AAS 4556

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
Especialización en Educación: Procesos de Aprendizaje

Trabajo Especial de Grado

USO DE LAS REPRESENTACIONES PICTORICAS TIPO DIAGRAMA DE ESTRUCTURA COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA /APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE DISOLUCION EN ALUMNOS CURSANTES DEL 4º AÑO DE CIENCIAS.

presentado por:
Yajaira María Colmenares Piñero
para optar al título de
Especialista en Educación

Asesora
Dra. Giovanna Lombardi.

Caracas, marzo de 2012

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN EDUCACIÓN
MENCIÓN: PROCESOS DE APRENDIZAJE

Trabajo Especial de Grado

USO DE LAS REPRESENTACIONES PICTORICAS TIPO DIAGRAMA DE ESTRUCTURA COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA /APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE DISOLUCION EN ALUMNOS CURSANTES DEL 4° AÑO DE CIENCIAS.

Autora: Yajaira Colmenares
Asesora: Dra.Giovanna Lombardi.
Fecha: marzo de 2012

Resumen

La presente investigación se realizó en estudiantes de 4° año de ciencias pertenecientes a a una Institución Educativa Pública. Al momento de iniciar la investigación los alumnos presentaron dificultades para comprender el concepto de disolución, así como su interpretación a nivel submicroscópico, con un resultado bajo en su rendimiento.

Para enfrentar este problema se planteó como objetivo mejorar la comprensión en el concepto de disolución mediante la aplicación de un programa de intervención basado en el uso de representaciones pictóricas externas tipo diagrama de estructura. La estrategia se basó en establecer una relación explícita entre la teoría (Modelo Atómico) como base fundamental del lenguaje químico que se expresa por medio de los diagramas de estructura.

Dicho estudio es de tipo cualitativo. El programa implementado buscaba que los estudiantes mejoren su habilidad para expresar el fenómeno de disolución en términos submicroscópicos. Se hizo seguimiento a la representación de disolución que construían los estudiantes en tres momentos diferentes del programa (antes, durante y final).Con el fin de conocer la evolución en la comprensión del concepto de disolución se aplicó una prueba final cuyas respuestas fueron analizadas a través de la técnica de análisis de contenidos.

El análisis de los resultados reveló que el programa de intervención mejoró la comprensión de los estudiantes sobre el concepto de disolución así como la habilidad de los estudiantes para representar el fenómeno en términos submicroscópicos.

Descriptores: Habilidades representacionales. Niveles de representación Representaciones Externas. Diagrama de estructura, Disolución.

Reconocimientos

A Dios por darme la vida y la oportunidad de seguir mis estudios de post-grado.

A mi madre que ya no esta conmigo pero me apoyó siempre en el logro de mis metas.

A mi familia porque siempre están allí en las buenas y en las malas.

A mis hijos por ser la razón de ser y estar en este mundo, y sin su apoyo no hubiese podido llegar has aquí.

A mi esposo que con sus palabras de fortaleza lograron darme ánimo en los momentos que mas lo necesitaba.

A mi compañera y amiga de postgrado Olga Goncalvez que siempre me dio animo y ayuda incondicional para seguir adelante en este proceso.

A la profesora Giovanna por su paciencia, apoyo académico y espiritual que con su ejemplo de trabajo y constancia me impulsan a seguir en este camino de constante aprendizaje.

A la profesora Patricia Peña que siempre estuvo pendiente del trabajo de investigación, por su disposición en el logro de esta meta.

Índice de Contenidos

Capitulo I. Introducción..... 6

Descripción del Contexto..... 6

Escenario de Trabajo de la Autora 7

Rol de la Autora..... 7

Capitulo 2. Estudio del problema 9

Enunciado del problema..... 9

Descripción del problema..... 9

Documentación del problema..... 10

Análisis de las Causas..... 10

Relación del problema con la Literatura..... 12

Capitulo 3.Anticipacion de los resultados e Instrumentos de Recolección de Datos 39

Objetivo General..... 39

Objetivos Específicos..... 39

Resultados Esperados 40

Medición de los Resultados 40

Capitulo 4. Estrategias de Solución 42

Discusión y Evaluación de Soluciones 42

Descripción de la Solución Seleccionada..... 44

Informe de las Acciones Tomadas..... 55

Capitulo 5. Resultados 57

Resultados..... 57

Discusión..... 70

Recomendaciones 72

Difusión 73

Referencias 75

Anexos.

A Caricatura..... 78

B Ejercicios de diagrama de estructura..... 80

C Evaluación final..... 84

D Guía: Otras maneras de representar las sustancias..... 89

E Tablas de recolección de datos..... 95

Tablas

1. Matricula escolar 2010-2011..... 6
2. Personal de la Institución..... 7
3. Nivel Representacional de los estudiantes antes y después de la intervención..... 57
4. Nivel de Competencia representacional..... 58
5. Análisis porcentual ítem N° 1..... 66
6. Análisis porcentual ítem N° 2..... 66
7. Análisis porcentual ítem N° 3..... 67
8. Análisis porcentual ítem N° 4..... 67
9. Análisis porcentual ítem N° 5.1..... 69
10. Análisis porcentual ítem N° 5.2..... 70

Capitulo 1. Introducción.

A continuación se presenta una breve descripción del contexto en el cual se desarrolla la investigación, así como del escenario de trabajo de la autora y los roles que ésta desempeña dentro de este contexto.

Descripción de Contexto

El ambiente laboral se identifica como una institución educativa de carácter estadal, fundada en el año 1973. Es una institución de educación media y diversificada en la que puede cursarse del 1° año hasta 5 ° año en la especialidad de Ciencias y Humanidades respectivamente. Su sede se encuentra ubicada en la zona oeste del área metropolitana de Caracas. La población estudiantil que se atiende provienen de los barrios y zonas aledañas, tales como: Las lomas de Urdaneta, Gramoven, 23 de Enero, La Silsa, El Junquito, Los Magallanes, La Guaira.

La institución cuenta con una plataforma de personal directivo, docente, administrativo y obrero de aproximadamente 97 personas según la tabla II. La matricula es de 1015 alumnos distribuidos en 49 secciones: 9 del 1° año, 8 secciones de 2° año, 6 secciones del 3° año de la básica, 6 secciones de cuarto año de Ciencias, 5 secciones de 5° año. En la tabla I se presenta la matricula por niveles y por sexo.

Tabla 1.
Matricula de alumnos 2010-2011

	7°	8°	9°	I Cs	II Cs
Hembras	15	142	84	85	52
Varones	160	147	63	64	56
Total	325	289	147	146	108

En relación a la estructura física cuenta con 21 salones, 4 laboratorios, una cancha deportiva, 3 baños para los estudiantes, 2 para los docentes, una cantina, un estacionamiento para los docentes.

Escenario de Trabajo de la Autora

Esta Institución Educativa tiene como misión impartir Educación media, Básica y Diversificada con el fin de continuar el proceso formativo mediante la Educación Integral.

La Visión es convertirse en un Instituto de Educación Diversificada de altísima calidad educativa apegada a los lineamientos del Ministerio del Poder Popular para la Educación utilizando las diferentes estrategias que contribuyan al Aprendizaje Significativo.

Tabla 2.
Personal de la Institución

		NG	G	P/G	Total
Directivo			1	1	2
Docente		4	52	8	64
Administrativo		12	2		14
Obrero	17				17
Total	17	16	55	9	97

Rol de la Autora

La autora del trabajo se desempeña como docente de la asignatura de Química de 1° año del ciclo profesional de la especialidad de Química, con una

matrícula de aproximadamente 96 alumnos, provenientes de familias de bajos recursos económicos, con edades comprendidas entre 14 y 16 años.

La autora del presente trabajo cumplirá el papel de docente-investigadora y se propone identificar las dificultades que en general los estudiantes tienen para apropiarse del concepto de disolución tanto en el nivel macroscópico como sus implicaciones utilizando el modelo atómico (nivel submicroscópico) y posteriormente se propondrá un plan de acción pedagógica, con base en el uso de representaciones pictóricas tipo diagramas de estructura con el fin de estudiar posibles alternativas de solución a la dificultad que los estudiantes puedan dar explicaciones utilizando el modelo atómico.

Capitulo 2. Estudio del Problema

En este capítulo se describe, documenta y analiza el problema con el propósito de establecer su relación con la literatura, es decir con las referencias teóricas e investigaciones realizadas al respecto.

Enunciado del Problema

El problema que se aborda lo constituye la dificultad que presentan los estudiantes de química cursantes del 4° año del ciclo diversificado en el aprendizaje del concepto de disolución, particularmente en comprender el concepto desde una perspectiva submicroscópica, requisito básico, en el mundo de la Química para dar explicaciones y abordar la solución de problemas.

Descripción del Problema

A lo largo de los años de experiencia como docente de Química de 4° año de ciencias, se ha observado la dificultad que tienen los alumnos para comprender el concepto de disolución y otros conceptos relacionados así como en la resolución de problemas.

De acuerdo a la estadística suministrada por el Departamento de Evaluación de la Institución Educativa entre 30 y 40 % de los estudiantes de una población de 120 que cursaron Química de 4° año, durante el período escolar (2010-2011) resultaron reprobados en el tema de disoluciones.

Al realizar una revisión detallada a las respuestas dadas por los estudiantes en las evaluaciones realizadas en el año escolar anterior (2010-2011) se encontró que un 40% no diferencian las mezclas homogéneas de las heterogéneas (requisito clave

para comprender el concepto); 80% confunden reacción química con disolución, 60% confunden el término cantidad de disolución con cantidad de solvente, 60% interpretan incorrectamente el término concentración, 55% interpretan incorrectamente las graficas cartesianas de solubilidad.

Estos resultados muestran las dificultades de los estudiantes para apropiarse del concepto de disolución y la red de interrelacionas entre este concepto que permite reconocer el proceso de disolución como un cambio físico, determinar la proporción en que se mezclan soluto/solvente o soluto/solución, así como consultar valores solubilidad.

Documentación del Problema

En el currículo de la Educación Básica, el tema de Disoluciones se encuentra a partir del 3° año de la formación básica en el estudio de sustancias y sistemas homogéneos y mezclas. A partir del 4° año, el estudio de las disoluciones es uno de los temas básicos en la asignatura de Química General y forma parte del conocimiento previo necesario para entender temas tales como propiedades coligativas de las disoluciones, de igual manera la comprensión del concepto es clave para anclar nuevos conocimientos dentro del campo de la Química (termodinámica, cálculos estequiométricos en solución, entre otros) , resultando muy importante para la resolución de problemas de importancia cotidiana como por ejemplo la administración de medicamentos.

Análisis de las Causas

Como se ha señalado, dentro del proceso enseñanza-aprendizaje de la

Química, el estudio de las disoluciones constituye un tema central y básico, dado que muchas reacciones químicas, bien sea en ambiente natural-por ejemplo en el cuerpo humano- o en los laboratorios, se realizan al entrar en contacto reactivos químicos que se encuentran disueltos, es decir, en solución. Por ello el conocimiento de las disoluciones representa un prerrequisito para avanzar en el desarrollo del currículo de química, tal como equilibrio acido-base, termoquímica y electroquímica.

Dada la importancia del tema revisaremos los factores que pueden incidir en el bajo rendimiento, entre los cuales podemos mencionar:

a) Debilidades en el conocimiento previo. Al revisar los antecedentes de los estudiantes de 4° año se encontró que aproximadamente un 30 % de ellos no cursaron química de 3° año. Según Ausubel (1976) para que se produzca un aprendizaje significativo se requiere de ciertas condiciones entre ellas se encuentra la existencia de ideas de anclaje adecuados en el aprendiz que permitan la interacción con el material nuevo que se presenta.

b) Estrategias de enseñanza. Otra de las causas se relaciona con la forma tradicional de enseñanza que se desarrolla en la institución. Esto se debe en parte por la falta de actualización pedagógica por parte de los docentes. Se aplicó un cuestionario a los docentes de la institución y se encontró que solo un 50% de los profesores realizan talleres de actualización pedagógica y/o postgrado en la especialidad, lo que debe repercutir en los resultados.

Es necesario que la enseñanza de las ciencias abandone esta metodología de la enseñanza tradicional ya que el estudiante de química requiere de ciertas

habilidades cognitivas que se pueden adquirir usando estrategias adecuadas de enseñanza- aprendizaje en el aula de clases.

Relación del Problema con la Literatura

Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.

En sus más de cuarenta años de vigencia ha permitido a los profesionales de la docencia impartir programas escolares y curriculares que favorecen el aprendizaje no memorístico sino el resultado de construcciones de significados en los estudiantes. Esta teoría psicológica del aprendizaje se ocupa de los procesos que el individuo pone en juego para aprender, pero no desde la psicología misma, ni desde la óptica de desarrollo sino que enfatiza en lo que ocurre en el aula cuando los estudiantes aprenden; esto es, la naturaleza del aprendizaje, las condiciones que se requieren para que produzca; en sus resultados y evaluación (Ausubel, 1976).

Autores como Ausubel (1976, 2002) y Moreira (1997) citados por Rodríguez y col (2008), refieren al aprendizaje significativo como:

El proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o una nueva información con la estructura cognitiva de la persona que aprende de forma no arbitraria y sustantiva o no literal. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándose un todo, sino con aspectos relevantes presentes en las mismas, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje. (p.11).

Estas ideas, conceptos o proposiciones inclusivas, claras y disponibles en la mente del aprendiz es lo que permite que interactúe el conocimiento previo con el nuevo contenido. Esa interacción es la que caracteriza al aprendizaje significativo.

De esta manera, los contenidos adquieren significado para el sujeto produciéndose una transformación de los subsumidores o ideas de anclaje de su estructura cognitiva, que resultan progresivamente más diferenciados, elaborados y estables. La adquisición de significados, es el producto del aprendizaje significativo que a su vez servirá como base para los futuros aprendizajes.

De acuerdo con esta teoría, para que se produzca el aprendizaje significativo se requieren ciertas condiciones:

1. Predisposición por parte del estudiante para aprender significativamente.

2. Presentación del material que potencialmente esté relacionado con la estructura cognitiva del que aprende de manera no arbitraria y sustantiva.

3. La existencia de ideas de anclaje o subsumidores adecuados en el aprendiz que permitan la interacción con el material nuevo que se presenta.

Por otra parte, existe un componente emocional o afectivo en el aprendizaje significativo, sin el cual es imposible lograrlo. Es decir, si el sujeto no muestra interés para establecer estas relaciones entre su estructura cognitiva y el nuevo material, no se produce el aprendizaje de manera significativa, incluso aunque existan los subsumidores adecuados y el material sea lógicamente significativo; aunque este último no garantiza pero es una condición. De igual manera, si hay predisposición para aprender, y la utilización de material significativo, no hay aprendizaje sino no están presentes en la estructura cognitiva los subsumidores.

De acuerdo al objeto aprendido, el aprendizaje significativo puede ser representacional, de conceptos y proposicional (Rodríguez y col, 2008).

El aprendizaje representacional tiene una función identificativa en la cual se establece una relación entre el símbolo (en general, una palabra) y su referente. Este aprendizaje es reiterativo y por descubrimiento y se produce principalmente en la infancia, tiene naturaleza nominalista o representativa.

El aprendizaje de conceptos tiene una función simbólica, que se deriva de la equivalencia entre el símbolo, sus atributos, regularidades comunes al referente. Este aprendizaje se constituye en la base del aprendizaje proposicional y eje central en el aprendizaje significativo.

En este punto y una vez que estén presentes estos elementos conceptuales en la estructura cognitiva, el aprendizaje se producirá por asimilación de conceptos, estos es, la incorporación de nueva información que se usan como ideas de anclaje o subsumidores de los conceptos ya formados con los que se pueden hacer diferentes combinaciones de sus atributos criteriales.

El aprendizaje proposicional (Ausubel, 1976), tiene como finalidad la atribución de significados a las ideas expresadas verbalmente. El aprendizaje conceptual y proposicional se producen porque se establece una relación de subordinación entre los conceptos de los nuevos contenidos con los que ya existen en la estructura cognitiva, que actúan como subsumidores por ser más abstractos, generales e inclusivos.

A través del proceso de asimilación, se produce el aprendizaje en la edad escolar y adulta. Se producen combinaciones diversas entre los atributos característicos de los conceptos (ideas de anclaje), para dar nuevos significados a

nuevos conceptos y proposiciones, enriqueciéndose paulatinamente la estructura cognitiva.

Según Ausubel (1976), la teoría de asimilación propone que un nuevo concepto o idea potencialmente significativa se asimila a un subsumidor relevante que se modifica debido a la interacción asimiladora, que es transformado en otro más explicativo (subsumidor enriquecido), modificándose el material potencialmente significativo. Para que se produzca la asimilación, se cuenta con el lenguaje como elemento facilitador. El aprendizaje significativo se logra por medio de la verbalización y del lenguaje, por lo que se requiere la comunicación entre los individuo y con uno mismo.

El papel del lenguaje como facilitador es evidente tanto en el aprendizaje significativo como por descubrimiento, debido a que aumenta la capacidad manipulativa de conceptos y proposiciones teniendo un papel esencial y operativo en el funcionamiento del lenguaje. Si se produce un fracaso en la adquisición del lenguaje adecuado, se limita el desarrollo de las capacidades cognitivas (procesamiento de la información o resolución de problemas).

Para facilitar el aprendizaje significativo, el docente debe conocer el contenido y la estructura cognitiva del alumnado, es decir, conocimientos que poseen (conocimientos previos), la organización de su estructura cognitiva y los subsumidores disponibles.

Otra tarea es atender al contenido en sí mismo, su análisis conceptual, identificación de conceptos, las ideas y métodos esenciales para el aprendizaje (Moreira, 2000 citado por Rodríguez, Caballero & Moreira, 2008). Ausubel

diferencia claramente el contenido de las disciplinas y las maneras en que se representa ese contenido y su interiorización (Ausubel, 1976).

Para los fines de la educación de las ciencias, el aprendizaje significativo de los conceptos (Pozo & Gómez, 1998) es condición necesaria para la formación científica de los estudiantes, la comprensión de los fenómenos físicos y principios de aplicaciones tecnológicas. Por lo tanto es de vital importancia conocer como los estudiantes construyen, asimilan, representan al conocimiento y los procesos cognitivos que ocurren.

Aprendizaje de la Química. La química es una ciencia abstracta y de difícil comprensión. Según Pozo, Gómez, Limón y Sanz (1991) requiere el dominio de tres núcleos o estructuras conceptuales a saber:

1. La naturaleza discontinua de la materia.
2. La conservación de las propiedades no observables de la materia.
3. La cuantificación de las relaciones.

Los estudiantes no logran comprender la naturaleza discontinua de la materia, porque no comprenden el modelo de partícula de la materia. En consecuencia no pueden interpretar y comprender sus propiedades. Las dificultades que tienen los estudiantes para comprender la teoría atómica, derivan de aspectos claves sobre la naturaleza de la materia, la relación espacial entre las partículas, las fuerzas electrostáticas y la noción de movimiento de las partículas (Adadan, Irving, & Trundle, 2009).

No obstante, la comprensión de este modelo es esencial para las explicaciones de la mayoría de los temas de química, tales como: disoluciones,

enlace, reacciones químicas, equilibrio.

Por otro lado, para comprender los procesos que ocurren en los cambios físicos o químicos se debe considerar las propiedades estructurales de la materia, que son propiedades no observables. Por ejemplo en los cambios físicos no se producen cambios en la estructura de manera que un cambio de estado o la disolución de un soluto en un solvente son cambios físicos, porque la estructura de las sustancias que intervienen es la misma; la estructura de la molécula de agua en estado sólido o gaseoso es siempre la misma: H_2O. Por el contrario en una reacción química, que clasifica como un cambio químico, la estructura de los reactivos es diferente a la de los productos. El último núcleo, cuantificación de relaciones está directamente relacionada con los dos anteriores. En la cuantificación se tiene como problema la aplicación de relaciones de proporcionalidad, la cual supone el conocimiento de relaciones de igualdad entre dos razones. Esto implica conocer que un cambio en un miembro de la proporción se puede compensar con un cambio en el otro miembro sin que la relación se altere.

Reconocidas estas dificultades, los investigadores exploran diferentes marcos conceptuales con el propósito de buscar estrategias alternativas que permitan superarlas; esta búsqueda ha llevado a explorar los sistemas de representaciones utilizados para construir el discurso de la Química.

Niveles de Representación.

Para autores como Gabel (1999) Gilbert y Treagust (2009) Johnstone (1991), citados por Talanquer (2010) , el conocimiento y la compresión de la Química

es generado, expresado, enseñado en tres niveles de representación tradicionalmente llamados niveles macroscópico, submicroscopico y simbólico. Esta ha sido una de las más poderosas y productivas ideas en el campo de la Educación Química desde hace 25 años. Esta afirmación ha servido como marco en una serie de investigaciones y de guía en la instrucción de la química, desarrollo de software y a escritores de textos, aunque constituye una simplificación la cual ha sido ampliada por Talanquer (2010); no obstante para el nivel de enseñanza en el ue se realiza la intervención resulta apropiada la propuesta de Johnstone.

El nivel macroscópico se refiere al nivel de representación que corresponde a fenómenos observables. Es decir, aquellos que se construyen a través de la experiencia sensorial o de los sentidos basada en propiedades organolépticas, visuales, auditivas y táctiles. Todos los sistemas materiales que manipulamos podemos caracterizarlos mediante descripciones sensoriales que aportan información a este nivel.

El nivel submicroscópico, según Johnstone (1991) citado por Galagovsky, Rodríguez, Stamati y Morales (2003), hace referencia a las representaciones abstractas, modelos que tiene en su mente un experto en Química y que frecuentemente están asociados a esquemas de partículas. Ejemplos de este nivel son las imágenes de figuras geométricas, como esferitas de diferentes tamaños y colores, que se utilizan para describir la estructura de un compuesto, representar el estado sólido de una sustancia pura, representar los cambios de estado de una sustancia o sus transformaciones químicas, que se corresponden con una representación externa

de cómo transcurriría un proceso (físico o químico) según el modelo de particulado de la materia.

Para Talanquer (2010), el tercer nivel, el simbólico, involucraría las formas de expresar conceptos químicos mediante fórmulas, ecuaciones químicas, expresiones matemáticas, gráficos, definiciones, etc.

Según lo expuesto anteriormente, un experto en Química que piensa en la reacción entre el nitrato de plata y el cloruro de sodio ambos en solución acuosa; estaría manejando simultáneamente los tres niveles de pensamiento. Por ejemplo: en el nivel macroscópico, el experto sabe que al combinar ambos líquidos incoloros y transparentes se produce un precipitado blanco. Simultáneamente, puede pensar en el nivel submicroscópico y describir la reacción mediante un esquema de partículas como esferitas (diagramas de estructura), en el que se representan reactivos, productos y, eventualmente, el solvente o bien representar la reacción mediante una ecuación química, usando los símbolos químicos.

Al examinar las representaciones tipo diagramas de estructura, se observa que estos esquemas de partículas utilizan formas y colores que otro experto –por ejemplo, un profesor de Química– podría identificar fácilmente porque puede reconstruir mentalmente el sistema apropiado. El alumno, en cambio, puede creer que así se «ven» los átomos, incluso con esos colores (Ben Zvi, Eylon & Silverstein, 1986).

Finalmente, en el nivel simbólico podríamos relatar lo ocurrido con palabras, o mediante fórmulas, por ejemplo, escribiendo:

$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl + NaNO_3$$

$$Ag^{1+}_{(ac)} + NO_3^{1-}{}_{(ac)} + Na^{1+}_{(aq)} + Cl^{1-}_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3\,(aq)}$$

Galagovsky, Rodríguez, Stamati y Morales (2003) y Ben Zvi, Eylon y Silverstein (1986) encontraron que los alumnos suelen creer que las propiedades macroscópicas se repiten a nivel de las partículas, bien sea a nivel atómico o molecular (nivel submicroscopico), tal como pintar de amarillo las partículas del elemento azufre. Esta tendencia se hace más evidente al solicitar representaciones de tipo esquemático para construir explicaciones mediante lenguaje verbal. Los alumnos menos familiarizados con los diferentes niveles representacionales de la química parecen más expuestos a cometer este tipo de errores. También se constató la utilización de diferentes símbolos por parte de los alumnos para la representación de una reacción química a nivel submicroscópico, lo cual revela la necesidad de establecer consensualmente lo que se va a representar y como se va a representar, es decir los códigos (por ejemplo: colores, formas, tamaños). Según Talanquer (2010) es necesario ampliar el concepto de Johnstone en cuanto al nivel de representación submicroscópico como un nivel simbólico mediado por un lenguaje gráfico que utiliza esquemas de partículas y que se expresa mediante códigos específicos. Asimismo, encontraron que los expertos tenían un nivel de representación intermedio entre el nivel macro y el submicroscópico por lo cual los alumnos debían moverse entre los dos niveles a partir del lenguaje cotidiano ya que las palabras nuevas no encuentran anclaje.

El Lenguaje de las Ciencias.

El proceso de enseñanza y aprendizaje requiere la comunicación entre los alumnos, profesores y entre ellos mismos. En las clases de ciencias esta

comunicación se establece a través del uso del lenguaje científico. Este lenguaje posee una serie de características, es preciso, rígido, formal, impersonal (Halliday, 1993 citado por Márquez, 2005).Gramaticalmente es diferente en cuanto al uso de los verbos y nombres (Márquez, 2005; Márquez y Prat 2005). Por ejemplo, en ciencias naturales, la expresión "el agua se evapora", se cambia por la evaporación del agua, en otras palabras, ocurre una nominalización, en la cual las palabras son las mismas, lo que ha cambiado es su forma gramatical (Márquez, 2005). Todas estas características hacen un contraste muy grande con respecto al lenguaje cotidiano trayendo como consecuencia que los estudiantes tengan mayor dificultad para su comprensión.

Según Márquez (2005), además del conocimiento que se debe tener sobre el tema, es necesario también el dominio de los géneros del lenguaje científico para comprender las ciencias. Entre estos géneros del discurso se encuentran definir, describir, explicar, interpretar, justificar, razonar, argumentar etc. continuación de define cada termino (Márquez, 2005)

- Describir: es producir enunciados que enumeran cualidades, propiedades, características, etc. de un objeto, organismo o fenómeno.
- Explicar: consiste en producir razones o argumentos de una manera ordenada según una relación causa- efecto.
- Justificar es producir razones o argumentos en relación a un conocimiento o teoría.

- Argumentar: es también producir razones o argumentos con la finalidad de convencer.

La autora considera que el aprendizaje de las ciencias es análogo al aprendizaje de otro idioma, por lo tanto, es necesario desarrollar en los estudiantes de ciencias las competencias comunicativas para expresar las ideas científicas.

De igual manera, Márquez y Prat (2005) entienden que el lenguaje es un instrumento básico para aprender en cualquier área del conocimiento. En ciencias, el profesorado debe participar en la formación lingüística del alumno por medio de la lectura y comprensión de textos, discusiones orientadas en grupos durante la clase. Desde este punto de vista, se considera el proceso de enseñanza-aprendizaje como un modelo social, para Jorba, Casellas, Prat & Quinquer ,2000 citado por Márquez y Prat (2005).

"El conocimiento es una construcción fundamentalmente social, que se realiza a través de un proceso en el que los modelos iníciales de los individuos, holísticos e interpretativos, pueden evolucionar gracias a la interacción social mediada por la comunicación".

El referencial teórico que parecería más adecuado para caracterizar el lenguaje científico lo constituye la perspectiva semiótica. En este sentido Lemke, 1998b (citado por Lombardi y Caballero, 2007) entiende las ciencias básicamente como "*un discurso sobre la materialidad del mundo*"; el discurso se lo concibe como el lenguaje en uso en una comunidad (Van Dick, 2003 citado por Lombardi & Caballero, 2007). Este discurso es democratizado en el ámbito escolar a través de la acción mediadora del currículo, el texto y el profesor.

En el caso de la química, dominar su lenguaje requiere que el estudiante sea capaz de establecer relaciones conceptuales en los diferentes niveles y ejecutar las transformaciones entre ellos, para lo cual debe desarrollar competencias representacionales (Lombardi & Caballero, 2007).

Para Wu (2003) citado por Lombardi & Caballero (2007) el desarrollo de las competencias representacionales implica:

1. Generar representaciones para un propósito definido.
2. Utilizar las representaciones para dar explicaciones.
3. Usar las representaciones en un contexto social es decir en el aula de clases para comunicar información.
4. Establecer relaciones entre diferentes representaciones.

Dificultades Relacionadas con el Aprendizaje de Disoluciones Acuosas.

En cuanto al tema de las disoluciones (Gómez, Pozo y Sanz, 1995; citado por Raviolo et al. 2004), los estudiantes no comprenden la idea de la conservación de la materia, esto es, cuando se mezclan los dos componentes de la mezcla (soluto y solvente), la masa total se conserva. Gómez, Pozo y Sanz, (1995; citado por Raviolo et al. 2004) encontraron que el aprendizaje en cuanto a la conservación de las sustancias en disolución varía de acuerdo al contexto en que se presente la tarea. Esto es, a los estudiantes les resulta más fácil comprender este concepto en el contexto cotidiano que en el contexto químico.

En relación con la concentración de las disoluciones, los estudiantes no pueden resolver problemas en los cuales se manejen dos variables, sino que prefieren la variación de una de ellas, en todo caso la cantidad de soluto (Pozo et al. 1991). Por

otro lado, los cálculos y procedimientos no son fáciles para el estudiante, ya que requiere los razonamientos antes nombrados.

Algunas investigaciones han sido dirigidas hacia el estudio de los modelos mentales que tienen los estudiantes sobre las disoluciones, como el realizado por Nappa, Insausti y Singueza (2005). Este estudio propone las siguientes sugerencias para que los estudiantes obtengan mejores representaciones mentales de las disoluciones a saber:

1. Basar el tema de solubilidad de los compuestos en la teoría corpuscular de la materia, ya que esto produce mayor comprensión de los fenómenos que están en juego en la solubilidad.

2. Tener en cuenta que los alumnos interpretan la naturaleza de la materia con distintos grados de abstracción. Por ejemplo, continua, corpuscular u otras concepciones intermedias tales como conglomerado de partículas, continua con partículas microscópicas o como agregado de partículas microscópicas y aún el uso de los términos átomos o moléculas pueden tener diferentes concepciones para los alumnos.

3. Explicar la solubilidad sobre la base de la polaridad e interacciones moleculares. Para ello, es necesario hacer referencia a la polaridad de las especies involucradas y a los diferentes tipos de interacciones moleculares que pueden producirse.

En la resolución de problemas con molaridad también se ha aplicado la analogía y en la preparación de disoluciones. (Raviolo et al., 2004). En este estudio preliminar se aplicó la analogía en la preparación de disoluciones reportando una

mejoría en cuanto al rendimiento en aspectos como el reporte de % y para visualizar los pasos a seguir en la preparación de disoluciones y en la comprensión del concepto de concentración. Sin embargo, las propuestas didácticas no han logrado resultados totalmente satisfactorios, por lo cual últimamente se ha hecho énfasis en la comprensión de los tres niveles de representación que tiene la química, los cuales ayudan a mejorar su comprensión y que se evidencian a través de las llamas representaciones externas.

Para enfrentar las dificultades en el uso del concepto de concentración, Falicoff, Ortolani, Odetti y Castiñeiras (2008) sugieren proponer actividades que tengan en cuenta las jerarquías de contenidos, partiendo de conceptos generales que el alumno ya conoce hasta llegar a los más específicos. La secuencia de enseñanza de Disoluciones que se propone consta de cuatro grandes apartados: Mezclas, Disoluciones, Procesos de Disolución, Concentración y Dilución.

Las Representaciones Externas. Los sistemas de representaciones externas son utilizados dentro del área de las ciencias para comunicar su contenido, es decir, forman parte del discurso científico. Las representaciones externas son notaciones o conjuntos de signos que nos vuelven a presentar un aspecto del mundo exterior o de nuestra imaginación en su ausencia (Eysenk & Keane, citado por Lombardi, Caballero & Moreira, 2009). Estas se construyen usando diferentes sistemas de signos, por lo tanto son representaciones semióticas que pueden ser interpretados por los sujetos (García & Perales 2005) siempre que se conozcan los signos y las reglas que permiten relacionar este signo con su referente (la cosa o la idea).

En química son ejemplos de representaciones externas: a) los modelos tridimensionales para representar moléculas, b) la representación de los elementos en una reacción química, c) los símbolos químicos que representan los átomos que constituyen una molécula, entre otros.

Las representaciones externas utilizadas en química constituyen una herramienta que permite la visualización y/o comprensión conceptual de una realidad representada y además permite inferir significados cualitativos y cuantitativos, si se realiza una correcta interpretación. Relacionar los signos a los referentes permite describir el comportamiento del fenómeno estudiado, que muchas veces no es análoga al fenómeno. Este es el caso de los gráficos cartesianos.

La construcción de representaciones externas pueden servir para cambiar nuestras representaciones internas, pues implica repeticiones dinámicas, reestructuración de imágenes mentales, e interacción con y entre los modelos mentales (García & Perales, 2005).

Componentes de una representación externa. De acuerdo con Markman las representaciones externas tienen cuatro componentes (Greca 2002 citado por Lombardi, Caballero y Moreira 2009)

1. Mundo representado (referente): se refiere a lo observable, se corresponde al estudio de los cambios percibidos a través de los sentidos o a las ideas.

2. Mundo representante (signos). Es el dominio que contiene la representación, se expresa a través de signos. Recurre al uso de símbolos para representar las cosas o ideas del mundo representado. En Química se utilizan símbolos químicos para representar los átomos (C para nombrar el elemento

Carbono), con estos símbolos también se puede representar la estructura de la materia (CO_2 para indicar que se trata de la molécula de dióxido de carbono conformada por dos átomos de oxígeno y uno de carbono) y sus transformaciones (el caso de la reacciones químicas).

3. Reglas de representación se refiere son las reglas que nos permiten relacionar el mundo representado con el mundo representante, es decir, son las reglas que nos permiten, a través de un proceso cognitivo, atribuir significado a las representaciones. En química, están conformadas por las leyes, principios o teorías.

4. El proceso que usa la representación: las representaciones externas se utilizan para realizar diferentes tareas cognitivas, como la resolución de problemas, razonamiento y la toma de decisiones; de igual manera desempeñan un papel importante en el proceso de comprensión (Ainsworth, 2006).

Clasificación de las representaciones externas. Eysenk y Keane, (1990; citados por Lombardi, Caballero y Moreira, 2009) clasifica las representaciones externas como representaciones lingüísticas y pictóricas.

Las representaciones lingüísticas. Son representaciones atómicas de carácter simbólico que se caracterizan porque la relación entre la señal lingüística y lo que la señal representa, es arbitraria. Son ejemplos de representaciones lingüísticas, proyectos, historias. (Lombardi & Caballero, 2007).

Las representaciones pictóricas. Son representaciones molares cuya estructura se parece a la del mundo que representa, es decir son analógicas. Ejemplo los mapas, los símbolos químicos, los modelos tridimensionales para representar los compuestos, las reacciones químicas. (Lombardi & Caballero, 2007)

Existe un segundo tipo de representaciones pictóricas en las que la relación representado-representante es arbitraria, por ejemplo aquellas en que las relaciones están mediadas por el lenguaje matemático, como los gráficos cartesianos. En general, las representaciones pictóricas se caracterizan porque: (a) aportan información espacial, proporcionando información con un sentido de conjunto y (b) se perciben básicamente a través de la visión, por lo que proveen información que puede ser percibida y utilizada directamente (Eysenk y Keane, 1990 citado por Lombardi, Caballero & Moreira, 2009)

Las representaciones externas de carácter pictórico ocupan un espacio creciente en el diseño de materiales didácticos para la enseñanza de las ciencias, de allí la importancia de su estudio.

Clasificación de las representaciones pictóricas. Estas se pueden clasificar de acuerdo con los siguientes criterios (Lombardi, 2009).

a) *En función de la relación signo- referente*. Dentro de esta categorización, muy amplia, los autores incluyen: a) las ecuaciones matemáticas y químicas; b) los gráficos cartesianos; c) las tablas; d) los mapas; e) los diagramas; f) dibujos naturalistas; y g) las fotografías. El grado de abstracción disminuye en el continuo, ecuaciones → fotografías. A mayor nivel de abstracción aumenta la necesidad de conocer las reglas para conectar signo/referente.

b) *En función del papel que cumplen en la comprensión del texto*. Una segunda clasificación diferencia a las representaciones pictóricas en diagramas, gráficos, mapas, ilustraciones, etc.; esta clasificación se fundamenta en los

significados que pueden ser inferidos a partir de la representación (Postigo & Pozo, 2009).

Diagramas: es una representación gráfica de contenidos conceptuales. En ella se hace explícito las interrelaciones entre los conceptos y se caracteriza por presentar la información de manera esquemática. Los contenidos son presentados en forma simbólica (verbal) con la ayuda de elementos como flechas, llaves, cuadros. Los diagramas pueden ser: los cuadros sinópticos, organigramas, mapas conceptuales, diagramas de flujo, entre otros.

Gráficos: son representaciones que expresan una relación numérica o cuantitativa entre dos o más variables a través de distintos elementos (líneas, barras, sectores), como ejemplos se tienen las tablas de datos, gráficas de ejes de coordenadas, histogramas.

Mapas, planos o croquis son representaciones que expresan una relación espacial selectiva, donde la localización de diferentes partes del objeto o fenómeno representado es una parte importante del mismo. En los mapas existen relaciones de correspondencia con el objeto representado ya sea en un plano estructural (paralelismo físico) o conceptual (paralelismo abstracto). Pero la correspondencia es selectiva. Ejemplos de este tipo de representaciones son los mapas, planos, dibujos esquemáticos, entre otros.

Ilustraciones: son representaciones que muestran una relación espacial reproductiva de un objeto o fenómeno; conservan, no solo, una correspondencia espacial con lo representado sino que es una copia fiel del mismo. Por su objetivo es

importante la conservación y reproducción de todos los elementos, por ejemplo las fotografías.

Funciones de las Representaciones Pictóricas. Como se indicó anteriormente las representaciones pictóricas forman parte del discurso científico y en este caso se hará referencia solo a los diagramas de estructura que es el caso que nos compete y cumplen ciertas funciones semióticas: (Lombardi, 2009)

1. Función presentación: se refiere a como se presentan los contenidos, la forma en que se presentan las aseveraciones mediante el uso de estructuras retoricas tales como: generalización, enumeración, causa-efecto y clasificación. Por ejemplo las tablas y los gráficos cartesianos utilizan generalmente la estructura de causa-efecto mientras que los diagramas y las fotografías permiten generalizar.

2. Función Organizacional: se refiere a cómo se organiza el contenido o se estructura el contenido. Se reconocen tres tipos de estructuras textuales: Superestructura, Macroestructura y Microestructura. En el presente trabajo esta función no se considera pertinente.

3. Función Orientación: Se refiere a los recursos utilizados por el autor para resaltar ciertas características que considere relevante. Por ejemplo recursos tipográficos tales como tamaño de letras, negrillas o itálicas que permiten resaltar la importancia que el autor le quiere asignar. Por ejemplo, las interacciones entre las moléculas, cambios de estructuras moleculares etc.

Lectura de las representaciones pictóricas

Reglas para la lectura de una representación pictórica. Se requiere el uso de dos sistemas de reglas de representación, a saber:

a) Reglas generales que derivan de sistemas de representación específicos como por ejemplo las reglas asociadas al sistema de signos utilizados en un campo particular.

b) Reglas que derivan del contexto en que se utiliza la representación, es decir referidas al contexto paradigmático en que se usan las reglas.

De igual manera es posible afirmar que las reglas que permiten conectar el signo al referente (representado-representante) dependen de dos variables:

a) El tipo de representación.

b) El área de contenido en que se utiliza la misma.

Los Diagramas de Estructura en química. Los diagramas se usan en química para representar el mundo submicroscópico, sin embargo constituye un sistema de símbolos que no es transparente porque implica asumir el modelo teórico: la materia está formada por átomos. Este modelo comprende tres postulados a saber: Petrucci, Harwood y Herring (2003).

1. Cada elemento químico está formado por partículas diminutas e indestructibles denominadas átomos. Los átomos no se pueden crear ni destruir durante la transformación química.

2. Los átomos de un elemento tienen igual masa (peso) y otras propiedades, pero los átomos de otro elemento son diferentes del resto de los elementos.

3. En cada uno de los compuestos los diferentes elementos se combinan en una proporción numérica sencilla. Por ejemplo un átomo A con un átomo B (AB) o un átomo A con dos átomos de B (AB_2).

Las exigencias que plantea el modelo atómico de Dalton llevan a establecer un modelo en que se utiliza entre otros los siguientes recursos semióticos :(Lombardi, 2009)

a) Representación de átomos. Se recurre a las figuras geométricas de diferentes tamaños y colores. Con frecuencia se utilizan círculos, los que por efecto de sombras, para dar profundidad, asemejan esferas. En el caso del lenguaje químico se establecen códigos en los que se usan colores particulares para representar cada tipo de átomos. Po ejemplo, el blanco se asocia al hidrogeno, el negro al carbón, el rojo al oxigeno y el verde al cloro. Se debe resaltar que este tipo de reglas se utilizan en particular en libros de textos, es decir responde a representaciones pedagógicas.

b) Representación de moléculas. Las moléculas pueden representarse como unidades (un solo circulo) o como en el caso de la figura 1, se representa la molécula de tetróxido de nitrógeno como círculos diferentes unidos entre sí. En esta representación las esferas son de tamaño parecido, porque los átomos de nitrógeno y oxigeno tienen un tamaño aproximado. Las esferas rojas representan el átomo de oxigeno, mientras las esferas azules representan átomos de nitrógeno. Esta es una representación que enfatiza la estructura de la molécula, haciéndose explicita la relación en que se combinan los átomos para formar la molécula así como el arreglo especial de estos átomos.

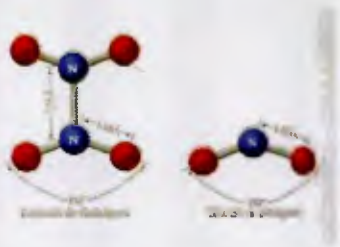


Figura 1: Representación de la molécula de dióxido de nitrógeno y tetróxido de nitrógeno, con énfasis en representar la estructura. (Tomada del Brown, Lemay Bursten, 2004, pag 22)

c) Representación de estados de la materia. Representación de las distancias entre las moléculas como determinante del estado de la materia.

Figura 2: Representación de moléculas de agua en los tres estados: solido, líquido y gaseoso tomada de Han y Roth (2006)

d) Relación distancia intermolecular y estado. La separación entre las esferas para indicar los diferentes estados de la materia(ver fig. 2)

e) Representación movimiento molecular. Un recurso que se utiliza para indicar el movimiento de las moléculas lo representa las líneas alrededor de las moléculas, además se utilizan para indicar las fuerzas de interacción. Para denotar movimiento es posible que se utilizan sombras o una especie de cola para indicar mayor velocidad(ver fig 2)

f) Representación sistema cerrado a través de círculos externos. (ver fig.2)

g) Representaciones a nivel macro y micro. Son representaciones que combinan el nivel macroscópico con el nivel microscópico y el simbólico. (ver fig 3)

h) Representación de procesos a través del tiempo. Es un recurso muy utilizado para hacer referencia a procesos que se desarrollan a través del tiempo y presentadas en secuencia continua con el propósito de marcar variaciones a lo largo del tiempo. Como se muestra en la figura 2.

Figura 3: Ejemplo de recursos semióticos utilizados para relacionar nivel macro con nivel micro. (Tomada de Brown y col., 2004; Fig. 15.15, p. 599)

Usos de las representaciones en el campo del aprendizaje de conceptos científicos.

Recientemente ha habido un crecimiento de las investigaciones relacionadas con el uso de las representaciones por parte de los estudiantes para entender, razonar y explicar los fenómenos observados.

Para Prain y Waldrip (2006, citados por Hilton & Nichols, 2011) las representaciones generan una demanda significativa sobre el aprendiz, pero tienen

un potencial en el logro de un aprendizaje efectivo. Así mismo las representaciones incrementan la motivación y la creatividad en los estudiantes.

Otros estudios mostraron que las representaciones pueden ser usadas como herramienta inicial para construir modelos o diagramas de procesos, encontrar posibles explicaciones o hacer una explicación verbal cuando se representa en 2D o 3D Hackling., Peers & Prain citado por Waldrip, Prain & Carolan, 2010).

Hilton y Nichols (2011) encontraron que los alumnos cursantes de Química mejoraron la comprensión sobre el concepto de enlace químico a través de una instrucción en la cual se explica el uso de las diferentes formas de representación para explicar los fenómenos a nivel molecular.

Algunos conceptos se pueden comprender mejor con la integración de múltiples representaciones. Sin embargo para poder utilizarlos es necesario la alfabetización entendida como la habilidad para utilizar un complejo aparato representacional para razonar o calcular dentro de una comunidad de discurso (Lemke, 1994, citado en Lombardi, 2009) Los hallazgos encontrados sugieren que si los estudiantes mejoraran su capacidad representacional, mejoraran también la comprensión sobre los conceptos químicos (Hilton, Nichols, & Gitsaki, 2010 citado por Hilton & Nichols 2011).

Estos autores señalan que en la alfabetización científica, en el sentido propuesto por Lemke, es preciso que los estudiantes desarrollen competencias representacionales para lo cual debe hacerse explícitas las reglas que permiten relacionar representado/representante para cada tipo particular de representación, en el caso de Química debe prestarse especial atención a los diagramas estructurales y

modelos moleculares particularmente para los estudiantes de los últimos años de educación secundaria. Los estudiantes requieren de la comprensión y la capacidad de utilizar las representaciones canónicas de la disciplina, no sólo para alcanzar grados de acuerdo con los requisitos curriculares sino también para comprender los conceptos a este nivel.

En cuanto a la competencia representacional (Kosma & Russel ,2005 citado por Hilton y Nichols ,2011) identificaron 7 competencias que consideran necesarias en la práctica de la química. Esto es para dominar los contenidos de Química sugieren que los estudiantes deben estar capacitados para:

a) Usar las representaciones para enlazar los niveles macroscópicos y submicroscópicos en química.

b) Generar o seleccionar una representación y explicar porque es apropiado para un propósito particular,

c) Identificar y analizar características de las representaciones,

d) Describir cómo diferentes representaciones pueden decir lo mismo de diferentes maneras o son usadas para enfatizar diferentes características

e) Enlazar diferentes representaciones, mostrar las relaciones entre ellas y construir explicaciones a partir de la representación.

f) Comprender que las representaciones corresponden a diferentes formas de representar los fenómenos observables y

g) Usar las representaciones y sus características como evidencia para apoyar sus argumentos, sacar conclusiones y hacer predicciones.

La rúbrica o aspectos a considerar para medir los niveles representacionales usados por los estudiantes que se aplicara en esta investigación es una modificación utilizada por Kozma y Russell (2005) citada por Hilton & Nichols (2011).

Este instrumento permitió a estos últimos medir la habilidad de los estudiantes para usar o interpretar las diferentes representaciones para explicar los fenómenos a nivel molecular a través de la aplicación de 3 items los cuales requieren de ciertas competencias representacionales con el enlace químico. Cada uno de estos niveles es descrito a continuación:

- Nivel 1: El estudiante usa o genera representaciones de un fenómeno basado únicamente en las características físicas.
- Nivel 2: Usa o genera representaciones de un fenómeno basado en sus características físicas pero incluya algunos elementos simbólicos.
- Nivel 3: Utiliza o genera representaciones o hace explicaciones de los fenómenos basadas en las características físicas observables y las no observables así conoce de los procesos subyacentes a través de las representaciones.
- Nivel 4: Usa el sistema simbólico formal para representar entidades formales y no observables. Explica los procesos subyacentes, resuelve problemas o realiza predicciones de fenómenos.
- Nivel 5: Usa una o más representaciones para explicar las relaciones entre las propiedades físicas, entidades subyacentes o procesos.

Aunque los autores no delinean explícitamente esos niveles de competencia representacional en los tres niveles de la química, está claro que para moverse del

nivel 1 a otro mayor, el estudiante debe pasar de su enfoque en los aspectos macroscópicos del fenómeno y sus representaciones proveen explicaciones usando niveles simbólicos de representación.

En el nivel 2 los estudiantes pueden tener noción del uso de los elementos simbólicos en las representaciones, como las flechas para indicar una relación, símbolos químicos, sin hacer conexiones entre los niveles macro y micro en sus explicaciones. Los estudiantes que se encuentran en niveles superiores a 2 son capaces de utilizar las representaciones y pueden hacer los vínculos entre los fenómenos observables y no observables y sus causas. Los códigos de alto nivel asignados a las respuestas de los estudiantes dependen de cuan enfocadas están las representaciones realizadas a los niveles superficiales o más bien a los niveles moleculares.

Estos mismos criterios se aplicaran en esta investigación para determinar las competencias representacionales.

Capitulo 3. Anticipación de los resultados e Instrumentos de Recolección de datos.

En este capítulo se enunciará el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, así como también los resultados esperados y la descripción del instrumento de evaluación utilizado.

Objetivo General: Mejorar la comprensión en el concepto de disolución mediante la aplicación de un programa de intervención, basado en el uso de representaciones externas tipo Diagramas de Estructura, que permita la explicación del concepto de disolución en términos atómicos.

Objetivos específicos.

1. Diseñar el programa de intervención basado en el conocimiento de las reglas que permiten relacionar representado/representante para los Diagramas de Estructura.
2. Aplicar el programa de instrucción, basado en el conocimiento de reglas de representación y lectura de los Diagramas de Estructura.
3. Evaluar el desarrollo de las habilidades de representación y comprensión de los alumnos cursantes del 4° año de ciencias acerca del concepto de disolución a través de una prueba a papel y lápiz.
4. Comprobar la contribución del programa de instrucción a la comprensión del concepto de disolución y el desarrollo de habilidades representacionales por parte de los estudiantes.

Resultados Esperados.

Entre los resultados esperados tenemos los siguientes:

1. Que los alumnos apliquen efectivamente las reglas de lectura y representación de los diagramas de estructura aplicados al concepto de disolución.

2. Que los alumnos utilicen los diagramas de estructura para representar el concepto de disolución.

Medición de los Resultados

En la recolección de datos se aplicará la tabla IV pag.52 que mide el nivel representacional de los estudiantes antes y después de aplicar el programa de intervención .Este instrumento es una modificación de la propuesta por Schank y Kosma (2002) en la que se describen cinco niveles representacionales desarrolladas para medir la competencia representacional en Química.

Durante la aplicación del programa se aplico la tabla descrita en el Anexo E , la cual fue diseñada por la autora del trabajo con el fin de verificar la aplicación de la teoría atómica de Dalton por parte de los estudiantes. Al culminar el programa de intervención se aplicó una prueba para medir el nivel de representacional y de comprensión del concepto de disolución.

Para la elaboración de la prueba se tomó en cuenta:

1.- La población de contenidos sobre el tema de disoluciones.

2.- Criterio de muestra: Los contenido a desarrollar comprendan los componentes de la disolución así como el concepto de solubilidad.

La prueba fue diseñada por la autora de la investigación con la aprobación del profesor asesor. La prueba aplicada es una prueba de lápiz y papel de 5 ítems

referidos al marco conceptual de las disoluciones.

En los ítems N° 1 y 3 los estudiantes deben seleccionar el diagrama de estructura que representa mejor la disolución de NaCl en agua y del azúcar en agua así mismo deben justificarla de acuerdo al modelo manejado en clase.

El ítem N°2 los alumnos deben explicar el proceso de disolución usando el diagrama de estructura propuesto en el instrumento.

En el ítem N° 4 los estudiantes deben dibujar los diagramas de estructura para representar la ley de conservación de la masa y por último, el ítem N°5 en el cual deben reportar en base a la solubilidad del NaCl la cantidad de soluto disuelto y reconocer en el diagrama de estructura el soluto disuelto y no disuelto.

El análisis de las respuestas de los estudiantes se realizó a través de la técnica de análisis de contenido.

Se utilizó el juicio de expertos como procedimiento para determinar la validez de la congruencia entre las especificaciones y los ítems de la prueba. Dicho procedimiento se aplica de la siguiente manera:

Selección de tres profesores (as) como evaluadores del instrumento. Dichos profesores deberán hacer sus observaciones y contestar el formulario respectivo.

Capitulo 4. Estrategia de Solución

En este capítulo se discutirá acerca de algunas soluciones que han sido implementadas y que guardan relación con la solución que se pretende aplicar en el presente estudio. De igual forma se presentará una descripción detallada del programa diseñado como alternativa de solución al problema planteado.

Discusión y Evaluación de Soluciones

El problema a solucionar es la dificultad que tienen los estudiantes para comprender el concepto de disolución. Este concepto ha sido estudiado por pocos investigadores entre ellos tenemos a Raviolo et al. (2006) quien presentó el modelo analógico como estrategia para mejorar el desempeño de estudiantes universitarios en cuanto a cálculos y procedimientos para la preparación de disoluciones y en la comprensión del concepto de concentración. Los resultados obtenidos revelan que un 44% de los estudiantes lograron visualizar y comprender los procedimientos para la preparación de las disoluciones; 31% el concepto de concentración; 22% para comprender los cálculos y solo 12% en la comprensión de los problemas en general.

Una de las dificultades encontradas por estos autores, está relacionada con el manejo del modelo ya que resulta muy abstracto para los estudiantes y de poca utilidad. Esto se debe fundamentalmente a la incapacidad de separar modelo de realidad, es decir, atribuyeron al problema- objetivo atributos textuales del problema-análogo en lugar de hacer la transferencia. Este es uno de los problemas que presentan este tipo de estrategias y es común encontrarlas en investigaciones sobre diferentes conceptos químicos.

Por otro lado tenemos propuestas didácticas que sugieren la comprensión en primer lugar de los niveles de representación de la química (macroscópico, submicroscópico y simbólico) lo cual conduciría a una mejor comprensión de algunos conceptos químicos que debido a su naturaleza abstracta requiere de modelos que ayuden a visualizar y comprender conceptos científicos.

Dentro del sistema submicroscópico tenemos los diagramas de estructura que son representaciones basadas en el modelo atómico de Dalton. Usar las representaciones pictóricas tipo diagramas de estructura, debería contribuir a disminuir el grado de abstracción, siempre que se conozcan las reglas.

Ciertos estudios sugieren el uso de representaciones para comprender el concepto de enlace químico (Hilton & Nichols, 2011). Estos autores encontraron que los estudiantes universitarios, no solo mejoraban la comprensión sobre el concepto de enlace químico sino que además mejoraban su habilidad para realizar representaciones y utilizarlas para explicar o fundamentar las respuestas a los ítems. También se detectó que algunas concepciones alternativas podían ser modificadas. En la estrategia de instrucción se usó video, grabaciones y reflexiones de los profesores.

Otras investigaciones se han dirigido hacia la elaboración y aplicación de diseños instruccionales (unidades didácticas) como los presentados por Burguillos (2009) quien hace uso de representaciones pictóricas tales como Diagrama de estructura, tablas y graficas. En este estudio, en el cual participaron estudiantes del 3° año de Educación Básica con pre y post prueba se encontró que dichas representaciones contribuyen a mejorar la comprensión del concepto de disolución en ese nivel.

En cuanto a las representaciones pictóricas tipo gráficas cartesianas, existen varios trabajos tales como los de Perales & García (2005, 2007) quienes han indagado sobre el uso de las gráficas cartesianas por parte de los profesores y en los textos de ciencias. Sus trabajos enfatizan la importancia que tiene el uso de este tipo de representaciones para lograr comunicar los contenidos de ciencias a nivel de medio.

Madden, Jones y Rahm (2011) aplicaron las representaciones múltiples, definidas como diferentes representaciones de aspectos de un mismo concepto tales como videos (Hilton & Nichols ,2011), para mejorar la comprensión de problemas relacionadas con el gas ideal. Dicho estudio se realizó con estudiantes de educación preuniversitaria revelando lo siguiente:

1. Los estudiantes requieren el uso de representaciones múltiples para comprender conceptos básicos y avanzados.

2. Los niveles moleculares no son fáciles de representar en imágenes estáticas sobre toso en el caso de representar incremento en las velocidades molecular.

3. Los estudiantes pueden beneficiarse de las estrategias instruccionales que enfaticen el uso heurístico de las representaciones múltiples en la resolución de problemas.

Descripción de la Solución Seleccionada.

El presente estudio se desarrolló bajo un tipo de investigación cualitativa definida por Taylor y Bogdan 1986 citados por Lombardi, 2002.

"....aquella que produce datos descriptivos: en sus propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable".

No obstante, este diseño concuerda con la situación específica que representa la investigación, que muestra un primer acercamiento del problema a la realidad educativa dentro de la institución, pues no hay reportes que revelen investigaciones dentro del marco de la institución que sirvió de escenario para desarrollar este estudio.

A partir de la revisión bibliográfica se decide diseñar e implementar un programa de intervención basado en el uso de las representaciones pictóricas externas tipo diagrama de estructura para mejorar el aprendizaje del concepto de disolución. Esta solución presenta una serie de ventajas tales como:

1. Son estrategias que han dados buenos resultados al ser aplicadas en otros contextos educativos.
2. Desde el punto de vista cognitivo permite al estudiante visualizar mejor ciertos conceptos químicos considerados difíciles por ser muy abstractos.
3. El método utilizado permite realizar un seguimiento a los cambios que se producen en los estudiantes a través del tiempo o durante la aplicación del programa.

Programa de Intervención.

El programa de intervención fue diseñado por la autora del presente estudio y está dirigido a estudiantes de primer año de Diversificado. En este caso se aplico a dos grupos (G 1 y G 2) sin grupo control cursantes de las secciones C y D respectivamente. Dicho programa constituido por seis sesiones de ochenta minutos cada una, distribuidas en 3 semanas, a razón de tres sesiones semanales y cuenta con

un material impreso, (ver anexo E) que facilita a los estudiantes el entrenamiento en cuanto a la lectura y representación de los diagrama de estructura, mediante la realización de ejercicios y actividades prácticas.

La secuencia didáctica desarrollada en el programa de intervención es: presentación de la estrategia, práctica guiada y práctica independiente (Díaz-Barriga y Hernández 2004).

En primer lugar se explicará La Teoría Atómica de Dalton y sus implicaciones en la elaboración de modelos atómicos y moleculares. En segundo lugar, se explicarán las representaciones pictóricas tipo diagrama de estructura, colocando el énfasis en las reglas de representación que permiten relacionar la Situación física (representado)/Sistema de Signos (representante), destacando la utilidad de los diagramas de estructura para representar los procesos de disolución.

El programa está basado en investigaciones tales como: Madden, Jones y Rahm (2011); (Hilton & Nichols, 2011); Burguillos y García (2009); Lombardi (2009).

Programa de Intervención.

Fecha (16 al 20-1- 2012) Sesión 1. Duración: 40 min

Actividad N° 1.Motivación. El profesor entrega diferentes caricaturas a los grupos de alumnos (10 grupos con tres integrantes c/u).El profesor realiza la siguiente pregunta: ¿Qué tipo de lenguaje se evidencia en la caricatura? ¿A qué se refiere su contenido? ¿Qué elementos o recursos utiliza el autor? .El objetivo de esta actividad es resaltar la importancia que tienen ciertos elementos en las graficas para orientar al

lector sobre el mensaje del que lo realiza. Esos elementos a su vez están relacionados con cierto conocimiento al respecto.

Actividad N°2. Presentación de un fenómeno. El profesor prepara frente a los alumnos una solución de sal en agua seguidamente realiza la siguiente pregunta. ¿Qué ven? Los alumnos representaran a partir de las observaciones de la disolución en hoja de papel y a lápiz.

Actividad N° 3.Establecer Relaciones con Conocimiento Previo. Revisión de conocimientos previos. El profesor exhibe diferentes disoluciones de uso cotidiano tales como: Azúcar en agua, jugo de naranja, leche, vinagre las cuales se colocaran en diferentes mesas. Seguidamente realiza la siguiente pregunta ¿qué son estas muestras? Con el fin de generar un torbellino de ideas. El profesor selecciona aquellas ideas que estén relacionadas con las características de las disoluciones acuosas, el propósito es extraer, a partir de las intervenciones de los estudiantes, las características que permitirán definir el concepto de disolución.

Los estudiantes se organizan en grupos y elaboran un mapa conceptual tomando en cuenta las ideas expuestas en el pizarrón y exponen en clase el mapa construido. De esta manera se identifican los conocimientos previos y se resalta su importancia. Se elaboran conclusiones con la guía del profesor.

Recursos: Recortes de caricaturas. Sal, Agua destilada, papel, lápiz. Soluciones de: azúcar en agua, leche, jugo de naranja. Papel bond, marcadores de colores.

Fecha (23 al 27-1 2012). Sesión 2. Duración 90 minutos.

Objetivo. Generar representaciones pictóricas de elementos y compuestos, utilizando diferentes materiales: esferas de colores, varillas, plastilina con sus respectivos códigos (tamaños y colores).

Contenido. Teoría atómica de Dalton. Concepto de átomo y molécula. Elemento. Compuesto.

Actividad Nº 4. Revisión Conocimientos previos. Se inicia la actividad revisando el concepto que tienen los alumnos sobre modelos. La docente inicia la discusión de la lectura denominada: Otra manera de representar las sustancias "la manera de los químicos" tomado de Burguillos y García 2009, con algunas modificaciones realizadas por la autora de la investigación. A través de la lectura se pretende interpretar los 3 postulados de la teoría atómica y sus consecuencias e implicaciones para las representaciones pictóricas tipo diagrama de estructura y su correspondencia con el sistema simbólico.

Actividad Nº 5.Construcción de Representaciones. Los alumnos se organizan en 10 grupos de 3 integrantes cada uno. Cada grupo realiza una representación pictórica y simbólica utilizando esferas de anime, las cuales deben pintar según colores según la tabla. Entre los elementos están: cloro, sodio, carbono y moléculas tales como dióxido de carbono, cloruro de sodio, tomando en cuenta los postulados de la Teoría atómica. Cada grupo expone sus modelos y explica los

criterios seguidos para su elaboración y cómo se diferencian entre si los diferentes átomos.

El profesor hace referencia a las representaciones pictóricas de diferentes átomos utilizados hoy en día por los químicos. Así mismo resalta la importancia del uso de modelos para la representación tanto de los elementos como de los compuestos.

Evaluación. Los alumnos realizaran los ejercicios planteados en la hoja de lectura: elaboración de las moléculas de O_2, Cl_2, H_2O, CO_2. Dichos ejercicios se encuentran en la lectura antes nombrada.

Recursos: Hoja de trabajo: Lectura: "la manera de los químicos". Esferas de colores, varillas, plastilina.

Fecha (6 al 10-2-2012). Sesión 3. Duración 90 minutos.

Objetivos:

Representar a través de diagrama de estructura los procesos de disolución y solvatación.

Identificar los recursos semióticos de los diagramas de estructura.

Contenido. Concepto de disolución. Soluto. Solvente. Proceso de disolución. Solvatación. Concentración de las disoluciones.

Actividad Nº 6. Construcción representaciones a partir de una Situación dada. El docente prepara tres disoluciones de sulfato cúprico ($CuSO_4$) de diferentes concentraciones, esto es: 2g/ 250 ml, 5g/ 250 ml, 10g/ 250 ml respectivamente, y las presenta en el aula de clases.

Se les pide a los alumnos que representen las tres disoluciones de acuerdo a los postulados de la teoría atómica de Dalton, es decir, según lo explicado en las sesiones anteriores.

Se discute las diferentes representaciones generadas por los alumnos, sus diferencias, sus semejanzas. Se justificarán las respuestas en base a la teoría atómica.

A continuación el profesor expondrá los conceptos de disolución y de solvatación mediante el uso de láminas que contienen diagramas de estructuras para los procesos de disolución y solvatación. Así mismo indica a los estudiantes los recursos semióticos que contienen los diagramas en ambos procesos, de acuerdo a los siguientes aspectos:

1. En cuanto a su función orientadora.

1.1 Utilización de signos tales como negrillas, colores, sombras.

1.2 Tamaño de los átomos.

1.3 Diferencias entre las representaciones de los iones: Na^+ y Cl^- (signos).

2. En cuanto a su organización.

2.1 Organización de la información.

2.2 Lectura de la información.

2.3 Tipo de información: cualitativa y/o cuantitativa.

2.4 Utilidad del diagrama de estructura para la construcción del discurso científico.

3. En cuanto a su función presentación.

3.1 Nombre del diagrama.

3.2 Contenido de química al cual hace referencia el diagrama de estructura.

3.3 Conocimientos previos sobre el tema.

3.4 Ley o principio al que se hace referencia en el diagrama de estructura.

4. En cuanto al nivel de representación: macro/ submicro/ simbólico.

4.1 Nivel de representación de los diagramas de estructura.

4.2 Contenido al cual hace referencia el diagrama de estructura.

5. En cuanto a los significados tipológicos.

5.1 Variables que se utilizan para presentar el diagrama de estructura

6. En cuanto a la situación- representación.

6.1 Describe la situación que da origen a la información contenida en el diagrama de estructura.

7. En cuanto a los significados topológicos.

7.1 Propiedades a las que se hace referencia en el diagrama de estructura y las relaciones entre ellas.

7.2 Variación de estas propiedades.

7.3 Nivel macro (perceptible) y/o sub-micro (atómico) al que hace referencia el diagrama de estructura.

7.4 Organización atómica espacial referida en el diagrama de estructura.

7.5 Inferencias que se pueden realizar a partir del diagrama de estructura.

Los estudiantes elaboraran una lista de todos los elementos que deben estar presentes en un diagrama de estructura resaltando su función que cumplen en la comunicación del tema.

Del 13 al 17-2-2012. Sesión 4

Actividad Nº 7. A continuación le proporcionara una hoja de trabajo la cual contiene un diagrama de estructura de una disolución de una sustancia en agua, para lo cual el estudiante responderá las siguientes preguntas y cuyas respuestas serán registradas por escrito en su hoja de trabajo.

¿Tipo de signos que se utiliza? ¿Se utilizan figuras geométricas, negrillas, colores, sombras?

¿Qué intenta destacar el autor con estos recursos? Por ejemplo tamaño, interacción, etc.

¿Qué diferencia existe entre las diferentes representaciones, por ejemplo el signo utilizado para representar el agua, Na^{+}, $Cl^{-?}$

En cuanto a su función organización.

¿Cómo está organizada la información?

¿Cuándo es útil utilizar el formato de un diagrama de estructura para construir el discurso?

En cuanto a la función presentación y en el contexto paradigmático.

¿Cuál es el título del diagrama de estructura?

¿A qué contenido de química de Química hace referencia de la información que nos presenta el diagrama de estructura?

¿Que sabes sobre este contenido?

¿A cuál ley, principio, hecho hace referencia la información que se presenta en el diagrama de estructura?

En cuanto al nivel macro/ submicro/ simbólico.

¿En qué nivel se expresa la representación en conjunto?

¿A qué contenido hace referencia el diagrama de estructura?

En cuanto a los significados tipológicos:

Lee las etiquetas del diagrama de estructura. ¿Qué papel cumplen estas etiquetas?

Construye una lista de todas las variables que se utilizan para presentar la información de la presentación y el diagrama de estructura.

En cuanto a Situación- representación.

Describe la situación y/o experimento que da origen a la información que se presenta en la representación y el diagrama de estructura.

En cuanto a los significados topológicos

¿Propiedades a las que se hace referencia en el diagrama de estructura?

Relaciones entre las propiedades.

¿Cómo varían estas propiedades?

¿La propiedad hace referencia a lo perceptible o más bien refiere al modelo atómico?

De la información que proporciona el diagrama analiza y explica si la siguiente información es correcta: "cuando un soluto se disuelve en un solvente no

cambia la estructura química de los componentes de la disolución"

¿Qué información podemos inferir a partir del diagrama de estructura?

Actividad Nº 8. Consolidando habilidades representacionales. Se le proporciona un diagrama de estructura el cual no contiene todos los elementos referidos en las clases anteriores. El objetivo de la actividad es que el estudiante sea capaz de comprender la presencia de ciertos elementos en el diagrama facilita la comprensión del mensaje emitido, la ausencia de ellos ocasiona todo lo contrario.

Evaluación formativa mediante la discusión de las respuestas de los estudiantes y se elaboran conclusiones con el fin de corregir errores y posibles dudas.

Recursos: Soluciones de Sulfato cúprico diluido a diferentes concentraciones. Modelos moleculares. Láminas: diagrama de estructura del proceso de disolución y solvatación. Hoja de trabajo: Diagrama de estructura del NaCl en agua. Diagrama de estructura sin algunos elementos semióticos.

Del 20 al 24-2 2012. Sesión 5. Aplicación de la prueba final.

Informe de las Acciones Tomadas.

Cuarta semana de Octubre 2011: Detección de las dificultades en el tema mediante la revisión de los resultados de prueba de Química aplicada en el 3°lapso de alumnos cursantes del 4° año de ciencias en el año anterior.

Primera semana hasta la tercera semana de Noviembre de 2012. Revisión de la literatura relacionada con el tema de investigación.

Cuarta semana de Noviembre 2012. Se decide realizar el estudio cualitativo sobre el concepto de disolución.

Primera semana de Diciembre. Elaboración del capítulo I, II referidos a la descripción del contexto, escenario de trabajo , rol de la autora así como la descripción de problema, documentación, análisis de causas y su relación con la literatura

Segunda semana de enero hasta cuarta semana de febrero 2012. Aplicación del Programa de Intervención.

Primera semana de Marzo. Elaboración de los capítulos 3, 4 respectivamente.

*Segunda semana hasta tercera semana de Marzo 2012.*Elaboracion del capítulo 5.Esto es, reporte de resultados, discusión, recomendaciones y difusión.

Capitulo 5. Resultados.

A continuación se presenta los resultados obtenidos en la investigación, así mismo se discute dichos resultados, se proponen soluciones y sugerencias.

Resultados

El problema a resolver en este practicum es la dificultad que tienen los estudiantes cursantes de química del 4° año de Ciencias perteneciente a una institución pública en la comprensión del concepto de disolución. Para ello se diseña un programa de intervención con el objetivo de mejorar la comprensión en este concepto utilizando como estrategia el uso de los diagramas de estructuras. Dicho estudio es de tipo cualitativo pues interesa saber cómo evolucionan los aprendizajes de este grupo de alumnos. Después de aplicar el programa de intervención se encontraron los siguientes resultados:

Tabla 3.
Nivel Representacional de los estudiantes antes y después de la intervención

		Porcentaje	
Grupo	Niveles	Antes del programa de intervención	Después del programa de intervención
	0	60	0
	1	28	0
	2	12	56
	3	0	44
N= 25	4	0	0
	0	54,17	13,00
	1	37,50	9,00
	2	8,33	2,00
	3	0,00	0,00
N= 24	4	0,00	0,00

Se puede observar en esta tabla que el grupo 1 con 68% en el nivel 0, 28% en el nivel 1 y 12 % en el nivel 2 antes de la aplicación del programa de intervención pasaron a los niveles 2 y 3 distribuidos en 56 y 44% respectivamente después de la intervención. En cuanto al grupo 2 estos reportan 54,17% en el nivel 0; 37,50 en el nivel y18, 33% en el nivel 2 antes de la intervención pasaron a los niveles 2 y 3 con 45,83% y 54,83% respectivamente. Para obtener estos resultados se consideraron los siguientes criterios:

Tabla 4.
Descripción de los diferentes niveles representacionales.

Nivel de Representación	Descripción
1	El estudiante usa o genera representaciones de un fenómeno basado únicamente en las características físicas.
2	Usa o genera representaciones de un fenómeno basado en sus características físicas, pero incluya algunos elementos simbólicos.
3	Utiliza o genera representaciones o realiza explicaciones de los fenómenos basadas en características físicas observables y no observables, así como conoce los procesos subyacentes a través de las representaciones.
4	Usa el sistema simbólico formal para representar entidades formales observables y no observables. Explica los procesos subyacentes, resuelve problemas o realiza predicciones.

Es necesario aclarar que los autores consideraron el nivel cero para aquellos estudiantes que no son capaces de generar representaciones en química. En este caso la autora de la investigación asume nivel 0 para aquellos estudiantes que solo realizan

el dibujo del beaker (recipiente que contiene la solución), sin ningún tipo de descripciones tales como los componentes de la disolución: soluto y solvente, es decir la situación presentada

Por otro lado, durante la aplicación del programa de intervención se realizo un seguimiento a los estudiantes con el fin de verificar su progreso en cuanto al proceso de elaboración de representaciones pictóricas. Estas representaciones fueron evaluadas siguiendo los criterios establecidos de acuerdo a los postulados de la Teoría Atómica de Dalton que se encuentran en el anexo E.

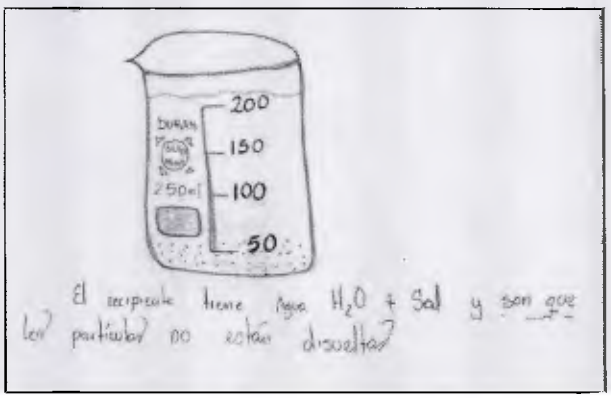
A continuación se muestra las representaciones realizada por algunos estudiantes en tres momentos diferentes:

Momento N° 1: Antes de aplicar la instrucción sobre modelos atómicos.

Momento N°2: Después de aplicar la instrucción sobre los modelos atómicos.

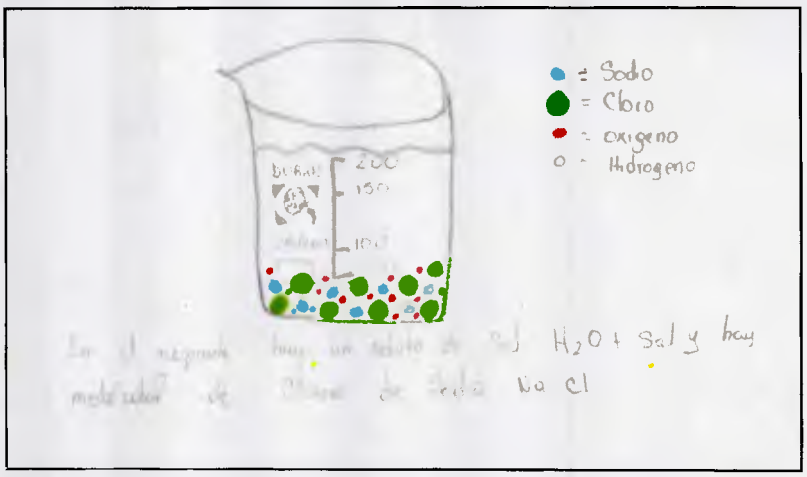
Momento 3: Después de aplicar la instrucción sobre los diagramas de estructura.

Estudiante N° 1. Momento 1: Antes de la instrucción.



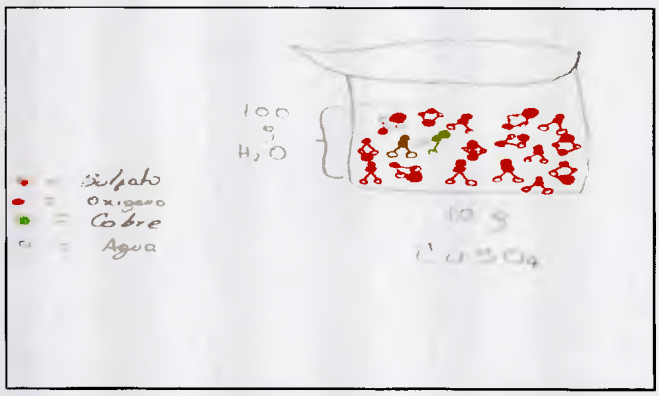
Observaciones: el estudiante hace énfasis en lo macro (características del beacker, nivel del agua, sal en el fondo).

Momento 2. Aplicación de la Teoría atómica.



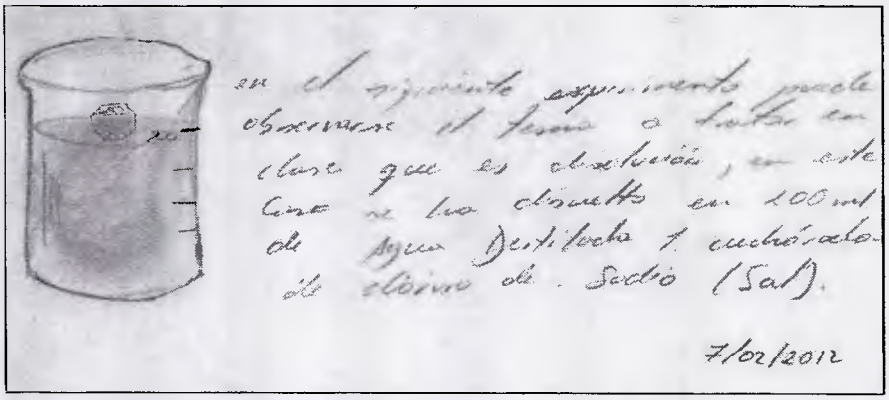
Observaciones: aparecen características no observables.

Momento 3. Aplicación de los diagramas de estructura.



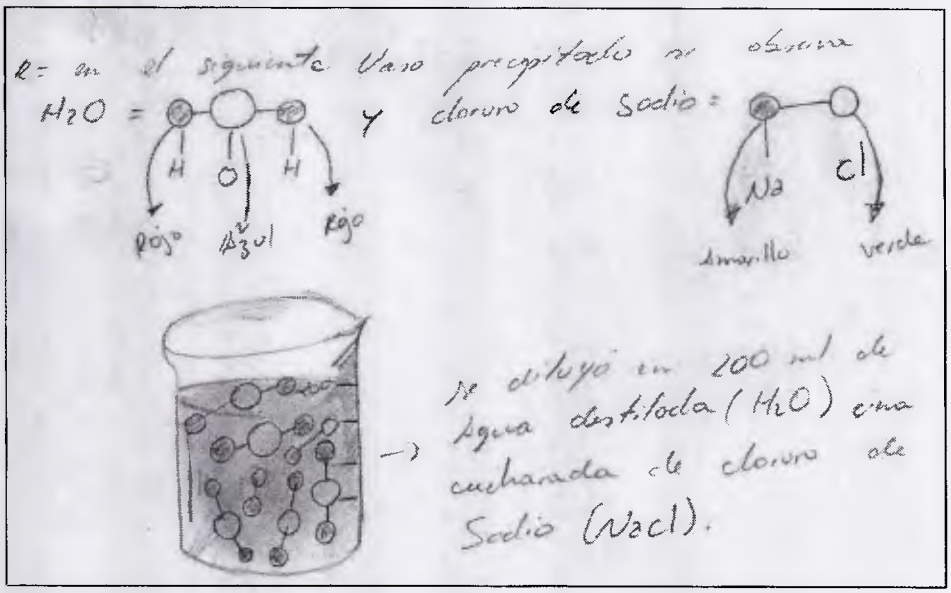
Observaciones: disminuye énfasis en lo observable aunque resalta características importantes como cantidad de agua y de sulfato cúprico. Aumente énfasis en lo no observable, característica por estructura agua y sulfato cúprico ($CuSO_4$).

Estudiante 2. Momento 1. Antes de la instrucción



Observaciones: Hace énfasis en las características observables atribuibles a lo observable al beacker y el agua.

Momento 2. Aplicación de la Teoría atómica

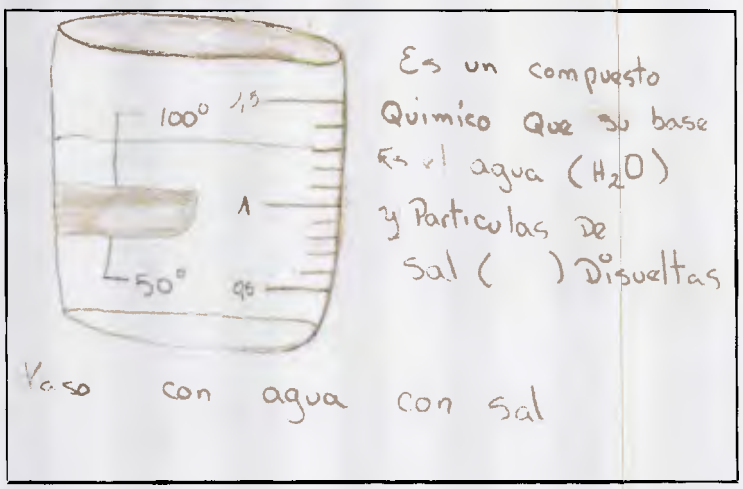


Observaciones: disminuye el énfasis en las características observables, se incluyen características no observables y considera las reglas asumidas dentro del modelo atómico. Por ejemplo el tamaño de los átomos de oxigeno son aproximadamente igual a pesar de haber sido realizada a mano alzada.

Momento 3.Aplicacion de los diagramas de estructura.

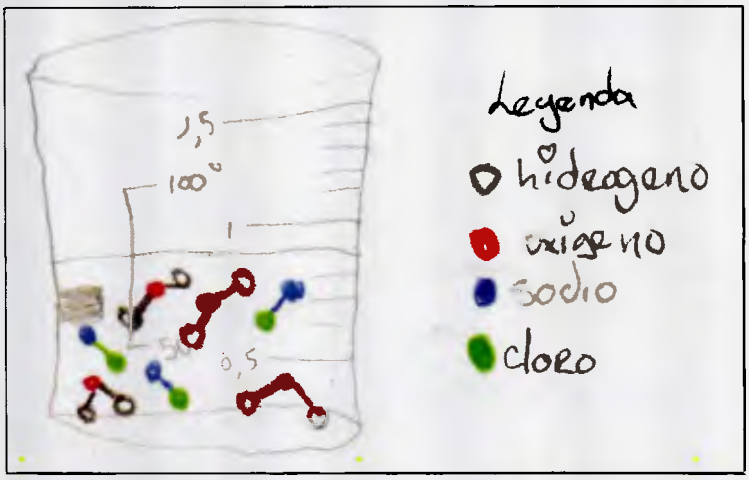
Observaciones: se mantienen las características observables, se perfeccionan las no observables, mostrando el proceso de disolución. Se observa respeto por las reglas de representación.

Estudiante 3. Momento 1



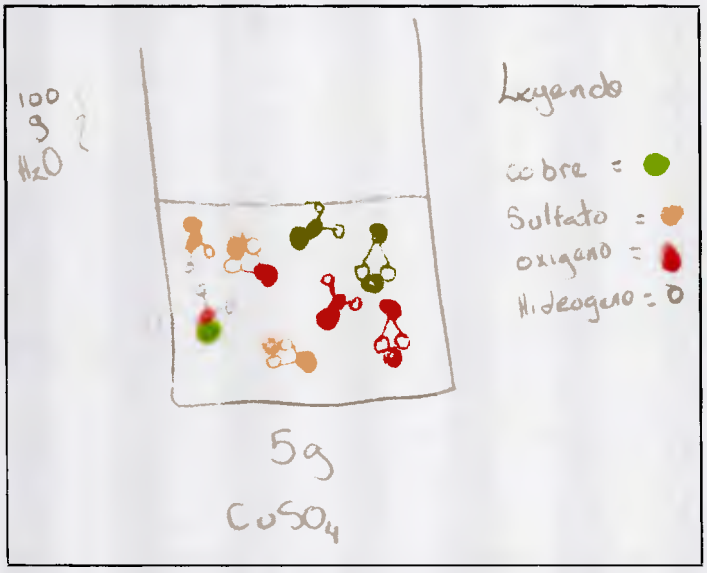
Observaciones: representación de características observables, muchos detalles sobre las características del recipiente, pero no sabe representar lo que no ve (obsérvese el paréntesis vacio).

Momento 2. Aplicación de la Teoría atómica



Observaciones: disminuye el énfasis en lo observable (macro) y aumente las características no observables, respetando las reglas de representación.

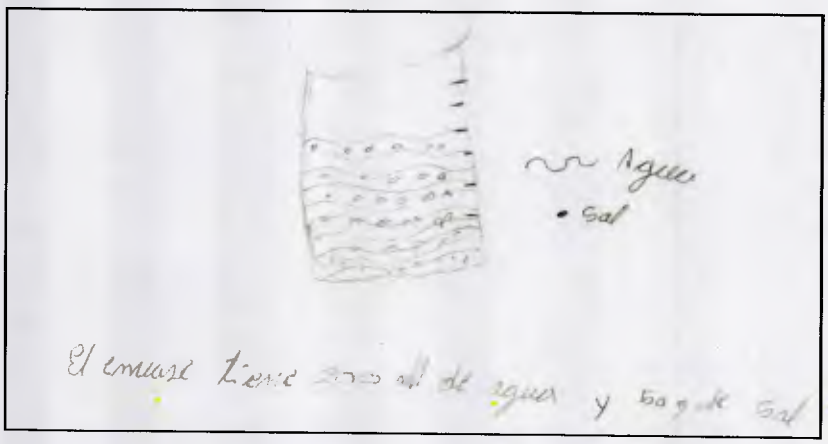
Momento 3. Aplicación de los diagramas de estructura.



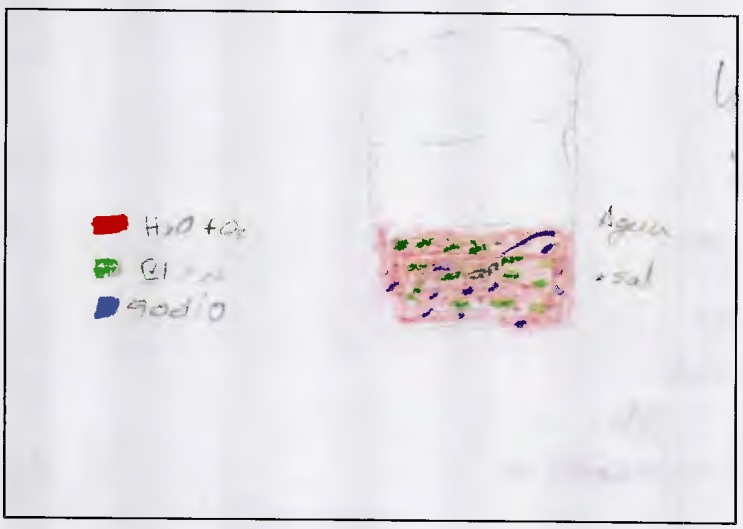
Observaciones: prácticamente desaparece las características observables resaltando solo propiedades macroscópicas referidas al nivel del agua y las cantidades de sal y agua. Descripción del proceso con orientaciones eléctricas adecuadas el oxigeno interactuando con el ion cobre e hidrógenos con el ion sulfato, respetando las reglas de representación.

Estudiante 4

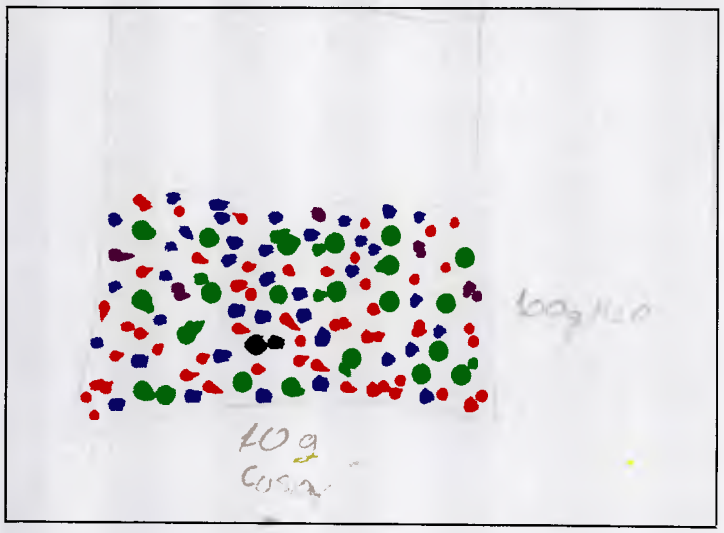
Momento 1. Antes de la instrucción



Momento 2. Aplicación de la teoría atómica.



Momento 3. Aplicación de los diagramas de estructura.



Observaciones: pocos cambios en las representaciones realizadas durante el proceso. No hay respeto por las reglas de representación.

Al finalizar el programa de intervención se aplico la prueba final con el objetivo de medir la comprensión de los estudiantes sobre el concepto de disolución tanto al grupo 1 como al 2. Las respuestas a los ítems fueron analizados con la técnica de contenidos obteniéndose un total de ocho categorías de análisis (ver anexo E). Cada categoría posee dos subcategorías, si y no .Finalmente se suman ambas subcategorìas independientemente y luego de determina el porcentaje para cada una de ellas obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 5.
Análisis porcentual ítem N° 1

	Grupo 1		Grupo 2	
	%		%	
Categoría	Si	No	Si	No
Identifica la figura (a)como la representación correcta de una disolución de NaCl en agua y justifica correctamente la respuesta	28	72	33	67
Identifica la figura (a)como la representación correcta de una disolución de NaCl en agua y justifica incorrectamente la respuesta	72	28	67	33

De acuerdo a estos resultados se puede observar que en el grupo 2 tiene 33% de los estudiantes seleccionaron y justificaron correctamente su elección, no así el grupo N° 1 con tan 28% de respuestas.

Tabla 6.
Análisis porcentual del ítem 2

	Grupo 1		Grupo 2	
	%		%	
Categoría	Si	No	Si	No
Describe la secuencia del proceso de disolución utilizando el diagrama de estructura	56	44	42	58

En estos resultados se puede apreciar que el 56% de respuestas para el grupo 1 y 42% para el grupo 2 evidencia que los estudiantes pueden describir con sus propias palabras la secuencia del proceso de del NaCl en agua, por lo menos la mitad de ellos.

Tabla 7.
Análisis porcentual del ítem 3

	Grupo 1		Grupo 2	
	%		%	
Categoría	Si	No	Si	No
Elige la figura correcta para representar la disolución de azúcar en agua y justifica correctamente la respuesta	32	68	50	50
Elige la figura correcta para representar la disolución de azúcar en agua y justifica incorrectamente la respuesta	68	32	50	50

En esta tabla se puede observar que en la categoría 1 correspondiente al ítem N°3 del grupo N°2 tiene 50% de respuestas mientras que el grupo N°1 solo 32%. Estos valores se complementan si observamos la categoría 2, en la cual se evidencia porcentajes de 68% para el grupo 1 y 50% para el grupo 2. Esto es un alto porcentaje de estudiantes que seleccionan adecuadamente la figura pero de nuevo justifican incorrectamente. En esta categoría los estudiantes deben seleccionar y justificar la figura que representa la disolución de azúcar en agua.

Tabla 8.
Análisis porcentual del ítem N° 4

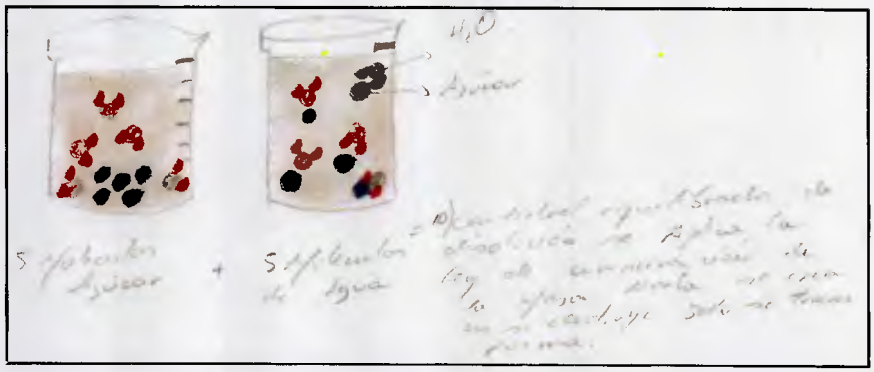
	Grupo 1		Grupo 2	
	%		%	
Categoría	Si	No	Si	No
Usa el diagrama de estructura para explicar la Ley de la Conservación de la Masa	48	52	38	62

Los resultados muestran que el grupo 1 reporta 48% de las respuestas correctas mientras que el grupo 2 un 38%. En este ítem los estudiantes tenían que

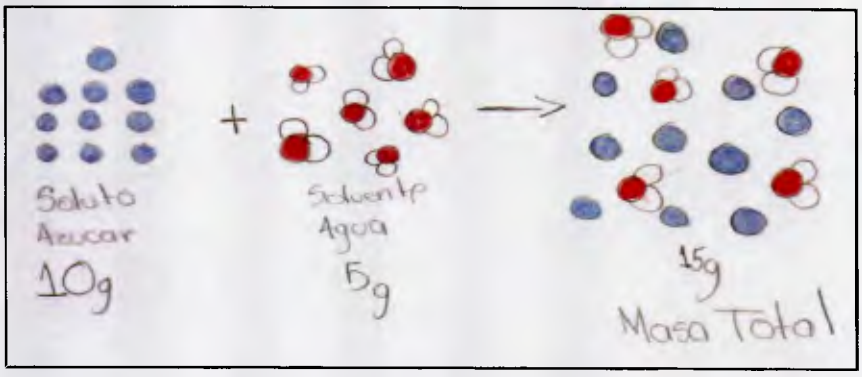
utilizar los diagramas de estructura aplicados a la ley de la conservación de la masa, ellos tenían que representar a través de los diagramas que la cantidad de soluto y la cantidad de solvente se conservan en una disolución.

A continuación se muestra las representaciones tipo diagrama de estructura realizada por:

Estudiante 4.



Estudiante 5



Estudiante 6

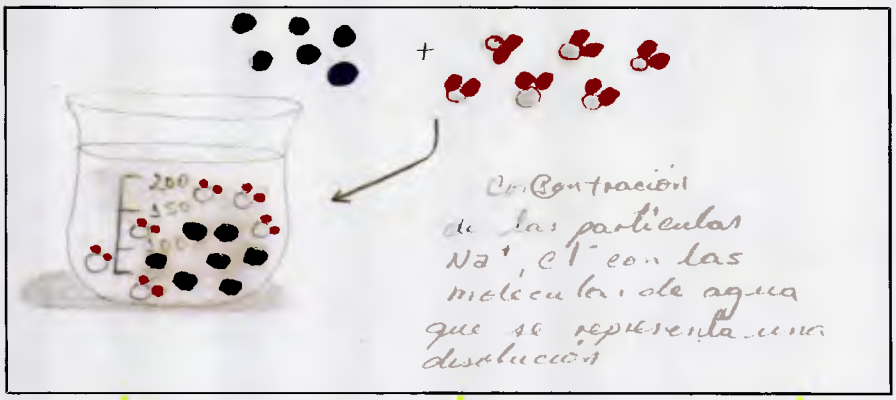


Tabla 9.
Analisis porcentual del item N° 5.1

	Grupo 1		Grupo 2	
	%		%	
Categoría	Si	No	Si	No
Usa el valor de la solubilidad del NaCl para justificar la cantidad de soluto disuelto y no disuelto en agua	72	28	50	50

Los resultados revelan en este ítem y en la categoría 1 el grupo N°1 reporta 72% de respuestas correctas mientras el grupo 2 solo un 12%. En este ítem los estudiantes deben interpretar el valor de la solubilidad en términos de cantidad de soluto disuelto o no disuelto en la disolución. La categoría 2 confirma este resultado con un 28% no logran interpretar este valor.

Tabla 10.
Análisis porcentual ítem N° 5.2.

	Grupo 1		Grupo 2	
	%		%	
Categoría	Si	No	Si	No
Justifica correctamente el uso diagrama de estructura para explicar el proceso de disolución del NaCl en agua	48	52	38	62

Los resultados revelan que los estudiantes del grupo 1 tiene 48% y 38% en el grupo 2 que identifican o señalan en el diagrama la cantidad de sólido disuelto y no disuelto. La segunda categoría de nuevo confirma que 52% en el grupo 1 y 62% para el grupo 2 no identifican ambos componentes.

Discusión

Los resultados revelan que los estudiantes mejoraron sus habilidades para representar procesos como la disolución del NaCl en agua. Los estudiantes que inicialmente se encontraban en el nivel cero pasaron a los niveles 2 o 3 (ver tabla 3 de resultados). Al comparar los grupos se puede observar esta tendencia ya que ambos grupos mostraron el mismo comportamiento. Esto evidencia que las estrategias utilizadas durante la aplicación del programa de intervención lograron mejorar o incrementar las habilidades para representar el proceso de disolución (Lombardi, 2009; Burguillos, 2009; Waldrip et. al 2010). Dichas estrategias están dirigidas hacia la lectura y la representación del proceso. Entre las cuales se encuentran la elaboración de modelos moleculares con el objetivo de ayudar al estudiante a visualizar el nivel microscópico y simbólico.

Por otro lado, se evidencia la promoción de los estudiantes desde el 0 hasta el nivel 3.Esto implica que cierto porcentaje (ver tabla 3) en ambos grupos suelen usar adecuadamente las representaciones para explicar la Ley de la Conservación de la masa (ítem 4) que según la bibliografía citada en esta investigación se constituye en una de las dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión del concepto de disolución.

En cuanto a la comprensión del concepto de disolución se evidenció que en general los estudiantes seleccionan la representación correcta de la disolución pero no saben justificar correctamente su elección. Esto se debe primordialmente al escaso vocabulario científico en este caso lenguaje químico ya que pocas veces tienen la oportunidad de escribir en el salón de clases y frecuentemente solo resuelven problemas u ejercicios. Esto trae como consecuencia ciertas deficiencias en los estudiantes al argumentar o justificar sus aseveraciones. Esto se evidencia en las respuestas a los ítems 1 y 2 de la prueba aplicada al final de programa de intervención.

Los resultados demuestran que aparentemente a los estudiantes les es más fácil usar que generar las representaciones pictóricas, en este caso los diagramas de estructura.

En el ítem N°2 el porcentaje de respuestas obtenido revela que los estudiantes si seleccionaron y justificaron el uso de la figura para visualizar el proceso de disolución del azúcar en el agua. En este caso el desempeño de los

estudiantes en este ítem fue mejor que en los ítems 1 y 2 (ver tabla 5 y 6).Esto lo refiere Márquez (2005) refiriéndose al lenguaje que los alumnos no poseen los géneros del discurso del lenguaje para comprender las ciencias.

En cuanto al ítem N° 4 los resultados muestran (ver tabla 8) que los estudiantes lograron aplicar la Ley de la conservación de la materia mediante la representación de cantidades de soluto y de solvente usando los diagramas de estructura. Se evidenció que algunos estudiantes tuvieron dificultades para aplicar los modelos moleculares para representar el soluto, el solvente y la disolución. Para dicha representación se requiere el dominio de los postulados de Dalton que fueron aplicados durante la implementación del programa de intervención. Esta tendencia se mantiene en ambos grupos.

Con respecto al desempeño de los estudiantes en el ítem N°5 (Tabla IX) se encontró que 72% i en el grupo 1 interpretaron correctamente el concepto de solubilidad sin embargo algunos 48% no justificaron su utilización para representar la cantidad de soluto disuelto y no disuelto en la figura. En este ítem los estudiantes tenían que identificar ambos componentes además de reconocer los iones disueltos tales como los aniones y los cationes solvatados así como diferenciar estos últimos de los solvatados (iones rodeados de moléculas de agua).

Recomendaciones.

Se sugiere que el modelo atómico sea enseñado desde el 3° año de la educación básica sobre todo hacer hincapié en sus aplicaciones como en los

diagramas de estructura ya que favorece el aprendizaje de temas de mucha dificultad como las disoluciones, reacciones químicas y estequiometria.

Se pueden mejorar los resultados si: a) se emplea mayor cantidad de tiempo en la ejercitación de este tipo de representaciones que favorezcan el aprendizaje de conceptos, donde el estudiante requiere visualizarlo a través de representaciones pictóricas.

Aunque so se puede aseverar que exista una diferencia en cuanto al desempeño logrado en ambos grupos, se puede asegurar que el uso de los diagramas de estructura ayuda a mejorar las habilidades representacionales en los estudiantes se requiere de un seguimiento a los avances alcanzados.

Otra recomendación que sugiere la bibliografía es el uso de diferentes maneras de visualizar los procesos, esto es los que se denomina representaciones múltiples aplicadas a un solo concepto abstracto que son difíciles de comprender.

Difusión

Los resultados de la presente investigación se pueden difundir a través de los siguientes mecanismos:

- Presentación de un resumen de la misma al personal directivo de la institución que sirvió de escenario para desarrollarla, indicando futuras investigaciones y proyectos que podrían derivarse de ella.
- Promover la realización de talleres dirigidos a las docentes que comparten las mismas funciones de la autora.

- Facilitar el programa de intervención, luego de una profunda revisión y de la realización de las correcciones que se consideren necesarias, así como también de la inclusión de otras estrategias, con la finalidad de que pueda ser utilizado como material de apoyo a los docentes en la especialidad de química.
- Presentación de resultados en congresos científicos.
- Producir material didáctico para facilitar el programa de intervención (la falta de laboratorios y de material didáctico es uno de los problemas mas grandes en el sector educativo mayormente en el sector publico).

REFERENCIAS.

Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa.* Un punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillas. México.

Ben- Zvi,R., Eylon ,B., & Silbertein, J(1986). Is an atom of copper malleable?. *Journal of Chemical Education, 63*, 64-66.

Díaz- Barriga & Hernández, G. (2004). *Estrategias docentes para un aprendizaje ignificativo. Una interpretación constructivista.* México. Mac Graw Hill.

Falicoff C.B., Ortolani A.E. , Odetti H.S & Castiñeiras J.M (2008). Construcción, implementación y evaluación de secuencias de enseñanza en los temas: Gases y disoluciones. *Revista Sociedad Química Perú, 74* (3), 196- 209.

Galagovsky, L., Rodríguez, M.,Stamati, N.,& Morales, L .(2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las ciencias, 21* , 107- 121. Recuperado el 31 de mayo 2010 en http://www. ddd.uab.es/pub/edlc/ 02124521 v21n1p107.pdf.

García, J.J. & Perales F.J .(2005).El uso y el volumen de información en las representaciones graficas cartesianas presentadas en los libros de textos de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias, 23*, 181-200.

García, J.J. &Perales F.J. (2007). Comprenden los estudiantes las graficas cartesianas usadas en los textos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias, 25* , 107-131.Hilton, A. & Nichols K.(2011).Representational Classroom practices that contribute to Student's ' conceptual y representational understanding of chemical bonding. *International Journal of Science Education, 33* 2215-2246.

Han, J & Roth, M. (2006). Chemical inscriptions in Korean Textbook: Semiotics of Macro- and microworld. *Science Education. 90*, 173-201.
Hilton, A & Nichols, K. (2011).Representational Classroom Practices that Contribute to Students' Conceptual and representational Understanding of Chemical Bonding. *International Journal Of Science Education, 33*, 2215-2246.

Lombardi , G. (2002). *Métodos Cualitativos.* Manuscrito no publicado. Universidad de Burgos. Programa Internacional de Doctorado. Enseñanza de las Ciencias, España.

Lombardi G., Caballero, C., & Moreira M. (2009).El concepto de representación externa como base teórica para generar estrategias que promuevan la lectura significativa del lenguaje científico. *Revista de Investigación, 66* , 1-40

Lombardi, G & Caballero, C. (2007). Lenguaje y discurso en los modelos conceptuales sobre equilibrio químico. *Investigações em Ensino de Ciência, 12*, 383-412.

Lombardi, G. (2009).*Las representaciones pictóricas como problema de aprendizaje. El caso de equilibrio químico*. Tesis doctoral (Universidad de Burgos, Burgos).

Lombardi, G., Caballero, C & Moreira M. (2005). Estudio preliminar de las representaciones no- textuales utilizadas en textos escolares de química general. *Enseñanza de las ciencias*. Numero extra. VII Congreso.

Madden S.P., Jones L.L & Rahm J (2011). The rol multiple representations in the understanding of ideal gas problems. *Chemical Education Research and practice.12*, 283-293.

Marquéz C. (2005). Aprender ciencias a través del lenguaje. *Educar, 33,27-38.* Recuperado el 3 de enero 2008 en: el http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_24/nr_655/a_8780/8780.pdf

Marquéz, C. & Prat, (2005).Leer en clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias, 23*(3), 431-440.

Marquéz, C. (2005). Aprender a través del lenguaje. *Revista de Educación.33*, 27-38.

Nappa, N., Insausti, M. & Siguenza, A. (2005).Obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2*, 344-363.

Petrucci, R.H., Harwood, W.S & Herring G.F. (2003). Química General. Madrid. Prentice Hall.

Postigo, Y., Pozo, J. (1999). *Hacia una nueva alfabetización: el aprendizaje de información gráfica. El Aprendizaje estratégico.* Pozo, J.I. y Monereo, C. (coordinadores).

Pozo, J. & Gómez, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. Ed. Morata. Madrid.

Raviolo, A., Siracusa, P., Gennari, F. & Corso, H. (2004).Utilización de un modelo analógico para facilitar la comprensión del proceso de preparación de disoluciones. Primeros resultados. *Enseñanza de las Ciencias. 22* (3), 379-388.

Rodríguez , M ., Caballero, M. & Moreira, M. A (2008). *La Teoría del Aprendizaje*

significativo en la perspectiva de la Psicología Cognitiva. [Versión electrónica] recuperado el 7 de junio de 2010 http://www.octaedro.com / pdf/ DIG 003. pdf.
Schank, P & Kosma R.(2002). Learning chemistry through the use of representation-based Knowledge- building environment. *Journal Computers Math Science Teach, 21*,253-279.

Talanquer, V. (2010).Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education.1,* 1-17. Recuperado 26 de mayo 2010 en: http://dx.doi.org/10.1080/09500690903386435.`

Waldrip B.,, Prain V., & Carolan J. (2010).Using Modal- Representations to Improve Learning in Junior Second Science. Research. Science Education 40, 65-80.

Anexo A.

Caricaturas

Instrucciones.

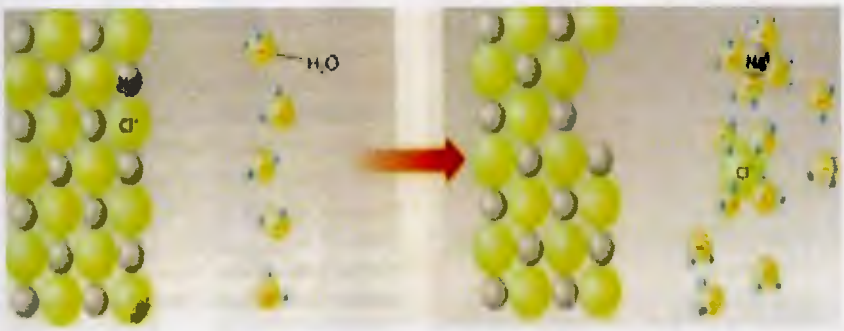
Observa detenidamente las siguientes caricaturas y responde a las siguientes:

1. ¿Qué tipo de lenguaje se evidencia en la caricatura?
2. ¿A qué se refiere su contenido?
3. ¿Qué elementos semióticos o retóricos utiliza el autor?

Anexo B

Ejercicios sobre los diagramas de estructuras aplicados al proceso de disolución.

Observe el siguiente diagrama de estructura y responda correctamente a las preguntas:



Proceso de Disolución de NaCl en agua. Los iones Na^+ y Cl^- disociados son rodeados por las moléculas de agua. Dicho proceso se denomina solvatación.

1. Qué tipo de signos se utiliza en el diagrama de estructura?. Se utilizan figuras geométricas, negrillas colores, sombras?
2. Qué significado tiene cada uno de estos signos? ¿Para qué se utiliza estos recursos.
3. Qué diferencia encuentra entre las diferentes representaciones, por ejemplo el signo utilizado para representar la molécula de agua, Na^+, Cl^-.
4. ¿La información que presenta el diagrama de estructura es cualitativa o cuantitativa?
5. ¿Cuál es el título del diagrama de estructura?
6. ¿A qué contenido de Química hace referencia la información que se presenta en el diagrama de estructura?
7. ¿Qué información posees sobre el tema?.
8. ¿A cuál principio, ley, hecho hace referencia la información que se presenta en el diagrama de estructura?
9. ¿En qué nivel macro/micro se expresa la representación en conjunto?
10. Lee las etiquetas del diagrama de estructura. ¿Qué papel cumplen estas etiquetas? Menciona las variables que se utilizan para presentar la información en el diagrama de estructura?
11. Qué hecho podría estar relacionado con la información que se representada en el diagrama de estructura?
12. El diagrama presentado describe el proceso de disolución de sal en agua o más bien en relación a aromos moléculas e iones que intervienen?
13. De la información que proporciona el diagrama analiza y explica si la siguiente información es correcta: "cuando un soluto se disuelve en un solvente no cambia la estructura química de los componentes de la disolución"
14. Si es correcta explica como el diagrama ayuda a explicar el no cambio de la estructura química
15. ¿Qué información podemos inferir a partir del diagrama de estructura?

Observe el siguiente diagrama de estructura y responda correctamente a las preguntas:

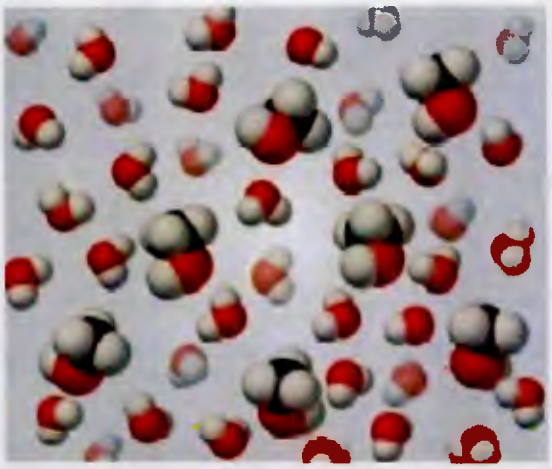


Fig. 4.3 (b) Metanol, CH_3OH, compuesto molecular disuelto sin formar iones. Las moléculas de metanol se encuentran bloqueadas por las esferas negras, las cuales representan a los átomos de carbono. Las moléculas de agua son movidas aparte así las partículas de soluto pueden verse mas claramente.

1. ¿Que tipo de signos se utiliza en el diagrama de estructura? Se utilizan figuras geométricas, negrillas colores, sombras?
2. ¿Qué diferencia encuentra esta representación y la representación de la disolución de cloruro de sodio en agua, por ejemplo el signo utilizado para representar la molécula de agua, Na^+, Cl^- ?
3. ¿La información que presenta el diagrama de estructura es cualitativa o cuantitativa?
4. ¿Cual es el título del diagrama de estructura?
5. ¿A que contenido de Química hace referencia la información que se presenta en el diagrama de estructura?
6. Que información posees sobre el tema.
7. ¿A cuál principio, ley, hecho hace referencia la información que se presenta en el diagrama de estructura?
8. ¿En qué nivel se expresa macro/micro, la representación en conjunto?
9. Qué papel cumplen estas etiquetas. Menciona las variables que se utilizan para presentar la información en el diagrama de estructura.
10. Describe la situación que da origen a la información que se presenta en el diagrama de estructura.
11. Que hecho podría estar relacionado con la información que se representada en el diagrama de estructura?
12. El diagrama presentado describe el proceso de disolución de sal en agua o más bien en relación a aromos moléculas e iones que intervienen?

13. De la información que proporciona el diagrama analiza y explica si la siguiente información es correcta: "cuando un soluto se disuelve en un solvente no cambia la estructura química de los componentes de la disolución"

14. Si es correcta la repuesta. Explica como el diagrama de estructura permite explicar en no cambio de la estructura?

15. ¿Que información podemos inferir a partir del diagrama de estructura?

16. Si tuvieras la oportunidad de mejorar el diagrama de estructura correspondiente a la disolución de metanol en agua.¿ Que elementos añadirías y que elementos eliminarías. Si ese fuese el caso?

Anexo C

Evaluación Final

Nombre y Apellidos:_____

Sección:_____

Fecha:_____

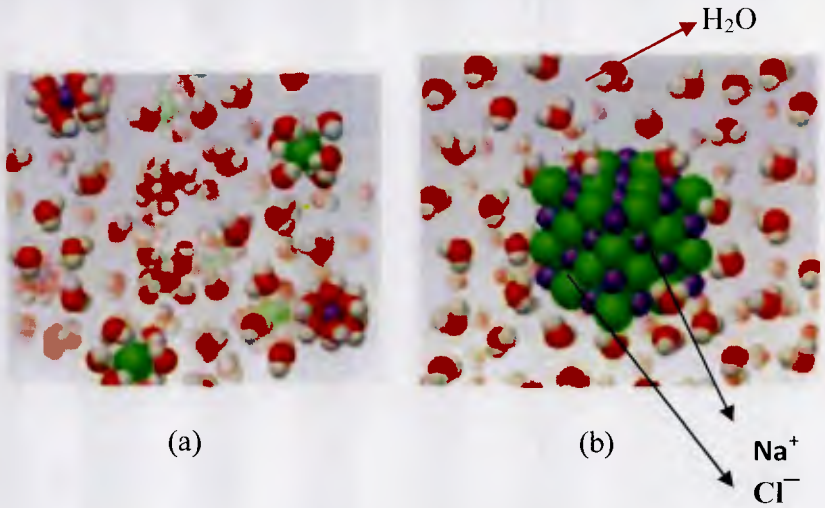
Instrucciones

1. Espere las instrucciones de la profesora para comenzar la prueba.
2. La duración de la prueba es de 80 minutos.
3. La prueba consta de 5 preguntas. Cada respuesta debe marcarse nítidamente en la prueba y debe justificarse.
4. Trate de responder el mayor número de preguntas. Si alguna le parece difícil pase a la siguiente.
5. La prueba es individual.
6. Revise la prueba antes de entregarla.

Lee detenidamente los siguientes planteamientos y responde correctamente a las preguntas:

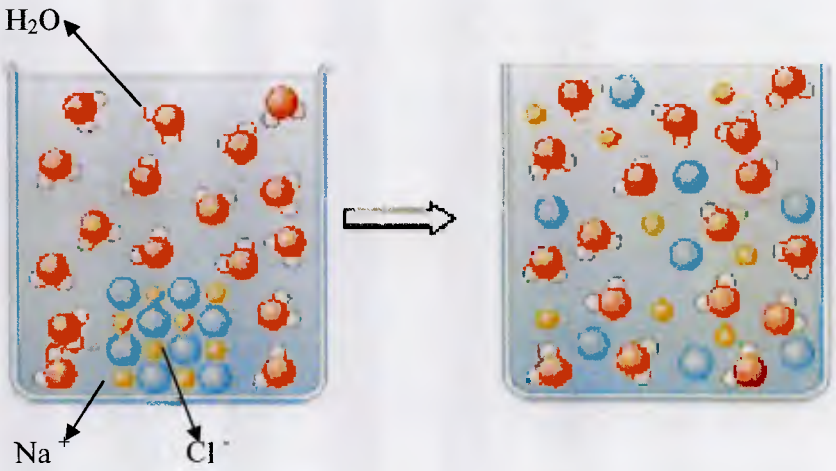
1. Al mezclar 2,5 g de sal común (NaCl) en 100 g de agua a 25 °C toda la sal se disuelve y se forma una solución de cloruro de sodio en agua.

Si pudiésemos ver a través del microscopio la distribución de las partículas ¿cuál de las dos figuras observaríamos a través del microscopio?

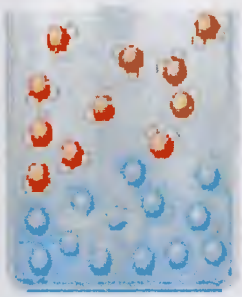


Explica las razones por las que seleccionaste esa figura

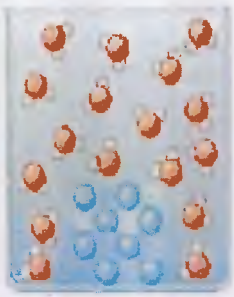
2. Observe la siguiente figura y explica por qué representa el proceso de disolución de un sólido como el cloruro de sodio en un líquido como agua.



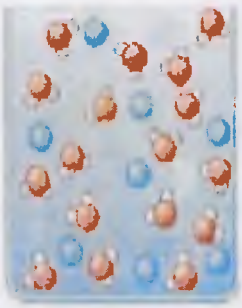
3. Explica cuál de las siguientes figuras representa mejor una disolución de azúcar en agua:



A



B



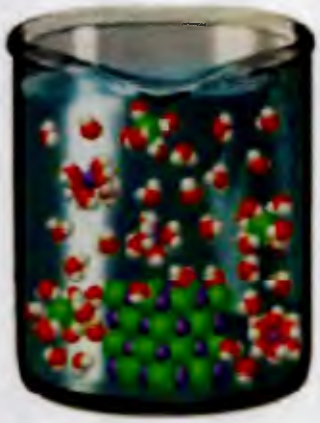
C

4. Si se acepta que tanto en los cambios físicos como en los cambios químicos los átomos no se crean ni se destruyen. Explica, utilizando un diagrama de estructura, por qué al mezclar azúcar y agua para obtener una mezcla homogénea, la masa de la solución es igual a la suma de la masa del azúcar más la masa del agua.

5. La solubilidad del cloruro de sodio (NaCl) en agua a 30 °C es de 35 g de sal por cada 100 g de agua. Si a 100 g de agua se agregan 37 g de cloruro de sodio a la temperatura de 30 °

5.1. ¿Cuántos gramos de cloruro de sodio se disuelven?

5.2 .Explique por qué la representación de la solución mediante diagramas de estructura sería la siguiente:



5.3. Señale en la representación mediante una flecha el Soluto disuelto en agua y el no disuelto.

Anexo D

Material de Apoyo

Otras maneras de representar estas sustancias: la "manera" de los químicos

Los materiales están constituidos por partículas que no son visibles a simple vista, para representarlos se utilizan modelos pictóricos, son modelos que recurren al uso de figuras geométricas (generalmente círculos o esferas) de diferentes colores y tamaños. Estas representaciones son representaciones pictóricas que clasificaremos como Diagramas de Estructura. Los Diagramas de Estructura son un tipo de representaciones que enfatizan la naturaleza corpuscular de la materia, es decir, el hecho que la materia está formada por átomos. Estas representaciones, para que sean válidas para los químicos, deben cumplir ciertas reglas. Las reglas las impone la teoría atómica de Dalton.

A continuación presentamos la teoría atómica de Dalton (TAD) e intentamos mostrar su relación con la manera de representar los Diagramas de Estructura:

Lee con detenimiento la siguiente información y realiza una síntesis. Discútela en clase.

Postulado TAD	Consecuencias para las representaciones	Correspondencia con el sistema simbólico
Todos los átomos de un mismo elemento son iguales entre sí en masa, tamaño y cualquier otra propiedad física o química. Es decir, un elemento es una sustancia que está formada por átomos iguales.	Si escogemos figuras geométricas para representar los átomos, por ejemplo un círculo o una esfera. Los átomos que representan a un elemento particular deben ser representados por una figura geométrica que siempre debe tener las mismas características, por ejemplo, utilizando esferas o círculos de iguales tamaños y colores para representarlos. Por ejemplo:	En el sistema simbólico que usan los químicos se recurre al uso de letras y números para representar las sustancias químicas. Este sistema también debe respetar los postulados de la teoría atómica de Dalton. Por ejemplo si escogemos la letra "O" para representar el átomo de oxígeno se usará siempre esta letra. Los elementos son sustancias

	Para representar simbólicamente los átomos de un mismo elemento se utilizan esferas o círculos de igual tamaño y color, por ejemplo, la molecula del elemento ozono, O_3, es representada por tres esferas rojas que representan a los átomos de oxígeno:	que están formadas por el mismo tipo de átomos sin importar el número. Para representar el ozono, una sustancia formada por tres átomos de oxígeno lo hacemos de la siguiente manera: O-O-O lo cual sintetizamos de la siguiente manera: O_3

Ejercicio

Utiliza lo antes dicho para representar simbólicamente los siguientes elementos químicos:

a) Oxigeno, O_2

b) Cloro, Cl_2

Ejercicio

Lee con detenimiento la siguiente información y realiza una síntesis. Discútela en clase.

Postulado TAD	Consecuencias para las representaciones	Correspondencia con el sistema simbólico
Los átomos de los distintos elementos tienen diferentes masa y propiedades	Figuras geométricas diferentes, para lo que se recurre a esferas o círculos de tamaños diferentes, colores diferentes y formas diferentes para cada átomo Por ejemplo: Para representar simbólicamente los átomos de distintos elementos se utilizan esferas o círculos de diferentes tamaños y colores, por ejemplo, el átomo de sodio se representa por una esfera verde y el átomo de calcio con una esfera anaranjada de mayor tamaño que el sodio, debido a que el calcio es más voluminoso que el sodio y a su vez posee mayor masa: Sodio Calcio	El sistema simbólico utilizado por los químicos, utiliza letras y números para representar los átomos y la cantidad de cada uno de ellos en el compuesto respectivamente. Este sistema también debe respetar los postulados de teoría atómica de Daltón. Por ejemplo, los símbolos Na y Ca representan los elementos sodio y calcio respectivamente y deben utilizarse siempre cuando nos referimos a alguno de ellos. En este caso se utilizan símbolos distintos porque los elementos son distintos en sus propiedades físicas y químicas.

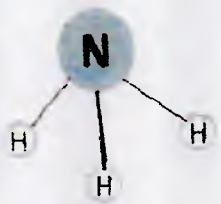
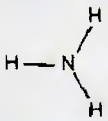
Ejercicio

Representa utilizando: símbolos, una representación pictórica tipo diagrama de estructura, los siguientes elementos químicos:

a) Carbono
b) Hierro

Ejercicio

Lee con detenimiento la siguiente información y realiza una síntesis. Discútela en clase.

Postulado TAD	Consecuencias para las representaciones	Correspondencia con el sistema simbólico
Los compuestos se forman por la unión de átomos diferentes que se combinan en una proporción constante y que guardan entre sí una relación sencilla, por ejemplo 1:1 en el CO; 2:1 en el H_2O; 1:4 en el CH_4; 1:3 en el NH_3.	Figuras geométricas diferentes; para ello se recurre a esferas o círculos de tamaños diferentes, colores diferentes y formas diferentes para indicar las clases de átomos que constituyen el compuesto. Por ejemplo: Para representar simbólicamente la molécula de un compuesto químico se utilizan esferas o círculos de diferentes tamaños y colores, por ejemplo, para representar la molécula de amoniaco, se representa por tres esferas blancas para los hidrógenos y una esfera azul para el nitrógeno:  	El sistema simbólico utilizado por los químicos, utiliza diferentes letras para representar los átomos que conforman la molécula del compuesto. En este sistema también debe respetarse los postulados de Dalton. Por ejemplo, los símbolos H y N se utilizan para representar los átomos de hidrógeno y nitrógeno respectivamente. Por ejemplo, para representar la molécula de amoniaco, sustancia formada por tres átomos de hidrógeno y uno de oxígeno lo hacemos de la siguiente manera:  Lo cual sintetizamos como: NH_3

esferas de diferentes colores o simbolos. que permiten representar a las sustancias puras (elementos y compuestos). por ejemplo:

1.- ***Un átomo*** **de un elemento se representa por su** ***símbolo***

Representación pictórica

Un átomo de cobre se representa por **Cu**

Un átomo de oxígeno se representa por **O**

Un átomo de hidrógeno se representa por **H**

2.- ***Una molécula*** **de una sustancia pura se representa por su** ***fórmula***

Representación pictórica

Una molécula de Oxido de Cobre (I) se representa por $\mathbf{Cu_2O}$

Una molécula de Hidróxido de Cobre (I) se representa por **CuOH**

El **número de átomos del elemento** se indica con un subíndice después del símbolo y se llama ***Atomicidad.***

ANEXO E

Tablas de recolección de datos

Análisis de las representaciones construidas por los estudiantes desde la perspectiva de los contenidos: los postulados de la teoría de Dalton.

	Categorías									
	Representa los átomos de un mismo elementos utilizando igual:			Representa a los átomos de diferentes elementos utilizando figuras geométricas diferentes:			Representa las moléculas de elementos como una unidad sin identificar los átomos que la constituye		Representa las moléculas de elementos y compuestos e identifica los átomos que la constituyen	
Sujeto	Tamaño	Forma	Color	Tamaño	Forma	Color	Si	No	Si	No

Desempeño de los estudiantes en cuanto al manejo del concepto de disolución de NaCl en agua

Ítems		Sujeto	Categorías									
	1	Identifica la figura (a)como la representación correcta de una disolución de NaCl en agua y justifica correctamente la respuesta	1	SI	NO							
		Identifica la figura (a)como la representación correcta de una disolución de NaCl en agua y justifica incorrectamente la respuesta	2	SI	NO							
	2	Describe la secuencia del proceso de disolucion utilizando el diagrama de estructura	1	SI	NO							
	3	Elige la figura correcta para representar la disolución de azúcar en agua y justifica correctamente la respuesta	1	SI	NO							
		Elige la figura correcta para representar la disolución de azúcar en agua y justifica incorrectamente la respuesta	2	SI	NO							
	4	Usa el diagrama de estructura para explicar la Ley de la Conservación de la Masa	1	SI	NO							
	5	Usa el valor de la solubilidad del NaCl para justificar la cantidad de soluto disuelto y no disuelto en agua	1	SI	NO							
		Justifica correctamente el uso diagrama de estructura para explicar el proceso de disolución del NaCl en agua	2	SI	NO							