestionamiento, después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio, en el test el porcentaje aumenta al 79.9%. Durante la discusión grupal manifiestan que confundieron los aspectos cualitativos y cuantitativos en la interpretación de la pregunta. Los que contestaron que solo hay una forma pensaron en que la concentración hace únicamente referencia a la relación entre soluto y solvente en la disolución, mientras que los que contestaron que no pensaron en la magnitud y las unidades. El trabajo experimental en el aula a través de la guía de laboratorio permitió reforzar el concepto de concentración y las diferentes formas de expresarla, sin embargo un 20% de los estudiantes presentan dificultad en la apropiación de este concepto, a pesar de la cerrada conexión de esta pregunta con las anteriores del pre-test.

- *Pregunta ocho del pre-test*, "¿Las sustancias se disuelven en igual medida en un mismo disolvente?. Piense en el contenido de oxígeno disuelto en el agua y en la cantidad de azúcar que se puede disolver en el agua". El 59.9% de los estudiantes respondieron acertadamente el cuestionamiento, después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio, en el test el porcentaje aumenta al 86.6%. La retroalimentación grupal revela algunas dificultades asociadas al concepto de solubilidad. Los estudiantes analizaron que en el agua se puede disolver mucha azúcar, y que el contenido de oxígeno en el agua es alto, por tanto guiándose por

este análisis contestaron afirmativamente a la pregunta. Durante la intervención docente se refuerza el concepto de solubilidad, haciéndoles ver que la materia en diferentes estados de agregación tiene características moleculares particulares que determinan selectivamente su interacción con los disolventes en las disoluciones. Se les hace notar que el oxígeno es una molécula lineal, liviana, sin momento dipolar definido y que puesta en contacto con el agua que tiene dipolos permanentes presenta interacciones moleculares muy débiles que determinan que su solubilidad sea muy baja. En contraste la sacarosa es una molécula de considerable peso molecular, con un momento dipolar claramente definido que presenta fuertes interacciones dipolo-dipolo vía puentes de hidrógeno con el agua, por tanto tiene una alta solubilidad en este disolvente. Después de la intervención los estudiantes discuten la forma adecuada de expresar las unidades de concentración para la solubilidad de los gases, la cual es de unos cuantos miligramos por litro de agua a 25°C, en contraste con la solubilidad del azúcar que es de aproximadamente 2000 gramos por litro de agua a la misma temperatura.

- *Pregunta nueve del pre-test*, "¿Cuándo en un disolvente no se puede disolver ninguna cantidad de un determinado soluto líquido, se dice que este es inmiscible***?***". El 59.9% de los estudiantes respondieron acertadamente el cuestionamiento, después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio, en el test el porcentaje aumenta al 86.6%. Durante la discusión los estudiantes expresaron simplemente confusión en el uso adecuado del término inmiscible, ya que lo relacionaron directamente con insoluble. Durante la intervención docente se les aclara que en química el concepto de miscibilidad se usa con preferencia a una mezcla entre líquidos, mientras que el de solubilidad usualmente se usa para hacer referencia a solutos gaseosos o sólidos en disolventes líquidos. En ambas situaciones de insolubilidad o inmiscibilidad, el soluto presenta características moleculares muy diferentes a las disolvente, de modo que las interacciones entre las moléculas es muy débil, como es el caso de un líquido apolar y el agua, o el de un sólido como el ácido benzoico y el agua.

- *Pregunta diez el pre-test*, "¿La capacidad de una determinada cantidad de líquido para disolver una sustancia sólida no es ilimitada?. Piense cuando se hace un sancocho". El 86.6% de los estudiantes respondieron acertadamente el

cuestionamiento, después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio, en el test el porcentaje aumenta al 93.3%. En la retroalimentación se evidencia que satisfactoriamente los estudiantes reconocen que en una determinada cantidad de solvente solo se puede mezclar una determinada cantidad de soluto, Se explica dando varios ejemplos de cómo sustancias liquidas solo pueden disolver cantidades finitas de soluto (principalmente en la cocina cuando se prepara un sancocho, sal en agua y azúcar en agua) y se les pide que piensen en algunos ejemplos que ellos evidencien en su cotidianidad a los cuales responden que jugos y algunas cremas caseras que hacen en sopas, y se hace énfasis que debemos tener en cuenta algunas variables que pueden afectar esta mezcla como temperatura y presión. Para los estudiantes el ejemplo es determinante, los guía y los hace relacionar de inmediato la cantidad de soluto en el disolvente, esto los aproxima al concepto de saturación, el cual se refuerza de manera empírica con la práctica de laboratorio y teóricamente con las preguntas que se socializan después de la misma. Aquí ellos notan que las relaciones de soluto y solvente, asociados a sus interacciones en una disolución también es determinante en que un disolvente pueda en mayor o menor medida disolver un soluto.

- *Pregunta once del pre-test*, “Añadiendo soluto a un volumen dado de disolvente se llega a un punto a partir del cual la disolución no admite más soluto (un exceso de soluto se depositaría en el fondo del recipiente). ¿Se puede afirmar que la disolución entonces está saturada?”. El 66.6% de los estudiantes responden acertadamente el cuestionamiento, después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio en el test el porcentaje aumenta al 99.9% es decir que todos los estudiantes responden acertadamente el cuestionamiento. En la retroalimentación los estudiantes reconocen el conceptos de soluciones saturadas, pero igualmente se les explica que una solución saturada es la que contienen la máxima cantidad de soluto posible disuelta en cierta cantidad de solvente, a una temperatura fija. La concentración de soluto en esas soluciones se denomina solubilidad. Se refuerza pidiéndoles que den ejemplos de su vida cotidiana y tomando los ejemplos de preguntas pasadas y explicándolos, uno de los ejemplos dados es *“cuando al jugo se le adiciona gran cantidad de azúcar esta queda en el fondo del recipiente”.* En la práctica de laboratorio estos saturan todas las soluciones que se realizan y reforzamos este concepto con las preguntas que responden después de la práctica, en la

socialización grupal y en el informe escrito que entregan después de la experiencia. Aparte, en la socialización se les pregunta ¿Cómo se evidencian las interacciones moleculares entre soluto y solvente en una solución saturada?, a lo que responden que depende de la similitud del soluto y el solvente si los dos son polares o apolares y de las fuerzas intermoleculares que intervienen entre estos, de esta forma podemos evidenciar la relación.

- *Pregunta doce del pre-test*, "¿La solubilidad solamente depende de la temperatura?. Piense cómo se prepararía una solución de cloruro de sodio en benceno". El 33.3% de los estudiantes respondieron acertadamente el cuestionamiento, después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio, en el test el porcentaje aumenta al 93.3%. En la retroalimentación se analizan los factores que hay que considerar al estudiar la solubilidad (naturaleza molecular de soluto y disolvente, temperatura y presión). Se les hace notar que continuamente al hablar de disoluciones estamos considerando las fuerzas intermoleculares (puente de hidrogeno, fuerza de London, interacciones dipolo-dipolo, etc.) que son determinantes en la solubilidad de un soluto en un solvente. El ejemplo dado en la pregunta actúa inicialmente como un distractor porque los estudiantes no han tenido la oportunidad de experimentar con este tipo de mezclas, pero más que eso se utiliza para que logren tener una visión microscópica del solvente y el soluto y las posibles formas como estos interactuarían para realizar o no la disolución. Posteriormente en el trabajo experimental de aula hacen la práctica de laboratorio. Los estudiantes ante esta situación muestran gran inquietud y curiosidad en entender por qué un soluto electrolito no se mezcla o disuelve con un solvente orgánico, como es el benceno. La discusión grupal mostro una importante apropiación de los fundamentos básicos. Todo esto los llevo a comprobar de forma práctica, lo que ellos realizaron de forma teórica, para poder concluir lo mismo, que no hay una disolución entre el solvente y el soluto.

- Pregunta trece del pre-test "¿Las disoluciones en términos cualitativos de su concentración pueden ser: saturadas, insaturadas y sobresaturadas?". El 86.6% de los estudiantes respondieron acertadamente el cuestionamiento, después de la retroalimentación y la práctica de laboratorio, en el test el porcentaje aumenta al 99.9%. Al llegar a esta pregunta los estudiantes manifiestan que en todas las preguntas anteriores se han planteado básicamente los mismos conceptos, pero

desde diferentes medidas. Por eso en este punto, la gran mayoría del grupo manifiesta tener claridad de tanto los aspectos cualitativos, como cuantitativos y del fundamento de las interacciones moleculares en la formación de las disoluciones.

Al finalizar la revisión de las pruebas aplicadas y sus resultados se puede afirmar que estas actividades, la retroalimentación de grupo y en su conjunto la propuesta metodológica, lograron un efecto positivo en el mejoramiento de los resultados obtenidos por los estudiantes. En todas las actividades, las valoraciones fueron hechas por el docente y para cada uno de los grupos de laboratorio en forma verbal y escrita. Este tipo de propuesta metodológica, sencilla en su concepción e implementación son un referente importante a considerar en los procesos de enseñanza-aprendizaje, destacamos que su importancia radica en que permite al estudiante conocer cuáles son sus deficiencias conceptuales o errores conceptuales para corregirlos y aprender de ellos.

En general, los estudiantes tuvieron un buen desempeño. Algunos se apoyaron y relacionaron los ejemplos que se daban en el pre-test y en el test para poder responder acertadamente, es decir que los ejemplos que se tomaron fueron o trataron de ser muy de su cotidianidad y sencillos. La mayoría de ellos desarrollaron bien la mecánica y la técnica experimental. Algunas de las fallas detectadas durante el proceso se relacionaron con la utilización de algunos equipos y material de laboratorio, en la presentación de resultados y en el informe de la práctica.

Los resultados obtenidos también nos muestran la conveniencia de fortalecer la parte experimental, es decir el trabajo en laboratorio, en los grados inferiores pues tal como se estipula en los estándares básicos de competencias (Ministerio de Educación, 2003), el tema de disoluciones y concentraciones de las mismas se puede abordar en el grado noveno de la educación básica secundaria.

Si bien los resultados obtenidos fueron, en general, satisfactorios aún hace falta mejorar en los estudiantes la explicación y argumentación científica de los diversos fenómenos estudiados u observados en el laboratorio, ya que en sus reportes las explicaciones eran principalmente de tipo cualitativo y muchas veces carecían de unas leyes o conceptos que apoyaran su trabajo. Falta también incentivar la creatividad y la capacidad de cuestionarse respecto a los resultados.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta propuesta metodológica favoreció el desarrollo de competencias y permitió a los estudiantes una mejor comprensión del tema de disoluciones a través de diversas situaciones y la practica en el laboratorio.

Los preconceptos que los estudiantes manejan son muy básicos y en algunos casos nulos, el pasar de manejar un lenguaje cotidiano a un lenguaje técnico ocasión algo de resistencia, si bien después de la implementación de la propuesta metodológica se desarrollaron competencias (argumentativas, propositivas etc.) en los estudiantes, tenemos que ver que los conceptos relacionados en cuanto a la temática de disoluciones es extenso y la explicación y apropiación de cada uno de ellos toma tiempo, pero se mejora notablemente cuando se dan ejemplos de su cotidianidad.

En la parte disciplinar los estudiantes manejan con gran apropiación los conceptos explicados de forma teórica como son el de soluto, solvente, disolvente, concentración en la solución, solución diluida, solución saturada, solución concentrada, solución sobre saturada, unidades físicas de la concentración, %p/v, %p/p, %v/v, unidades químicas de la concentración, molalidad, molaridad, normalidad, partes por millón, fuerzas intermoleculares, fuerzas puentes hidrogeno, fuerzas de London, fuerzas dipolo-dipolo, fuerzas dipolo-dipolo inducido, fuerzas ion-dipolo, moléculas polares, moléculas apolares, redes cristalinas, sustancias iónicas, soluble, insoluble, mezcla homogénea, mezcla heterogénea.

El diseñar e implementar actividades experimentales hace del aprendizaje un proceso mucho más accesible y participativo por parte de los estudiantes y resulta bastante adecuado para alcanzar las competencias esperadas de los mismos, aunque debemos fomentar más la creatividad y realizar prácticas menos convencionales. El tratar de replicar en un laboratorio fenómenos que vemos en lo cotidiano y utilizar lenguaje científico o técnico también le agrada al estudiante, si él se apropia de los conceptos que se van a utilizar y los socializa también vera la aceptación de sus argumentos por parte de sus compañeros. En este caso en particular la explicación de las fuerzas intermoleculares que participan entre soluto y solvente para formar una disolución.

El aprendizaje si partimos de lo común es muy importante en el mundo en que vivimos, pues a través de ellas se logra una preparación adecuada de los estudiantes tanto para su vida académica, social y laboral. Se concluye que la enseñanza del concepto de disolución mediante un pre-test, la retroalimentación, la realización de una práctica de laboratorio y la presentación de un test, lleva a que los estudiantes alcancen niveles de desempeño satisfactorio, a pesar de que este tema no había sido abordado con la suficiente profundidad en grados anteriores.

Los resultados obtenidos también nos permiten concluir la conveniencia de utilizar diferentes métodos de evaluación a diferencia de los tradicionales. En esta metodología se propuso una alternativa, no punitiva ni coercitiva, basada en la retroalimentación del pre-test, donde se anexaron ejemplos de lo cotidiano en la mayoría de preguntas, dando la oportunidad de que los estudiantes revisaran sus respuestas y corrigieran sus errores haciéndose de esta manera más conscientes del nivel alcanzado en su formación y en su proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el tema que en particular se estaba tratando.

A partir de la aplicación de esta propuesta metodológica, se afirma que los estudiantes valoran de manera positiva el pre-test, la práctica de laboratorio y el test, ya que no se les da una valoración cuantitativa si no cualitativa y porque a través de la practica encuentran una forma tangible de relacionar los contenidos teóricos, con lo que muchas veces ellos hacen en la casa o en el trabajo de forma mecánica sin reflexionar de lo que se hace, la mayoría de las veces no logran relacionar este tipo de conocimiento académico con su cotidianidad.

Para trabajos posteriores se sugiere proponer actividades tendientes a reforzar y fortalecer los conceptos fundamentales de las disoluciones, las fuerzas que actúan las variables que se relacionan, temperatura, presión, entre otros. Además se puede pensar en fortalecer las actividades de consulta antes y después de la práctica de laboratorio que realizan los estudiantes cuando abordan esta temática.

La experiencia puede replicarse, realizando las modificaciones que el docente considere necesarias y variando los ejemplos de lo cotidiano y de acuerdo con el nivel académico de sus estudiantes, puede plantearse en el grado noveno para que cuando lleguen a grado undécimo los conceptos se puedan relacionar nuevamente y sus bases sean más solidas.

La explicación de fenómenos con bases científicas puede mejorarse si los conceptos propios de las disoluciones son incluidos en los planes de área de los colegios desde los primeros grados de escolaridad en cuanto a la concentración de manera cualitativa para luego pasar a la cuantitativa y si se tiene en cuenta en cuanto a las fuerzas que actúan en las diferentes disoluciones y sus estados de agregación, puede que exista un plazo temporal mayor para madurar, interiorizar y asimilar las leyes y las teorías científicas por parte de los estudiantes en cuanto a las disoluciones y los factores que hacen de ellas un tema de suma importancia y complejidad.

11 BIBLIOGRAFIA

ABRAHAM, M.R. et al. (1992). Understanding and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching,* 29, pp. 105-120.

ALLINGUER, N.L. et al. (1979). *Química orgánica.* Barcelona: Reverté.

APU (Assessment of Performance Unit) (1984).*Science report for teachers: 5. Science at age 15.* Hertfordshire.The Garden City Press Limited.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo.* México: Trillas.

ATKINS P. y JONES L. (2006). *Principios de Química. Los caminos del descubrimiento*. 3ª. Edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

BABOR, J.A. y IBARZ, J. (1965). *Química general moderna.* Barcelona: Marín, SA.

BEKERMAN, D. (2007). *La utilización de la imagen en los procesos de enseñanza y aprendizaje de Química Orgánica*. Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.

BUITRAGO Suárez, Y. C. (2012). Las habilidades de pensamiento, el aprendizaje significativo, las soluciones químicas, y la solución de problemas interactuando en un proceso de investigación de aula. Tesis maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

BUNGE, M. (1976). *La investigación científica.* Barcelona: Ariel.

Caamaño, A., Mayos, C., Maestre, G., y Ventura, T. (1983), Consideraciones sobre algunos errores conceptuales en el aprendizaje de la química en el bachillerato, comunicación presentada en las primeras jornadas de investigación Didáctica de física y la química, Enseñanza de las ciencias, 3, 2, 198-200.

EUBANKS, L.H.; Morgan, W.; Noether. Dscharberg, M.; Silberman, R. y Wright, E. (2005).*Química. Un proyecto de la American Chemical Society*. España: Editorial Reverté.

FESSENDEN, R.J. y Fessenden, J.S., "Química Orgánica", Wadsworth Internacional/Iberoamericana, 1983.

FURIO CARLOS y FURIO CRISTINA. Dificultades Conceptuales y Epistemológicas en el Aprendizaje de Proceso Químicos.

FURIÓ, C. y HERNÁNDEZ, J. (1983). Ideas sobre los gases en alumnos de 10 a 15 años. Enseñanza de las Ciencias, 1(2),pp. 83-91.

FURIÓ, C, HERNÁNDEZ, J. y HARRIS, H.H. (1987). Parallels between adolescents conception of gases and the History of Chemistry. Journal of Chemical Education, 64(7), pp.616-618.

GALAGOVSKY, L., DI Giacomo, M. A., Castelo, V (2009), Modelos vs. Dibujos: el caso de la enseñanza de fuerzas intermoleculares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 1-22.

JOHNSON-Laird, P. (1996). Images, Models, and Propositional Representations. En *Models of Visuospatial Cognition*. M. de Vega, MJ. Intons Peterson, P. Johnson-Laird, M.L Denis y M. Marschark (Ed.), New York: Oxford University Press.

JARAMILLO, L, M. (2001). Curso de Química Orgánica General. Universidad del valle, pp. 28-31.

Min educación. (2003). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. Ministerio de Educación Nacional.

MORRISON, T.M. y Boyd, N.B. "Química Orgánica", 4a. Ed. Fondo Educativo Interamericano, 1985.

NOVAK, J. D. (1977). A theory of education. Cornell: Cornell University Press.

NOVAK, J. D. (1988). Learning science and the science of learning. Studies in Science Education, 15, pp. 77-101.

NOVAK, J. D. y GOWIN, B. D. (1984). Learning how to learn. Cambridge, M.: Cambridge University Press. Trad. De Campanario , J.M. y Campanario, E. 1988. Aprendiendo a aprender. Barcelona.

POZO, J. I. (1987). Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Madrid: Visor

POZO, J. I. (1989). Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.

POZO, J. (2010). Teorías cognitivas del aprendizaje. Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Madrid. Ediciones Morata, S. L. Décima edición. Madrid, España.

TABER, K.S. (1994) Mis understanding the ionic bond. Education in Chemistry, 31(4), pp. 100-103.

TABER, K.S. y Watts, M. (1996). The secret life of the chemical bond: students' anthropomorphic and animistic references to bonding. International Journal of Science Education, 18(5), pp. 557-568.

Tovar Gálvez J. C. Modelo meta cognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia. Revista Iberoamericana de educación. ISSN: 1681 – 5653.

WINGROVE, A.S. y Caret, R.L., "Organic Chemistry", Harper & Row, Publishers, New York, 1981.

A. Anexo: Pre test

INSTITUCION EDUCATIVA BENJAMIN CORREA ALVAREZ
RESOLUCION 17688 DE 29-11-05
NUCLEO EDUCATIVO 724
DANE 205809000088
NIT 900001845-6

Nombre :_____ Fecha:_____

PRE TEST

En este test usted encontrara una pregunta cerrada del tema de disoluciones la cual debe seleccionar con una x según lo que considere.

1) ¿Las **disoluciones** son mezclas homogéneas de sustancias en iguales o distintos estados de agregación? Piense por ejemplo en una aleación de metales, o piense en agua turbia.
   V ____ F ____

2) En cuanto a la concentración de una disolución, es más importante el valor o la magnitud de la concentración que las unidades de la misma. Piense en un blanqueador comercial al 5% en hipoclorito de sodio, o en un medicamento que dice 500ppm del principio activo.
   V ____ F ____

3) Las disoluciones constituyen un tipo particular de mezclas. ¿El aire de la atmósfera o el agua del mar **no** son ejemplos de disoluciones?. Piense en un día nublado, o en el mar muerto.
   V ____ F ____

4) ¿En general, en una mezcla homogénea de dos sustancias, a la que se encuentre en menor proporción se le denomina soluto?. Piense en alcohol industrial que dice 80% en etanol.
   V ____ F ____

5) ¿El disolvente es la sustancia, independiente de la cantidad, en la que se disuelve el soluto?. Piense en hidróxido de sodio al 60% y en Hidróxido de sodio al 1%.
   V ____ F ____

6) ¿Cuando dos sustancias líquidas pueden dar lugar a mezclas homogéneas o disoluciones, se dice que **no** son miscibles?. Piense en agua y aceite.
   V ____ F ____

7) ¿Solo existe una forma de expresar la concentración de una disolución?
   V ____ F ____

8) ¿Las sustancias se disuelven en igual medida en un mismo disolvente?. Piense en el contenido de oxigeno disuelto en el agua y en la cantidad de azúcar que se puede disolver en el agua.
   V ____ F ____

9) ¿ Cuándo en un disolvente no se puede disolver ninguna cantidad de un determinado soluto, se dice que este es **inmiscible?**

V ____ F ____

10) ¿La capacidad de una determinada cantidad de líquido para disolver una sustancia sólida no es ilimitada?. Piense cuando se hace un sancocho.

V ____ F ____

11) Añadiendo soluto a un volumen dado de disolvente se llega a un punto a partir del cual la disolución no admite más soluto (un exceso de soluto se depositaría en el fondo del recipiente). ¿Se puede afirmar que la disolución entonces está saturada?

V ____ F ____

12) ¿La solubilidad solamente depende de la temperatura?. Piense como se prepararía una solución de cloruro de sodio en benceno.

V ____ F ____

13) ¿Las disoluciones en términos de concentración cualitativos pueden ser: saturadas, insaturadas y sobresaturadas?

V ____ F ____

B. Anexo: Guía de laboratorio de disoluciones.

INSTITUCION EDUCATIVA BENJAMIN CORREA ALVAREZ
RESOLUCION 17688 DE 29-11-05
NUCLEO EDUCATIVO 724
DANE 205809000088
NIT 900001845-6

GUIA DE LABORATORIO

DISOLUCIONES

OBJETIVO

- Estudiar la solubilidad en términos cualitativos, de algunos sólidos en líquidos de polaridad variable.
- Analizar el efecto de la temperatura en la solubilidad y como es afectado el sistema.

INTRODUCCION

Una **disolución** (del latín *disolutio*), también llamada **solución**, es una mezcla homogénea a nivel molecular o iónico de dos o más sustancias, que no reaccionan entre sí, cuyos componentes se encuentran en proporción que varía entre ciertos límites. Describe un sistema en el cual una o más sustancias están mezcladas o disueltas en forma homogénea en otra sustancia

Solvente y soluto

Frecuentemente, uno de los componentes es denominado *solvente*, *disolvente*, *dispersanté* o *medio de dispersión* y los demás *solutos*. Los criterios para decidir cuál es el disolvente y cuáles los solutos son más o menos arbitrarios; no hay una razón científica para hacer tal distinción.

Se suele llamar solvente al componente que tiene el mismo estado de agregación que la disolución; y soluto o solutos, al otro u otros componentes. Si todos tienen el mismo estado, se llama disolvente al componente que interviene en mayor proporción de masa, aunque muchas veces se considera disolvente al que es más frecuentemente usado como tal (por ejemplo, una disolución conteniendo 50% de etanol y 50% de agua, es denominada solución acuosa de etanol). En el caso de dos metales disueltos mutuamente en estado sólido, se considera disolvente a aquél cuya estructura cristalina persiste en la solución; si ambos tienen la misma estructura (ej.: aleaciones paladio-plata), se considera disolvente al metal que ocupa la mayoría de las posiciones en la estructura cristalina.

Wilhelm Ostwald distingue tres tipos de mezclas según el tamaño de las partículas de soluto en la disolución:

- *Dispersiones*, *suspensiones* o *falsas disoluciones*: cuando el diámetro de las partículas de soluto excede de 0,1 µm
- *Dispersoides*, *coloides* o *disoluciones coloidales*: el tamaño está entre 0,001 µm y 0,1 µm
- *Dispérsidos* o *disoluciones verdaderas*: el tamaño es menor a 0,001 µm

Estas últimas se clasifican en:

- *Disoluciones con condensación molecular*: la partícula dispersa está formada por una condensación de moléculas.
- *Disoluciones moleculares*: cada partícula es una molécula.
- *Disoluciones iónicas*: la partícula dispersa es un ion (fracción de molécula con carga eléctrica).
- *Disoluciones atómicas*: cada partícula dispersa es un átomo.

MATERIALES	**REACTIVOS**
Tubos de ensayo (# 8)	Agua 1000 ml
Gradilla (# 1)	Etanol 100 ml

ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE DISOLUCIÓN A PARTIR DE LAS INTERACCIONES MOLECULARES

Beaker 1000ml (# 1)	Etanol en agua 50% 100ml
Agitador de vidrio (# 1)	Cloruro de sodio 10 gr
Mechero (# 1)	Sacarosa 10 gr
Pipeta 1 ml (# 1)	Acetona
Pipeta 5ml (# 1)	Acido benzoico

PROCEDIMIENTO

1) Cada grupo de laboratorio debe verificar que los materiales y reactivos sea el que se encuentra en la guía y cumplir con las normas de seguridad en el mismo.
2) Tome 8 tubos de ensayo y rotúlelos con los números del 1 al 8, y deposítelos en la gradilla. Registre la temperatura de cada tubo de ensayo.
3) Los 2 primeros tubos de ensayo adicióneles 5 ml de agua, a los siguientes 2 tubos de ensayo adicióneles 5 ml de etanol, a los dos siguientes 5 ml de acetona y los tubos restantes la solución de agua con etanol al 50% .
4) Tome 4 tubos con los diferentes solventes adicionales el cloruro de solio agitando constantemente hasta que solo quede un poco en el fondo. Anote lo que sucede en cada tubo.
5) Repita el mismo procedimiento con los 4 tubos restantes pero con la sacarosa. Anote lo que sucede en cada tubo.
6) Tome los tubos de ensayo uno por uno y deposítelos en un beaker que tenga agua caliente. Anota lo que sucede.
7) Si desaparece el sólido adiciónale más hasta que quede una mínima cantidad depositada en el fondo. Anota lo que sucede.

PREGUNTAS ORIENTADORAS

Todos observamos a diario que la sal común o sal de mesa (cloruro de sodio) y el azúcar común (sacarosa) se disuelven agua, y que este proceso se facilita si el agua está caliente. Si tiene alguna duda al respecto pregúntelo en su casa. ¿Por qué sucede esto con tal facilidad?, es decir ¿Qué tienen de común o qué tipo de interacción se da entre el soluto y el solvente para favorecer la disolución?

Antes del laboratorio consulte:

1 ¿Cuáles con las propiedades físico-químicas de los solventes utilizados para la práctica de laboratorio?

2 ¿Cuáles son las propiedades físico-químicas de los sólidos o solutos utilizados para la práctica de laboratorio?

Después de la práctica de laboratorio responda:

1 ¿Cómo es la disolución de cada solido respecto disolvente, rápido, lento, muy lento o no se disuelve?

2 ¿Por qué crees que en algunos disolventes necesitas adicionar más soluto para llegar al punto en el cual no hay disolución?

3 ¿Cómo es la temperatura de los tubos de ensayo al inicio y al final de la práctica, igual, menor o mayor? Discrimine uno por uno

4 ¿Escribe las semejanzas y diferencias de los sólidos utilizados en la práctica de laboratorio?

5 ¿Escribe las semejanzas y diferencias de los disolventes utilizados en la práctica de laboratorio?

6 ¿Al final de la practica si desaparece el sólido en los tubos de ensayo, explica porque crees que esto sucede?

7 ¿Cuál crees que es la relación entre la disolución y la temperatura en la práctica de laboratorio?

8 ¿Qué crees que ocurrirá si disminuimos la temperatura -2°C a 8los tubos de ensayo en la práctica de laboratorio, después de hacer le procedimiento?.

9 Escribe una x si el soluto se disuelve en el disolvente, en la siguiente tabla.

Tubo	**# 1**	**# 2**	**# 3**	**# 4**	**# 5**	**# 6**	**# 7**	**# 8**
Solubilidad								

10 En la siguiente tabla marca con una X donde creas que esta presente la respectiva fuerza intermolecular en la disolución.

Tubo / F.M	**# 1**	**# 2**	**# 3**	**# 4**	**# 5**	**# 6**	**# 7**	**# 8**
Puentes de Hidrogeno								
Ion - Dipolo								
Dipolo-dipolo								
Ion- dipolo inducido								
Dipolo – dipolo inducido								
Dispersión de London								

C. Anexo: Test

INSTITUCION EDUCATIVA BENJAMIN CORREA ALVAREZ
RESOLUCION 17688 DE 29-11-05
NUCLEO EDUCATIVO 724
DANE 205809000088
NIT 900001845-6

Nombre :_____ Fecha:_____

TEST

En este test usted encontrara una pregunta cerrada del tema de disoluciones la cual debe seleccionar con una x según lo que considere.

1) ¿Las **disoluciones** son mezclas homogéneas de sustancias en iguales o distintos estados de agregación? Piense por ejemplo en una aleación de metales, o piense en agua turbia.
   V ____ F ____

2) En cuanto a la concentración de una disolución, es más importante el valor o la magnitud de la concentración que las unidades de la misma. Piense en un blanqueador comercial al 5% en hipoclorito de sodio, o en un medicamento que dice 500ppm del principio activo.
   V ____ F ____

3) Las disoluciones constituyen un tipo particular de mezclas. ¿El aire de la atmósfera o el agua del mar **no** son ejemplos de disoluciones?. Piense en un día nublado, o en el mar muerto.
   V ____ F ____

4) ¿En general, en una mezcla homogénea de dos sustancias, a la que se encuentre en menor proporción se le denomina soluto?. Piense en alcohol industrial que dice 80% en etanol.
   V ____ F ____

5) ¿El disolvente es la sustancia, independiente de la cantidad, en la que se disuelve el soluto?. Piense en hidróxido de sodio al 60% y en Hidróxido de sodio al 1%.
   V ____ F ____

6) ¿Cuándo dos sustancias líquidas pueden dar lugar a mezclas homogéneas o disoluciones, se dice que **no** son miscibles?. Piense en agua y aceite.
   V ____ F ____

7) ¿Solo existe una forma de expresar la concentración de una disolución?
   V ____ F ____

8) ¿Las sustancias se disuelven en igual medida en un mismo disolvente?. Piense en el contenido de oxígeno disuelto en el agua y en la cantidad de azúcar que se puede disolver en el agua.
   V ____ F ____

9) ¿La capacidad que tiene un disolvente para disolver una sustancia dada, es una magnitud que recibe el nombre de **inmiscible?**

V ____ F ____

10) ¿La capacidad de una determinada cantidad de líquido para disolver una sustancia sólida no es ilimitada?. Piense cuando se hace un sancocho.

V ____ F ____

11) Añadiendo soluto a un volumen dado de disolvente se llega a un punto a partir del cual la disolución no admite más soluto (un exceso de soluto se depositaría en el fondo del recipiente). ¿Se puede afirmar que la disolución entonces está saturada?

V ____ F ____

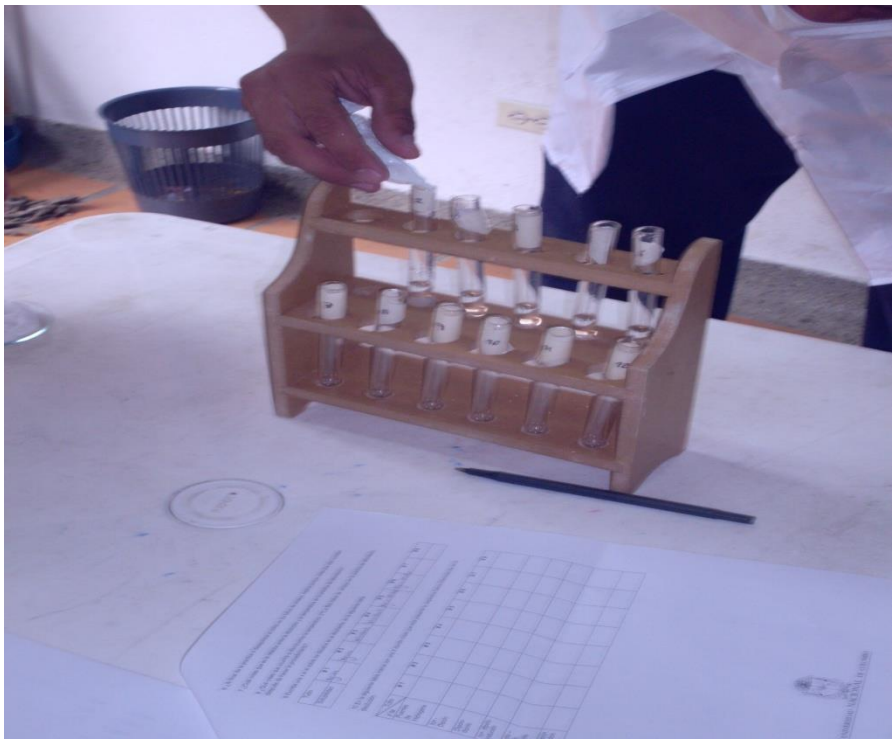
12) ¿La solubilidad solamente depende de la temperatura?. Piense como se prepararía una solución de cloruro de sodio en benceno.

V ____ F ____

13) ¿Las disoluciones en términos de concentración cualitativos pueden ser: saturadas, insaturadas y sobresaturadas?

V ____ F ____

D. Anexo: Evidencias fotográficas de la práctica pedagógica



horario
MARTES
JUEVES
VIERNES