

**APRENDIZAJE DEL CONCEPTO ENLACE QUÍMICO A TRAVÉS DE LA
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**

MAIRA YENIFER RIOS BUSTOS

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
PROGRAMA DE LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ENFASIS
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
NEIVA- HUILA
2011**

**APRENDIZAJE DEL CONCEPTO ENLACE QUÍMICO A TRAVÉS DE LA
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**

MAIRA YENIFER RIOS BUSTOS

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Licenciada en
Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Director M.E.E LUIS JAVIER NARVÁEZ ZAMORA

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
PROGRAMA DE LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ENFASIS
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
NEIVA- HUILA
2011**

Nota de aceptación:

Jefe de Programa

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Neiva, Huila, Colombia, 31 de enero de 2011

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo y colaboración en mi proceso de formación académica, a mi hermano quien guía e ilumina mi camino, a Andrés por su compañía incondicional y a Luis Javier por encaminarme en este proceso de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a Luis Javier Narváez Zamora mi director de tesis por su dedicaci3n y sus puntuales recomendaciones y consejos.

Al Esp Sem Vladimir Alvear Guerreo, Esp Marino Valdemar Muñoz Burbano, M.D.Q Carlos Arturo Franco Ruiz, Dr Jose Joaquín García García, por su tiempo y sus pertinentes observaciones en el desarrollo de la investigaci3n.

A la Universidad Surcolombiana por permitirme la oportunidad de realizar este trabajo investigativo.

A los estudiantes del curso Didáctica de la Química del periodo académico 2010-B por asumir el rol de objeto de estudio.

CONTENIDO

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
INDICE DE TABLAS	9
INDICE DE GRAFICAS	10
INDICE DE ILUSTRACIONES	11
INDICE DE ANEXOS	12
INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 CONTEXTO	17
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.3 HIPÓTESIS	18
2. OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GENERAL	19
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	19
3. JUSTIFICACIÓN	20
4. ANTECEDENTES	21
5. MARCO TEÓRICO	24
5.1 CONSTRUCTIVISMO HUMANO	30
5.2 CAMBIO CONCEPTUAL	32
5.3 LA INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA	35
5.3.1 Cambio conceptual, metodológico y actitudinal.	36
5.3.2 El aprendizaje significativo a través del cambio conceptual	39
5.3.3 La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias por investigación	40
5.4 RESOLUCION DE PROBLEMAS	42
5.4.1 Tipos de Problemas	44
5.4.1.1 Formulación de un Problema	48

5.4.1.2	Dificultades en la resolución de problemas	48
5.4.1.3	Destrezas en la resolución de problemas	51
5.4.2	Factores que influyen en la resolución de problemas	51
5.4.3	Etapas para resolver un problema	52
5.4.4	Preparación para resolución de problemas.	53
5.5	APRENDIZAJE SUSTENTABLE	54
5.5.1	Conceptos sostén	56
5.5.2	Tipos de lenguaje.	58
5.6	ENLACE QUIMICO	60
5.6.1	Consignas de Lewis.	60
5.6.2	Electronegatividad	61
1.6.3	Compuestos iónicos	62
5.6.3.1	Descomposición electrolítica de sales fundidas	64
5.6.3.2	Compuestos iónicos en solución acuosa	65
5.6.4	Enlace covalente	65
5.6.4.1	Enlaces covalente coordinados	66
5.6.4.2	Enlaces covalentes múltiples	66
5.6.4.3	Enlaces covalentes polares.	67
5.6.5	Geometría molecular	67
5.7	Enlace metálico	76
5.7.1	El modelo del mar de electrones	77
5.7.2	Teoría de bandas	78
5.7.4	Semiconductores	78
5.8	FUERZAS INTERMOLECULARES	79
5.8.1	Fuerzas ión- dipolo	80
5.8.2	Interacción dipolo- dipolo	81
5.8.3	Enlace por puente de hidrógeno	81
5.8.4	Fuerzas de London	82
6.	METODOLOGÍA	83
6.1	ETAPA PRELIMINAR	84
6.1.1	Identificación de la población y muestra.	84
6.1.2	Instrumentos.	84
6.2	ETAPA DE EJECUCIÓN	87
6.3	ETAPA DE ANÁLISIS DE RESULTADOS	89
7.	RESULTADOS	90
7.1	CONOCIMIENTOS PREVIOS DEL GRUPO OBJETO DE ESTUDIO	90

7.2 CONOCIMIENTOS FINALES DEL GRUPO OBJETO DE ESTUDIO	95
7.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS	100
7.4 SOCIALIZACIÓN DE LAS SITUACIONES DE PROBLEMAS	101
8. CONCLUSIONES	111
9. RECOMENDACIONES	112
BIBLIOGRAFIA	113
ANEXOS	118

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Peso conceptual de los subtemas del cuestionario _____	86
Tabla 2	Evaluación de ítems del cuestionario cuya respuesta es Totalmente de acuerdo _____	87
Tabla 3	Evaluación de ítems del cuestionario cuya respuesta es Totalmente en desacuerdo _____	88
Tabla 4	Conocimientos previos del grupo objeto de estudio _____	92
Tabla 5	Resultados análisis estadístico del pre-test _____	93
Tabla 6	Conocimientos finales del grupo objeto de estudio _____	96
Tabla 7	Resultados análisis estadísticos pos-test _____	98

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1 Grado de conocimiento inicial del grupo sobre los conceptos de la temática Enlaces Químicos _____	91
Gráfica 2 Grado de conocimiento inicial del grupo sobre los conceptos de la temática Enlaces Químicos _____	97
Gráfica 3 diferencia cognitiva del grupo objeto de estudio _____	100

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Tipos de Aprendizaje definidos para el Modelo de Aprendizaje Cognitivo Consciente Sustentable (MACCS) _____	57
Ilustración 2 Códigos y formatos sintácticos para el agua _____	59
Ilustración 3 Representación de la estructura de Lewis para el NaCl _____	63
Ilustración 4 Arquitectura del cristal iónico de NaCl _____	63
Ilustración 5 Enlace covalente de la molécula de cloro _____	66
Ilustración 6 Modelo de globos para la repulsión entre los pares electrónicos de la capa de valencia _____	68
Ilustración 7 Orbitales atómicos s _____	70
Ilustración 8 Orbitales atómicos p _____	71
Ilustración 9 Representación hibridación sp ³ _____	73
Ilustración 10 Representación hibridación sp ² _____	74
Ilustración 11 Representación hibridación sp _____	75
Ilustración 12 Modelo de mar o nube de electrones _____	77

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Índice de validez del cuestionario _____	118
Anexo 2 Cuestionario _____	119
Anexo 3 Índice de validez de las situaciones problemáticas _____	125
Anexo 4 Situaciones problemáticas _____	125

INTRODUCCIÓN

El acceso al saber disciplinar de la química, al igual de las demás ciencias naturales, se ha caracterizado por un grado significativo de dificultad y la subsecuente inapetencia denotada entre los estudiantes; situación confirmada en varios aspectos de la dinámica educativa, tales como: el bajo rendimiento de los estudiantes en las pruebas de evaluación practicada tanto en Colombia como en Latinoamérica, las cuales revelan serias dificultades de la población estudiantil con el manejo de las matemáticas, las ciencias naturales y la lengua materna.

Algunos autores como Ausubel y otros, 2005, Piaget, 1970, Novak, 1991, Escudero y Lacasta, 1984 Oñorbe y Sánchez, 1996, entre otros, plantean como causa de este fenómeno a la intervención metodológica de los profesores, es decir, la animadversión y la dificultad en el acceso a la ciencia, tienen como uno de los factores determinantes al tipo de presentación de las disciplinas científicas efectuadas por las personas encargadas de desarrollarlas en el salón de clase.

Esta propuesta presenta a consideración de la comunidad académica, una estrategia diferente a la mencionada en el párrafo anterior, con la cual se ha evidenciado la adquisición de aprendizaje significativo en diferentes temáticas científicas. La estrategia aquí señalada es la resolución de problemas en la búsqueda de aprendizaje sustentable del concepto enlace químico, con la cual, la autora evidenció una diferencia del 11.33% sobre las ideas previas poseídas por el grupo de estudiantes constituyentes de la muestra objeto de estudio.

La obra presenta el soporte teórico de la resolución de problemas como una estrategia didáctica enmarcada en la concepción del aprendizaje basado en la investigación dirigida, donde el aprendiz es el responsable directo de su aprendizaje, orientado por su director de investigación: su profesor.

La diferencia conceptual alcanzada por los estudiantes del curso de Didáctica de la Química, perteneciente al plan de estudios 2005-A de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana de Neiva, Huila, es producida por la estrategia didáctica empleada, tal como lo muestra la prueba Z de 5.04, valor ubicado en la zona de alta significancia, con el cual se acepta la hipótesis alterna planteada para este estudio.

La Resolución de Problemas además de generar el aprendizaje sustentable del concepto enlace químico, fortalece también el desarrollo de otras competencias personales entre los estudiantes, tales como: competencias de convivencia ciudadana manifestadas a través de la interacción de los estudiantes al interior de los grupos de trabajo, donde fortalecen la tolerancia, la convivencia y el respeto por la opinión ajena. Por igual se fortalece el interés por la búsqueda personal y grupal de información en diferentes fuentes; la dinámica del proceso de resolución de problemas le plantea al estudiante y a los grupos la necesidad de interactuar no solamente desde el saber conceptual, sino también desde los saberes procedimentales y actitudinales.

Por igual se fortalecen las competencias sociolingüísticas, a través de las cuales, el estudiante presenta el informe de sus avances tanto desde el punto de vista oral como escrito.

En síntesis, se prueba la efectividad de la resolución de problemas en la adquisición de aprendizaje sustentable para el concepto enlace químico, tal como lo muestra la literatura científica consultada.

Adicionalmente es necesario explicitar que la estrategia didáctica es aplicable a cualquier campo del saber humano, sin embargo la mayor dificultad recae sobre el profesor, quien requiere construir verdaderos problemas diferentes a los de papel y lápiz, cuya resolución ubique a sus estudiantes en condiciones de investigadores novatos, cuya práctica investigativa indefectiblemente los conduzca a la elaboración del aprendizaje.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El esfuerzo de la autora se concentra en tratar de plantear una estrategia novedosa de aprendizaje para el concepto enlace químico; esta propuesta se aplicó a los estudiantes del curso Didáctica de la Química, perteneciente al plan de estudios 2005- A, el cual se implementa en el séptimo semestre del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana.

Su ulterior pretensión es mejorar la calidad de la educación y en especial hacer que para los estudiantes el aprendizaje de la química no sea un proceso de aprendizaje utópico sino real, implica un gran esfuerzo para el docente encargado de dicha misión; quien debe por empezar tomando en cuenta los conceptos previos del estudiante respecto del contenido temático a tratar para que a partir de estos y a través de la estrategia de la Resolución de Problemas se pueda alcanzar un nivel de aprendizaje sustentable.

De este gran reto, parte la iniciativa de utilizar esta estrategia didáctica que facilite el acceso al conocimiento a través de la práctica en la resolución de problemas novedosos derivados del contexto del estudiante como una herramienta indispensable para su aprendizaje.

1.1 CONTEXTO

La investigación se desarrolla en el curso de Didáctica de la Química, pertenecientes al séptimo semestre de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana de Neiva, en el periodo académico 2010-B porque los estudiantes ya poseen una formación disciplinar avanzada en la temática enlace químico y se encuentran prestos a acceder a la práctica pedagógica en el siguiente periodo académico.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Como aporte didáctico de la autora se incorpora la implementación de una estrategia basada en el aprendizaje por investigación dirigida, en la búsqueda de mejores resultados en el proceso de apropiación de los conceptos inherentes al Enlace Químico, en tal sentido se plantea el problema en los siguientes términos:

La implementación de una estrategia fundamentada en Resolución de Problemas permite construir aprendizaje sustentable del concepto enlace químico en estudiantes de séptimo semestre de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

1.3 HIPÓTESIS

De acuerdo con la afirmación formulada como problema de investigación se plantea la hipótesis, ésta permite orientar el proceso del estudio a realizar y llegar a conclusiones concretas; la cual, de manera acertada ayuda a solucionar el problema en caso de ser aprobada según los resultados obtenidos en desarrollo de la investigación, sin descartar la posibilidad existir otras opciones de solución. La hipótesis propuesta es: El aprendizaje que logran los estudiantes en la temática enlaces químicos depende de la utilización de resolución de problemas como estrategia didáctica; donde la variable dependiente o fenómeno es el aprendizaje que logran los estudiantes y la variable independiente o determinante es la Resolución de Problemas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar la Resolución de Problemas como estrategia de enseñanza-aprendizaje para lograr un aprendizaje sustentable en la temática Enlace Químico en estudiantes del curso Didáctica de la Química de séptimo semestre de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar el grado de aprendizaje alcanzado por el grupo objeto de estudio utilizando la Resolución de Problemas como estrategia de enseñanza aprendizaje sobre el concepto Enlace Químico.

3. JUSTIFICACIÓN

La propuesta didáctica de Resolución de Problemas para alcanzar el concepto Enlace Químico en estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, se implementa para demostrar su validez educativa tanto en estudiantes como para los docentes interesados en ella.

Se quiere demostrar la existencia de nuevas alternativas capaces de mitigar las falencias del paradigma conductista, el cual ha favorecido el aprendizaje memorístico. Aunque la base del aprendizaje sustentable es el aprendizaje memorístico, la propuesta busca la construcción de significados a través de la acción participativa del estudiante como agente responsable de su propio aprendizaje, guiado bajo la orientación del docente.

La pretensión de la autora es probar la eficacia de la estrategia didáctica en la Resolución de Problemas como alternativas para alcanzar niveles satisfactorios de aprendizaje sustentable del concepto Enlace Químico.

4. ANTECEDENTES

La perspectiva de la enseñanza- aprendizaje a través de los años ha tomado un nuevo rumbo. El educador en la pedagogía tradicional se asumía como dueño de la verdad y conector a cabalidad de todo saber, pasando al modelo constructivista, a ser el guía del estudiante y facilitador en su proceso de aprendizaje quien al tener un bagaje en cierta área permite dar compañía en el camino hacia el conocimiento del educando. De esta forma el rol del docente pasa de ser el dador de un conocimiento a ser el puente intermediario entre el estudiante y el conocimiento, quien simplemente busca la manera de conectarlos.

Teniendo en cuenta este aspecto de suma importancia, como lo es la forma en que el estudiante puede asimilar un conocimiento y este sea significativo para él, se hace necesario recurrir a una herramienta que permita ayudar al estudiante a lograr a través de la investigación un saber; entendiéndose el esfuerzo por consultar y las respuestas que se obtienen tras la investigación un aspecto motivante para el estudiante. La Resolución de Problemas propuesta como estrategia didáctica basada en la enseñanza por investigación dirigida permite al aprendiz, específicamente en el campo de la química, cambiar su concepción bidireccional de las moléculas como se muestra normalmente en un tablero de clase a una visión multidireccional donde el estudiante concibe la interacción entre átomos, moléculas y las diferentes formas de ubicarse determinando su geometría. De tal forma que esta herramienta genera un conocimiento más real y tangible para el educando.

De acuerdo con Kempa en que la resolución de problemas se concibe bajo tres panorámicas siendo la primera la Deweyana en la que se tienen cinco etapas lógicamente diferentes, las cuales son: La identificación del problema, definición del problema, producción de hipótesis, desarrollo de hipótesis seguida de su respectiva comprobación.

La segunda panorámica es la psicológica en la cual se concibe la resolución de problemas como un periodo de incubación seguido de una repentina intuición, en la cual la estructura del problema es mentalmente reorganizada y la tercera panorámica la resolución de problemas se concibe en términos de un procesado de información <<entrada- salida>> la cual requiere funciones de memoria a corto plazo, memoria de trabajo y memoria a largo plazo; siendo estas dos últimas las más utilizadas en el proceso de resolución de problemas¹. De igual forma no se puede pasar por alto la apreciación de Lopes y Costa² quienes comparten que la resolución de problemas constituye un desafío tanto para los profesores como para los investigadores; siendo para los profesores un arduo trabajo la construcción de problemas acordes a un tema a partir de la construcción teórico-práctica de un estudiante quien a su vez es de gran reto buscar la información pertinente y apropiada frente al problema asignado la cual le permite llegar a una solución acorde y sensata como lo propone García³ en las conclusiones frente a

¹ Kempa, R.F. Resolución de Problemas de Química y estructura cognoscitiva. Enseñanza de las Ciencias, 4 (2), p. 99-110. (1986).

² Lopes, B y Costa, N. (1996). Modelo de enseñanza- aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativa, (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 14 (1), p, 45-61

³ García, J. J. La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química (versión electrónica). Enseñanza de la ciencias, 18(1), p 113- 129. (2000)

los resultados obtenidos en su trabajo de investigación en la implementación de la resolución de problemas como modelo de enseñanza- aprendizaje en el tema gases permiten afirmar que la utilización de la resolución de problemas creativos en la enseñanza de las ciencias genera desarrollos importantes en la asimilación de los conceptos científicos y, en particular de la transferencia de los mismos para su aplicación en la explicación de otros fenómenos en contextos diferentes en los cuales fueron enseñados, conclusión congruente a la de Narváez⁴ en la cual demuestra la efectividad y pertinencia de la resolución de problemas como estrategia didáctica para lograr aprendizaje significativo en el tema objeto de estudio.

⁴ Narváez, L. J. Aprendizaje Significativo de Conceptos Químicos a través de Resolución de Problemas en Estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales. Neiva: Grafi Plast del Huila. (2007).

5. MARCO TEÓRICO

La necesidad de enseñar ciencia de forma atractiva y productiva que cautive a los estudiantes y los motive a hacer ciencia, es uno de los principales retos para los docentes dentro del marco de las exigencias de la actual sociedad. Una de esas estrategias didácticas es la resolución de problemas, orientada por el paradigma constructivista y sustentada bajo el modelo de enseñanza por investigación; atribuye un desafío para quienes participan en este proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que compromete al docente como guía y orientador del conocimiento y al estudiante como investigador activo inquieto por aprender, situándolo en un contexto similar al que vive un científico⁵, llevándolo de esta manera a desarrollar no solo la metodología científica sino también una actitud positiva por hacer ciencia, cumpliendo el objetivo de aprender ciencia, haciendo ciencia^{6 7}, siendo el estudiante quien va construyendo su conocimiento a través de lo que descubre en su proceso de investigación, que de acuerdo con Francis

⁵ Pozo, J.I y Gómez, M.A. Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Quinta edición. Madrid: Morata. (2006)

⁶ Narváez, L. J. Aprendizaje Significativo de Conceptos Químicos a través de Resolución de Problemas en Estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales. Neiva: Grafi Plast del Huila. (2007)

⁷ Osborne, R y Freyberg, P El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las <<ideas previas>> de los alumnos. Segunda edición. Madrid: Narcea, S. A (1995).

Bacon la verdad emerge más fácilmente del error que de la confusión⁸, siendo importante la participación y experimentación del estudiante para su proceso de aprendizaje.

La resolución de problemas como estrategia pedagógica parte de lo cotidiano, de la obligación que tiene el ser humano de enfrentarse diariamente a situaciones problemáticas difíciles; las cuales lo retan a buscar una solución adecuada o acorde frente a lo que se cree conveniente, de acuerdo a nuestra capacidad de resolución o simplemente según nuestra intuición. Por eso, en la evolución del proceso de enseñanza, lo que se pretende es fortalecer la capacidad de resolución de problemas innata en los estudiantes, para facilitar su aprendizaje dejando de lado, la planeación de situaciones problema en cuanto a la aplicación a los conocimientos teóricos⁹ pasando a situaciones contextualizadas y estrechamente relacionadas con el estudiante¹⁰, que le permite situarse en su ambiente o entorno, de forma que la actitud sea positiva e innovadora frente a la solución de una situación problemática creativa y no mecánica.

La resolución de problemas a través de la investigación es una estrategia de enlace para propiciar el cambio conceptual, entre las concepciones alternativas del

⁸ Bacon, Francis citado por Kuhn, T. S. La estructura de las revoluciones científicas. Segunda edición. México: Fondo de cultura económica. (2004).

⁹ Garref, 1986 citado por Furió, C. J y Gil, D. La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 7(3), p 257-265. (1989).

¹⁰ García, J.J. Didáctica de las ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Bogotá, D.C: Delfín Ltda., p 299. (2003)

estudiante y el conocimiento científico¹¹, dicho de otro modo genera un acercamiento que relaciona las ideas previas del educando hacia un fenómeno, dando como resultado una mayor capacidad cognitiva por parte del estudiante siendo él mismo constructor de su conocimiento a través de las respuestas encontradas tras su ardua labor de investigador novato, quien llega bajo la orientación de su director de investigaciones¹² y lo familiariza con la metodología científica. De esta manera, el estudiante quien interviene activamente en su proceso de aprendizaje desde el momento en que adquiere, comprende y analiza, puede llegar a fortalecer su memoria a largo plazo y su capacidad de análisis, puesto que el conocimiento ya ha sido significativo para él, quien frente a una situación problemática posterior tiene toda la capacidad de resolverla con gran destreza sustentandola con fluidez su criterio.

Ahora bien, para poder continuar frente a la postura que se tiene en este modelo de enseñanza-aprendizaje se debe reflexionar en las cuestiones propuestas por Novak¹³ : 1) ¿Qué sabemos acerca de cómo aprenden las personas? 2) ¿Podemos ayudar a nuestros alumnos cómo aprender? 3) ¿Cuáles son los principales obstáculos con que se tropieza al intentar enseñar a los alumnos a aprender? 4) ¿Qué expectativas hay de capacitar a las personas? Tras el paso del tiempo han surgido paradigmas psicológicos los cuales tienen un efecto en la

¹¹ Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982 citado por Narváez, L. J. Aprendizaje significativo de algunos conceptos químicos, a través de la resolución de problemas. *Tecné, episteme y Didaxis*, Número extraordinario. Cuarto congreso internacional sobre formación de profesores de ciencias. Bogotá, Colombia. (2009).

¹² Gil, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias a un modelo de enseñanza-aprendizaje por investigación (versión electrónica). *Enseñanza de las ciencias*, 11 (2), p 197- 212. (1993)

¹³ Novak, J. D. Ayudar a los alumnos a aprender como aprender (versión electrónica). *Enseñanza de las ciencias*, 9(3), p 215- 228. (1991).

educación en busca de solventar algunas de las cuestiones de: cómo generar un aprendizaje o conocimiento en los estudiantes y cómo hacer para que éste sea duradero y sustentable con la ayuda de diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Luego del auge en la pedagogía tradicional siendo esta la primera en implementarse bajo las concepciones de Comenius y Rathichius, la cual tenía como principios básicos la disciplina y el orden, llegando a tal punto de considerar el castigo físico como método o forma de aprendizaje, teniendo como insignia la letra con sangre entra; para el estudiante que no cumpliera con recibir los conocimientos ofrecidos por su maestro, el dueño del saber y conocedor de la verdad. Las labores de enseñanza se desarrollaban en la escuela, un lugar cerrado, siendo este el único espacio para aprender a través de la memorización de lo enseñado, en donde se ubicaba al docente en un estrado que indicaba su poder y conocimiento; evaluando a sus educandos a través de la cantidad de información que lograban retener.

Seguidamente, cerca de 1913 bajo postulados de la psicología de acuerdo con experimentos realizados por Albert Bandura y Frederick Skinner se propone que el aprendizaje genera un cambio en la conducta¹⁴ consolidándose de esta forma el paradigma conductista bien llamado así porque permite conducir al estudiante a un aprendizaje por medio de la utilización de estímulos -positivos y negativos- que propician una respuesta observable a través de la conducta que sostenga, considerando producido el aprendizaje cuando la conducta es adecuada. Para que el aprendizaje sea duradero es necesario la posterior utilización de reforzamientos, acorde con los planteamientos de Skinner: “la enseñanza es la disposición de

¹⁴ Martos, E. Métodos y diseños de investigación en didáctica de la literatura. Madrid: Graficas JUMA, p 205. (1988)

contingencias de reforzamiento que permiten acelerar el aprendizaje” y éste es un cambio permanente y observable en la conducta¹⁵ siendo indispensable el refuerzo para que acentúe o corrija el comportamiento del estudiante y su respuesta sea repetitiva frente a situaciones similares, de esta manera el educando adquiere conocimiento a través de hábitos a medida que el docente modifica sus conductas.

La falencia del paradigma conductista se centra en la visión empirista e individualista que se da sobre al aprendizaje en su búsqueda de trascender a la racionalidad, a dar importancia al sentido que el estudiante le da a la cosas, se concibe un nuevo paradigma, el cognitivista. Este paradigma toma como base las teorías de Piaget, Vigotsky, Ausubel, Bruner y Gestalt; se da importancia a las representaciones mentales, los procesos de pensamiento, al modo de conocer y codificar la información¹⁶ a procesos como atención, percepción, memoria, lenguaje y su interrelación, considerando el estudiante un sujeto activo en su proceso de aprendizaje.

Por su parte en el paradigma cognitivista el lenguaje, la organización social y la cultura juegan roles fundamentales los cuales buscan explicar cómo el estudiante es capaz de aprender a través de sus propias representaciones mentales, reorganizando su estructura cognitiva inicial a través de un proceso de asimilación dinámica, fruto de la experiencia vivida al interactuar y manipular su entorno. Aquí el docente ocupa un papel muy importante al igual que el estudiante, ya que tiene

¹⁵ Skinner citado por Galvis, A. H. Fundamentos de tecnología educativa. Decimo tercera ed. San José: EUNED. (2004).

¹⁶ Argos, J y Esquerra, M.P. IV jornadas educativas de teorías e instituciones educativas contemporáneas. Santander: Universidad de Cantabria. (1999)

el deber de acompañar a su grupo asumiendo que cada aprendiz necesita su propio tiempo y diferente para armar su esquema o representación de lo que aprende, para que realice la asimilación e interpretación pertinente.

Teniendo en cuenta lo desarrollado en los anteriores paradigmas, habría que decir que el discurso científico en el aula debe superar las opciones reduccionistas y dogmáticas del aprendizaje y promover en los estudiantes, competencias y habilidades cognitivo-lingüísticas para facilitar la integración social¹⁷ las cuales permitan que el aprendizaje no se realice de forma individual, sino además se extienda a nivel grupal, hecho que permite no solo un aprendizaje por medio de la enseñanza ofrecida del docente al estudiante, sino también, por la interacción entre estudiante- estudiante, estudiante- entorno y estudiantes- vivencias- entorno; de tal manera que el educando además de aprender, construya su conocimiento a través de la experiencia, establezca una estrecha relación con el medio externo y sea responsable de su aprendizaje; siendo el docente sólo un guía, mediador o puente de enlace entre el conocimiento y el estudiante, según los objetivos y metodología de un nuevo paradigma, el constructivista; que supera los enfoques tradicionales, transmisores de una visión fragmentaria y caduca de las disciplinas, desprovista de sus andamiajes metodológicos¹⁸ colocando al estudiante al nivel de un científico quien solventa sus inquietudes por la investigación.

¹⁷ Quintanilla, M; Joglar, C; Jara, R; Camacho, J; Ravanal, E; Labarrere, A; Cuellar, L; Izquierdo, M y Chamizo, J Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio? (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 28(2), p 185- 198. (2010).

¹⁸ Porlán, R. Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 16 (1), p 175-185. (1998)

El constructivismo nace de las teorías epistemológicas planteadas por Karl Popper, Imre Lakatos, Thomas Kuhn, Karl Paul Feyerabend, Stephen Toulmin, Newton Smith, Edgar Morín, Gaston Bachelard; teorías de la psicología cognitiva como las planteadas por Jean Piaget, George Kelly y David Ausubel y de teorías psicológicas planteadas por Habermas y Vigotsky¹⁹ quienes influyen de manera determinante para un nuevo planteamiento en la didáctica de las ciencias.

5.1 CONSTRUCTIVISMO HUMANO

Joseph Novak afianza sus estudios en el constructivismo humano en base a la epistemología de Toulmin y la psicología de Ausubel, e intenta hacer una explicación del aprendizaje de conceptos defendiendo el aprendizaje por recepción. Toulmin quien contrario a Kuhn no plantea una revolución científica, sino que sustenta su posición en que la ciencia no descubre realidades ya hechas, sino que construye o crea modelos para interpretarla²⁰ de tal manera que no se busca crear un paradigma tras otro sino una solución para dar respuesta “concreta” a las inquietudes de cuál es la manera correcta o adecuada de forjar un conocimiento. Teniendo como pilar la epistemología de Toulmin quien plantea el aprendizaje como un proceso gradual, de tal manera que el estudiante construye paulatinamente su conocimiento, luego de contrarrestar los conceptos aprendidos con los que ya posee de acuerdo a sus experiencias, para lograr un aprendizaje significativo²¹; siendo este el perfil del aprendiz bajo la luz del modelo constructivista; un edificador de su conocimiento.

¹⁹ Narváez, L. J. Op. Cit 34.

²⁰ De Zubiría, J. De la escuela nueva al constructivismo. Un análisis crítico. Bogotá, D.C: Cooperativa editorial magisterio. (2001)

²¹ Ausubel, 1961 citado por Ausubel, D; Novak, J y Hanesian, H. Psicología Educativa: Un Punto de vista Cognoscitivo. México: Trillas. (2005)

Para lograr un aprendizaje significativo es necesario que el estudiante haya elaborado una reestructuración de sus ideas y tenga una representación personal de las nuevas concepciones adquiridas, ya que es él quien debe responder por su conocimiento acorde con el planteamiento de Novak, “nadie enseña a nadie, ni nadie aprende por mí, quien quiere aprender lo hace por voluntad propia”²², de tal manera que el estudiante debe tener el interés, la motivación y el deseo de conocer la verdad por medio de consultas e investigaciones que permitan inducirle una representación lógica de la realidad científica; de esta manera se puede resumir la intencionalidad del paradigma constructivista de acuerdo a las etapas de Resnick considerando que el aprendizaje se logra cuando un estudiante empieza a construir a partir de sus ideas previas, asimilando los nuevos “descubrimientos”²³.

El enfoque constructivista avanza un poco más en la didáctica de las ciencias, expresa que el conocimiento no solo se puede adquirir a nivel individual sino también grupal, donde la meta del docente es mediar entre el conocimiento y el estudiante y de esta manera se conduzca a construir conceptos significativos claros y concretos, siendo importante la aclaración de Novak, que al ser un conocimiento humano algo significativo este puede cambiar o suprimirse con el tiempo.

²² Narváez, L. J. Op. Cit 13

²³ Resnick, 1983 citado por Gil, D y Carrascosa, J . Bringing Pupils' Learning Closer to a Scientific Construction of Knowledge: A Permanent Feature in Innovations in Science Teaching. Science Education, 78, (3), p 301-315. Recuperado el 30 de octubre de 2010 de: <http://www.uv.es/gil/publicaciones.htm>. (1994).

Bajo la concepción de los soportes epistemológicos, psicológicos y sociológicos del constructivismo se han constituido fuertes modelos de enseñanza- aprendizaje que colaboran con el enriquecimiento de la pedagogía; entre estos se encuentran:

5.2 CAMBIO CONCEPTUAL

Kuhn y Toulmin afirman que la investigación científica descubre reiteradamente fenómenos nuevos e inesperados, y los científicos inventan una y otra vez teorías radicalmente nuevas²⁴ dado que un paradigma o modelo no resuelve a cabalidad las inconsistencias o dudas de otro, filosofía con la cual Posner toma como cimientos para su modelo de cambio conceptual. Este modelo determina que los estudiantes poseen unas concepciones previas en su estructura cognitiva siendo estas en muchos casos erróneas al carecer de un sustento, hecho que debe corregirse a partir de un reemplazo por una estructura más sólida con nuevas teorías o modelos científicos que justifiquen y den respuestas claras a situaciones en las que donde la preconcepciones no han sido eficaces ; siendo importante las condiciones que Posner ha desarrollado para lograr un cambio conceptual en un estudiante:

1. Debe existir una insatisfacción con las concepciones existentes...
2. Una nueva concepción debe ser inteligible...
3. Una nueva concepción debe parecer inicialmente plausible...

²⁴ Kuhn, T. S La estructura de las revoluciones científicas. Segunda edición. México: Fondo de cultura económica. (2004).

4. Una nueva concepción debe sugerir la posibilidad de un programa de investigación fructífero²⁵...

Sin estas cuatro condiciones, Posner plantea como imposible que se genere un cambio conceptual, ya que es primordial empezar por la insatisfacción que se debe generar en el estudiante por lo que conoce, sabe o cree saber permitiendo el comienzo a un conflicto cognitivo como lo menciona Jean Piaget.

El conflicto cognitivo es el resultado de contrarrestar las ideas iniciales del estudiante sobre la naturaleza de los fenómenos, con las nuevas teorías que permiten eliminar los anteriores dejando limpia la condición inicial del aprendiz para la “acomodación” respectiva. Es necesario aclarar que los conocimientos son acomodados de acuerdo a la etapa o estadio en que se encuentre un estudiante y a la cantidad de ideas que haya podido formar a través de la interacción con el entorno siendo estos sujetos a cambios; por eso siempre habrá un conocimiento previo sobre el cual el estudiante construya su conocimiento²⁶.

En conclusión el modelo de cambio conceptual propuesto por Posner plantea que:

- a) El aprendizaje es conceptualizado como un proceso de cambio conceptual,
- b) es un proceso mental del sujeto,
- c) es un proceso complejo que implica la transformación de diversos aspectos conceptuales y/o cognitivos del sujeto (ecología conceptual), y

²⁵ Posner, 1982 citado por Moreira, M.A y Greca, I.M. Cambio conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz del aprendizaje significativo. Artículo consultado el: 22 de octubre de 2010. En: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/cambioconceptual.pdf>. (2005)

²⁶ Guilar, R y Castejón, J. El desarrollo de la competencia experta. Implicaciones para la enseñanza. San Vicente (Alicante): Club Universitario, p 115. (2003).

d) es un proceso que requiere de un tiempo no especificado, teniendo en cuenta que un cambio conceptual ocurre exclusivamente cuando es propiciado y concebido por el estudiante quien aprende²⁷.

Durante algún tiempo este modelo de enseñanza logró captar la atención de muchos investigadores curiosos preocupados por mejorar el nivel didáctico en la enseñanza de las ciencias quienes propusieron trabajos que centraban el diseño metodológico de este modelo. Propuestas posteriormente reevaluadas según Moreira y Greca²⁸ siendo una utopía pensar que se pueden borrar o sustituir las ideas previas y erróneas de un estudiante tras formar concepciones nuevas que perduran luego de provocar una acomodación en la estructura conceptual de un estudiante después de un conflicto cognitivo, de manera posible que las nuevas concepciones se olviden y persistan las iniciales siendo más significativas para el aprendiz ya que derivan de sus propios constructos; por ejemplo: Si un estudiante inicialmente concibe la idea que el compuesto de cloruro de sodio está formado por el enlace iónico entre un átomo de sodio y un átomo de cloro, es probable que luego de realizar la estructura como una red cristalina se genere un conflicto cognitivo en el educando, que posiblemente al no ser significativo es complejo lograr una acomodación acertada ya que carece de un argumento. Así pues, no solo el aporte anteriormente mencionado es la única crítica que ha recibido el modelo de Porlán, puesto que se necesita generar en los estudiantes no solo cambios conceptuales sino también metodológicos y actitudinales²⁹, buscando

²⁷ Posner citado por Flores, F. El cambio conceptual: Interpretaciones, transformaciones y perspectivas. UNAM: Educación química, 15 (3). Artículo consultado el 23 de octubre de 2010. En: http://cienciamia.com/fised/02mie/lecturas/cambio_conceptual.pdf, (2004)

²⁸ Moreira, Op. cit

²⁹ Gil, 1993 citado por Martínez Torregrosa, J; Verdú,R; Gil, D; Callejas,M; Ewert, C; García,G; Moreno,D; Jaimes,R; Quiroga,J. Desarrollo de competencias en ciencias e ingenierías: hacia una enseñanza problematizada. Bogotá, D.C: Magisterio, p 343. (2005).

integrar las tres competencias que hoy se evalúan dentro de los currículos escolares.

5.3 LA INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA

El proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias ha mostrado un notable cambio como se observa desde el apartado anterior. Las concepciones iniciales de los estudiantes como lo tiene en cuenta el paradigma constructivista, son indispensables para lograr un cambio conceptual, de ahí se parte que el estudiante tiene entre sus constructos, en su mente, su conciencia, algo que ha almacenado a través de las vivencias cotidianas, y no es como lo afirma la enseñanza tradicional, una tabla rasa en la cual hay que escribir o dar conocimientos elaborados. Sobre la base de estos postulados, Porlán y Martín³⁰ plantean algunas deficiencias de la enseñanza habitual de las ciencias en cuanto:

- a) Convierte directamente los contenidos de las disciplinas científicas en contenidos curriculares, sin que medie ningún tipo de reflexión acerca de la naturaleza epistemológica del conocimiento que se pretende promover en la escuela;
- b) implica y favorece una visión fragmentaria, acumulativa y absoluta de la ciencia y de los contenidos escolares;
- c) ignora los aspectos éticos, actitudinales y procedimentales de la educación, sin tomar en consideración las aportaciones que la ciencia puede hacer en estos campos;
- d) considera a los alumnos receptores pasivos de información, como si no tuvieran experiencias y significados espontáneos sobre los fenómenos naturales;

³⁰ Porlán y Martín, 1994 citado por Porlán, R. Op. Cit. p 175-185

- e) separa los contenidos de la metodología didáctica y de la evaluación, como si entre los procesos de producción y regulación de significados y los significados mismos no hubiera relaciones de interdependencia;
- f) ignora la dimensión social y colectiva del aprendizaje;
- g) concibe la evaluación como una actividad selectiva y sancionadora, que suele centrarse en la medición de aprendizajes memorizados mecánicamente por los alumnos.

Estas dificultades curriculares y sico-sociales que buscan ser superadas por el modelo de enseñanza de investigación en la escuela el cual se fundamenta en la psicología de George Kelly y la epistemología de Morín y Smith. La investigación en la escuela propone espacios de cultura educativa en donde el estudiante enriquece sus conocimientos no solo académicos sino también sociales, buscando una formación integral, analítica y crítica, quien edifica conocimientos sólidos a través de sus constructos personales como lo menciona Kelly, siendo cada vez más significativos en el campo individual y social. Morín especifica que en el campo individual hay una unidad/diversidad singular y subjetiva propia, que está relacionada con la respuesta a las vivencias mentales, psicológicas, afectivas e intelectuales del estudiante³¹; que se han ubicado en la memoria por medio de esquemas, los cuales deben ser aprovechadas por el docente para que a partir de estos se empiece didácticamente el proceso de aprendizaje.

5.3.1 Cambio conceptual, metodológico y actitudinal. Como se especifica en párrafos anteriores, no solo se necesita generar cambios conceptuales en los estudiantes sino también metodológicos^{32 33} y actitudinales³⁴ de tal manera que

³¹ Morín, Edgar. Los siete saberes necesarios a la educación del futuro. Bogotá: Magisterio. 2001. P.58

³² Gil, D. (1993). Op. Cit . p 197- 212.

se guie bajo una estrategia constructivista encaminada a forjar conocimientos verdaderamente significativos para el estudiante. Gil y Carrascosa ponen en duda la adquisición de aprendizajes significativos en un estudiante sólo por medio de cambios conceptuales, ya que sólo permiten tener en cuenta que es lo que sabe un estudiante (frente a conceptos), pero deja atrás la parte experimental de cómo saber o saber hacer para llegar a un conocimiento, siendo pertinente la utilización de una metodología científica en la cual se formen objetivos , hipótesis, un planteamiento procedimental, para concluir en el análisis de los resultados obtenidos en la experiencia, para que se produzca un aprendizaje completo; indicando de esta forma que las ideas o hipótesis propias no siempre son erróneas y las únicas que aciertan son las ofrecidas por los científicos(docentes), ya que se tiene la oportunidad de desarrollar las respectivas consultas para instruirse, su debida interpretación personal, análisis y divulgación de resultados; asimismo se empieza a cautivar al estudiante para que entre en contacto de forma activa y constructiva con la ciencia cambiando su actitud de reproche, donde el objetivo es lograr un aprendizaje significativo y no una lucha en la que quien pierde siempre es el aprendiz, ya que ha sido persuadido por el docente con situaciones contextualizadas perdiendo de esta manera el desinterés y oposición por hacer ciencia; desde luego Pozo nos aclara que para aprender ciencia no es necesario

³³ Gil, D y Carrascosa, J . Bringing Pupils' Learning Closer to a Scientific Construction of Knowledge: A Permanent Feature in Innovations in Science Teaching. Science Education, 78, (3), p 301-315. Recuperado el 30 de octubre de 2010 de: <http://www.uv.es/gil/publicaciones.htm>. (1994).

³⁴ Escudero, T y Lacasta, E. Las actitudes científicas de los futuros maestros en relación con sus conocimientos científicos (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 2 (3), p. 175-180. (1984).

tener desde el comienzo las actitudes y motivos de los científicos, sino, por el contrario hay que diseñar un enseñanza que genere esas actitudes y motivos.

Ausubel fuente sicológica de Gil en su modelo afirma que el aprendizaje significativo es elemental en el proceso de educación, basándose en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, de tal manera que se tenga la capacidad de asimilar los conceptos. Es importante aclarar la distinción hecha por Ausubel³⁵ entre un aprendizaje significativo y un aprendizaje memorístico, siendo el primero la forma de relacionarse los contenidos de forma no arbitraria y sustancial, a los objetos y el segundo la simple compilación de información que quizás tenga una gran duración en la conciencia del estudiante pero no posea los significados para cada uno de ellos al carecer de un significado personal. Toulmin de igual forma plantea que el aprendizaje es personal que proviene de un razonamiento cotidiano y tiene en cuenta un conjunto cultural de tradiciones, las cuales se socializan al compartir con los demás, motivo que puede generar un choque frente a lo que se sabe, generando de esta manera un cambio en lo que se cree conocer, considerando que el conocimiento no es absoluto, está sujeto a modificaciones o cambios; de tal manera la educación en ciencias enfatiza que la calidad de los procesos de enseñanza de las ciencias debe estar dirigida, no tanto a la exactitud con que se manejan los conceptos específicos, sino a las actitudes críticas con las que los estudiantes aprenden a juzgar aún los conceptos expuestos por sus profesores como lo propone Toulmin³⁶. Gil hace hincapié en el

³⁵ Ausubel, D (1978) citado por Pozo, J.I. Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.p. 288. (2006).

³⁶ Toulmin (1979) citado por Henao, B.L; Stipcich, M. S. Educación en ciencia y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza a las ciencias experimentales (versión electrónica). Revista electrónica de la

trabajo en grupo, considerando que este es indispensable para lograr un cambio actitudinal fruto de la inquietud por realizar nuevas tareas a nivel grupal que permite la confrontación, el cuestionamiento y el análisis³⁷, siendo la manera adecuada para construir conocimiento modificando el proceder habitual hasta generar un cambio conceptual.

5.3.2 El aprendizaje significativo a través del cambio conceptual. Juan Ignacio Pozo pionero del modelo de aprendizaje significativo a través del cambio conceptual, ahonda en la manera como los conocimientos previos son resistentes al cambio debido a la construcción de significados científicos a partir de la cotidianidad, los cuales buscan una relación con los contextos académicos; cuyo interés se ha desplazado desde las condiciones y los procesos de aprendizaje significativo a la naturaleza y conocimientos de esos contenidos previos y la forma en que pueden ser cambiados³⁸, de tal manera que el aprendizaje significativo abre un nuevo planteamiento del cambio conceptual concebido desde la resignificación de las ideas previas de los estudiantes.

Pozo considera necesario el cambio conceptual de las concepciones previas que los estudiantes poseen, para que ocurra un verdadero aprendizaje significativo ya que para aprender se necesita comprender. Pozo hace una contraposición a la

enseñanza de las ciencias, 7(1), p 47- 62. Documento consultado el 5 de noviembre de 2010, en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf. (2008).

³⁷ Gil, D. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, p. 26-33. (1983).

³⁸ Pozo, J.I y Gómez, M.A. Aprender y enseñar ciencia. (2006). P. 95

sicología formalista de la ciencia de Piaget, y propone que para un aprendizaje de la ciencia no solo es necesario un cambio en lo metodológico o procedimental sino que se hace necesario un cambio conceptual de las ideas previas de los estudiantes que les permita realizar una interpretación real o acorde con los planteamientos científicos de la situación o fenómeno que se estudia y pase de conocimientos intuitivos hacia los conocimientos científicos³⁹ que sirvan de base a un aprendizaje significativo.

De acuerdo con Driver frente al aporte de Pozo, se busca que los estudiantes reflexionen en la importancia de su aprendizaje, y amplíen su razonamiento cotidiano para que pueda ser usado con confianza en un rango más amplio de situaciones⁴⁰.

5.3.3 La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias por investigación. El modelo de enseñanza- aprendizaje de las ciencias por investigación planteado por Daniel Gil, propone un procedimiento diferente en la manera de construir conocimientos en los estudiantes. Gil argumenta su modelo en las investigaciones realizadas por Piaget, en las cuales obtienen excelentes resultados en el trabajo realizado en equipos, de tal manera que ya no solo se busca una relación sólo entre docente y estudiante, sino entre los mismos estudiantes de tal manera que se genere una interacción social y el trabajo sea enriquecedor ya que sería una forma de debatir los resultados obtenidos en cierta investigación, dando paso a la discusión como método más eficaz y realmente el único factible de promover el

³⁹ Pozo, J.I y Gómez, M.A. Op. Cit. O. 26

⁴⁰ Driver, R. un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 6 (2), p. 109- 120. (1988)

desarrollo intelectual con respecto a los aspectos menos bien establecidos y más controvertidos de la materia de estudio⁴¹.

Este modelo, se centra en la resolución de problemas como un estrategia de enseñanza que busca integrar los conocimientos previos de los estudiantes y su contexto cotidiano con los conocimientos científicos de tal forma que los procedimientos y los contenidos temáticos sean motivantes para los estudiantes y busquen enriquecer sus saberes por medio de la solución de situaciones o fenómenos a partir de sus investigaciones, las cuales al estar ubicados en un grupo de trabajo conllevarán a la discusión y replanteamiento (de ser el caso) de sus posturas.

La enseñanza problémica concibe el conocimiento como un proceso en el cual se desarrollan formas de pensamiento, es decir, formas de realidad, y en el que interviene y se desarrolla la creatividad⁴², siendo el docente el encargado de realizar una orientación constante a sus estudiantes que permita la resolución satisfactoria de una situación problema y de esta forma aprenda a través de lo que él mismo consulta. En esta estrategia de enseñanza- aprendizaje, el docente y el estudiante están en una igualdad de importancia ya que el estudiante es quien investiga siguiendo la guía de su docente.

⁴¹ Ausubel, D. (1978) citado por Gil, Daniel (1983). Op. Cit p. p. 26-33

⁴² García, J. J (2000). La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química (versión electrónica). Enseñanza de la ciencias, 18(1), pp 113- 129.

La resolución de problemas como lo plantea Lopes y Costa implica un desafío para los docentes como para los estudiantes investigadores⁴³. Para los docentes implica la formulación de situaciones problema creativas, que cautiven a los estudiantes y lleven a tener un ambiente adecuado en el aula de clase; por lo tanto se hace necesario que el orientador investigue el entorno normal en el cual viven sus estudiantes (sus gustos en cuanto a hobbies, comidas, películas, etc) que lleve al planteamiento de situaciones contextualizadas permitiendo la inclusión total y real de un educando en un problema. En cuanto a los estudiantes, el desafío empieza en la identificación del problema de investigación, el retomar sus conocimientos previos y verificar si estos están edificados sólidamente o si hay vacíos entre conceptos que no permitan una identificación clara frente a un problema; seguidamente clasificar la bibliografía pertinente que permita una solución confiable del problema.

5.4 RESOLUCION DE PROBLEMAS

La resolución de problemas es una habilidad innata del ser humano, se adquiere desde el momento en que somos concebidos y pertenecemos a este planeta. El continuo cambio de condiciones socio- económicas, de nuestro ambiente y estado de ánimo, nos obligan a que las circunstancias en las cuales resolvemos los problemas sean diferentes diariamente. La necesidad por lograr un bienestar propio conlleva a la inminente resolución de problemas continuos que se presentan en el diario vivir; ahora, si tomamos la vida diaria de un estudiante quien

⁴³ Lopes, B y Costa, N. (1996). Modelo de enseñanza- aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativa, (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 14 (1), p, 45-61

se encuentra frente a problemas de diferentes características como ejemplo la convivencia con sus compañeros, el no entender los problemas de matemáticas y los objetivos planteados por el docente de química en la práctica de laboratorio son algunos de los tantos que se pueden encontrar, pero bien, ¿Qué es un problema?. En el avance del proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias, los problemas ya no se toman como algo descontextualizado que se rigen estrictamente del seguimiento teórico; Perales, Álvarez, Fernández, García, González y Rivarossa definen un problema como una situación incierta que desencadena una serie de análisis propios (resolución del problema) tendiente a hallar la solución frente a un resultado esperado y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre⁴⁴; problemas que se resuelven a través de la información teórica básica que tenga el estudiante sobre el tema planteado y le permita una mínima inducción hacia un procedimiento adecuado y una actitud positiva por resolver el problema.

De esta manera la resolución de problemas no sólo busca un aprendizaje significativo como lo propone Ausubel, sino sustentable según lo expresa Galagovsky mediante la formulación de conceptos sostenibles⁴⁵, ya que un problema conlleva a radicar un conocimiento.

Para este trabajo se han propuesto seis situaciones problema creativas, contextualizadas, que generan inquietud referente al tema enlace químico; contemplan los objetivos del modelo de enseñanza por investigación dirigida

⁴⁴ Perales, J; Alvarez, P; Fernandez, Manuel; García, J; Gonzalez, F y Rivarrosa, A. Resolución de Problemas. Madrid: Síntesis. P. 221. (2000)

⁴⁵ Galagovsky, L. Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: Modelo teórico. (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 22 (2), p. 229- 240. (2004)

ubicada dentro del paradigma de enseñar a pensar, propuesto por García en el que se entiende la educación como un proceso en el cual los estudiantes se hacen autónomos para interpretar, procesar, utilizar y crear la información⁴⁶. Estos constan de un enunciado con información básica y necesaria que permite la dirección del trabajo y la investigación del educando hacia la construcción de conocimientos. Las situaciones problemas no son producidas de manera arbitraria, tienen una intencionalidad y unos objetivos específicos que llevan al estudiante a plantear unas bases que le permiten edificar de manera sustancial sus conocimientos.

Todo problema debe estar conformado por un enunciado acorde con la capacidad cognoscitiva e interpretativa del lector a quien se vaya a implementar, en este caso a estudiantes que se encuentran en la etapa de operaciones formales de acuerdo con Piaget; de igual manera, poseer una sintáctica, semántica y pragmática que permita la comprensión y solución del problema de acuerdo con el tipo de vocabulario que se emplee, más aún si es técnico aunque no tendría dificultad ya que la población escogida son profesores de ciencias en formación. .

5.4.1 Tipos de Problemas Dewey considera los problemas, cruciales para la propia actividad del pensamiento diciendo que acaban por ser el estímulo o el rastrillo del pensamiento⁴⁷, siendo considerable esta apreciación demostrando que se aprende cuando se soluciona cierta situación. De acuerdo al campo de conocimiento o contenido (química, física, biología...) que proponga un problema,

⁴⁶ García, J. J. La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. Op. Cit. p 113- 129

⁴⁷ Dewey citado por Neto, A y Valente, M. Disonancias pedagógicas en la resolución de problemas de física. Una propuesta para su superación de raíz vigoskiana (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 19 (1), p. 21-30. (2001)

el tipo de solución o propuesta metodológica de acuerdo a su fin, se pueden clasificar según Perales et al, en: cuantitativos, cualitativos, heurísticos y creativos.

Los primeros, problemas de tipo cuantitativo utilizan datos numéricos, ecuaciones y algoritmos para llegar a resolverlos⁴⁸, de esta manera se pueden clasificar en dos grupos según Kean, los problemas de tipo estándar o genérico y los problemas duros⁴⁹. Los problemas de tipo estándar se resuelven a partir de algoritmos matemáticos simples que permiten la solución de otros más complejos, al ser genéricos producen un ejercicio de repetición para su respuesta como se utiliza con los problemas tradicionales que implican el conocimiento y secuencia de una teoría para hallar una solución, los cuales en la enseñanza de las ciencias y en particular de la química involucran dos tipos de tareas: el reconocimiento de problemas simples y la generación de nuevos algoritmos que permiten la solución de otros problemas de este mismo tipo⁵⁰ Los problemas duros como lo denota su nombre son complejos y necesitan de la utilización de varios algoritmos estándar para su resolución, el lenguaje que se maneja en este tipo de problemas es más técnico haciéndolos específicos de acuerdo con su contenido y la capacidad cognitiva del solucionador. Estos problemas al plantear una secuencia de operaciones u ejercicios matemáticos los hace repetitivos generando como consecuencia una carencia de razonamiento lógico; de esta manera se da paso a

⁴⁸ Perren, M; Bottani, E y Odetti, H. Problemas cuantitativos y comprensión de conceptos (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 22 (1). p. 105- 114. (2004)

⁴⁹ Kean citado por García, J.J. Didáctica de las ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Op. Cit. p 299

⁵⁰ Kean citado por García, J.J. Didáctica de las ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Op. Cit. p 299

los problemas cualitativos los cuales permiten la caracterización física de los fenómenos y sus variables, tienden a la representación de los procesos a través de la descripción, carecen de información cuantitativa de tal manera que denotan como verdaderos problemas según Langlois, Gréa y Viard por el aspecto ambiguo e hipotético de sus resultados, generando que los datos se construyan a partir de la modelización realizada en el marco de las hipótesis formuladas⁵¹. Este tipo de problemas por el contrario de los cuantitativos requieren un proceso de pensamiento lógico, ya que se debe buscar una solución de acuerdo con principios y leyes que rigen la situación problémica, dejando de lado la mecanización de un procedimiento, de tal manera que el estudiante encuentre en primer lugar los conceptos científicos presentes en el problema para determinar luego los principios científicos que establecen las relaciones científicas entre estos conceptos, según García para encontrar una relación entre estos y realizar una interpretación, razón por la cual son más de tipo conceptual, por ejemplo en una experiencia práctica donde el estudiante tenga que clasificar diferentes compuestos en iónicos o covalentes según su capacidad de conducir la corriente eléctrica, implica que el estudiante realice una observación física de la situación y se genere una serie de interrogantes que permitan la construcción de un conocimiento, fruto de una investigación; por lo tanto los problemas experimentales implican el uso del método experimental con el fin de lograr un ambiente de aprendizaje que estimule una actitud investigadora, la intervención de habilidades manipulativas e intelectuales y la promoción del pensamiento crítico⁵²; siendo de suma importancia para la utilización de algoritmos matemáticos

⁵¹ Langlois, F; Gréa, J y Viard, J. Influencia de la formulación del enunciado y del control didáctico sobre la actividad intelectual de los alumnos en la resolución de problemas (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 13 (2), 179- 191. (1995)

⁵² Miguens, M y Garrett, R. Practicas en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades. (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 9 (3). p. 229- 236. (1991).

cuando el problema lo requiera puesto que en el caso de las situaciones problemáticas, concretamente en química se necesita la aplicación de los dos tipos de problemas, siendo los cualitativos la apertura para los cuantitativos.

Polya en 1945⁵³ ⁵⁴ propone los problemas heurísticos los cuales llevan a una solución por medio de unas etapas establecidas: la información previa, la elaboración de un plan de resolución, la resolución y la revisión del proceso; las cuales se pueden articular con las necesarias para la solución de los problemas experimentales en las que se cumple esta metodología para su resolución; por último, se presentan los problemas de tipo creativo quizás los más difíciles en solucionar puesto que se desconoce su respuesta o punto final, ya que propende del proceso creativo de quien resuelve el problema.

La solución de un problema puede ser cerrada o abierta teniendo en cuenta el número de soluciones. Los problemas cerrados constan de respuesta única e indudable; generalmente se necesitan algoritmos matemáticos para su solución; cuando esta es diferente al igual que sus estrategias de resolución, se considera un problema abierto, cuyo proceso de verificación se realiza a través de procesos cualitativos.

⁵³ Jiménez, M; Caamaño, A; Oñorbe, A; Pedrinaci, E y De Pro, A. Enseñar ciencias. Segunda edición. España: Publidisa. p. 240. (2007)

⁵⁴ Perales, J; Alvarez, P; Fernandez, Manuel; García, J; Gonzalez, F y Rivarrosa, A. Resolución de Problemas. Madrid: Síntesis. P. 221

5.4.1.1 Formulación de un Problema. Un problema se plantea con el fin de cumplir unos objetivos claros trazados por el docente, quien direcciona la investigación a través de la estructura del enunciado; el cual debe tener una estructura sintáctica acorde a los conocimientos de los solucionadores, la metodología indicada para la resolución y al mismo enunciado; semántica atribuida a la comprensión del problema y funcional de acuerdo al campo de conocimiento aplicado (Perales et al, 2000). La estructura, planteamiento o formulación del problema es crucial para la resolución del mismo, debe brindar la información necesaria para conducir a su resolución, de lo contrario muchos errores se deben a una incomprensión o a una interpretación incorrecta de las incógnitas o de los datos especificados en el enunciado⁵⁵, por lo tanto, el enunciado debe indicar el tipo de problema al que se enfrenta el solucionador y las preguntas que se generen deben guiar el procedimiento de las respuestas. De ahí la necesidad de proponer problemas contextualizados, los cuales tengan en cuenta las ideas alternativas del estudiante ya que al plantearse de esta forma una situación problémica desencadena una serie de experiencias ó tareas problema que llevan a la construcción del conocimiento hasta permitir un cambio conceptual, metodológico y actitudinal; involucrando la capacidad innovadora y recursiva del aprendiz.

5.4.1.2 Dificultades en la resolución de problemas. Las dificultades que un estudiante presenta en el momento de resolver un problema pueden ser por muchos factores internos y externos que intervienen en este proceso. En primer lugar, la costumbre de resolver problemas tradicionales donde se repite un procedimiento, desencadena diferentes emociones en cada estudiante; esta será

⁵⁵ Kempa, R.F. Resolución de Problemas de Química y estructura cognoscitiva. Enseñanza de las Ciencias, 4 (2), p. 99-110. (1986).

agradable para quienes presentan habilidad en su proceso de memorización y mecanización los cuales se perciben cuando se utilizan sólo fórmulas para su solución, de lo contrario como sucede muy a menudo esta posición de resolver problemas termina generando discordia entre el problema, su capacidad de retención y su frustración por no hallar una respuesta; tal caso da origen al mito que los problemas no tienen solución.

De tal manera que cuando se ofrece un problema cualitativo a un estudiante que no le presenta datos ni cifras para consultar o tener en cuenta y para su resolución necesita una deliberación, identificación de hipótesis posibles y comprobación de su factibilidad⁵⁶, se genera un impacto de rechazo, desconfianza y desinterés al no tener las herramientas adecuadas que le permitan desarrollar un razonamiento del problema y no una repetición. Para evitar esta situación es necesario que el docente oriente al estudiante en la manera como se debe abordar un problema para su solución.

La interpretación del enunciado de una situación problemática es otra dificultad al resolver un problema. Para planear un trabajo de investigación es preciso determinar ¿Qué es lo que quiero saber y cómo puedo llegar a solucionar dicho problema?, para esto es necesario leer con detenimiento el enunciado del problema el cual ofrece una información pertinente que conduce a una pregunta problema y en algunos casos a su posible solución; de tal manera que empezar a especular sobre el posible problema y una posible solución sin haber leído varias veces con atención el problema y no percatarse de su verdadera intención, es erróneo investigar; por otra parte, no solo es inapropiado no leer adecuadamente un problema sino realizar una mala interpretación. Cuando se interpreta

⁵⁶ Contreras, L. Resolución de problemas, ¿Una panacea metodológica? (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 5 (1). p. 49- 52. (1987)

incorrectamente una situación problema, se busca una solución exclusivamente en el contexto en que se presenta sin tener en cuenta que al cambiar de ambiente los resultados cualitativos y cuantitativos pueden variar; un ejemplo para esta situación es presentarle un enunciado a un estudiante cuya intención sea la clasificación de algunas moléculas en polares y no polares; un estudiante inquieto y buen investigador se dará cuenta que para poder realizar dicha clasificación debe tener en cuenta varias consideraciones. Genyee propone otras dificultades que se pueden presentar para solucionar un nuevo tipo de problemas:

1. Deficiencias en la capacidad de razonamiento formal.
2. Incapacidad o actitud negativa para construir una representación física apropiada dado un problema en forma escrita.
3. La creencia errónea de que para cualquier problema existe una fórmula o procedimiento donde introducir números.
4. La ansiedad sobre los problemas cuantitativos debido a dificultades pasadas con problemas de este tipo⁵⁷.

Al ser la resolución de problemas una nueva estrategia de enseñanza- aprendizaje de las ciencias implica un nuevo tipo de planteamiento de problemas novedosos que supera el esquema tradicional, el cual hace uso de las herramientas heurísticas y raciocinio del solucionador.

El tiempo en que se resuelve un problema se puede considerar como otra dificultad. Para realizar una investigación es necesario tener tiempo disponible que permita un análisis precavido de situaciones para no obrar de forma errónea y sin resultados prósperos al no realizar el debido procedimiento por carecer de

⁵⁷Genyee citado por Perales, J. Resolución de problemas: Una revisión estructurada (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 11 (2).p 170-178. (1993).

tiempo en la solución del problema cuando este limitado. En algunas ocasiones el tiempo en que se tarda en resolver un problema es corto debido a la buena capacidad cognitiva, procedimental y actitudinal del estudiante.

5.4.1.3 Destrezas en la resolución de problemas. Ausubel, Novak y Hanesian⁵⁸ consideran un factor importante en la destreza de resolución de problemas a la estructura cognitiva siendo esta un producto sustancial o metodológico de un proceso de resolución de problemas. Como lo plantean los fundamentos del paradigma constructivista, las ideas previas de los estudiantes son indispensables para el comienzo en la construcción de conocimiento, en ellas se encuentra toda la información inicial que el educando ha podido recopilar a través de sus vivencias y formación académica. Las concepciones iniciales poseen la información teórica de leyes y principios que rigen una disciplina siendo estas la base de un aprendiz en la solución de problemas; de tal manera que quien tiene ideas en sus constructos que conducen a la solución del problema responderá con una actitud de agrado frente a la situación y tendrá la oportunidad de crear una metodología adecuada que lo conducirá a excelentes resultados.

5.4.2 Factores que influyen en la resolución de problemas. Sin duda alguna para Ausubel et al⁵⁹, la inteligencia es uno de los principales factores que influyen en el éxito de la solución a un problema; la capacidad de razonar lógicamente cuando se enfrenta a una situación comprendiendo, interpretando y analizando la información que se brinda genera una posibilidad de alcanzar un mayor éxito cuando se acude a la resolución de un problema; de tal manera, cuando se

⁵⁸ Ausubel, D; Novak, J y Hanesian, H. Psicología Educativa: Un Punto de vista Cognoscitivo. México: Trillas. p. 623. (2005)

⁵⁹ Ausubel, íbid.

entiende la pregunta que plantea el problema es más fácil la forma de abordarlo y desglosarlo para diseñar una estrategia de solución, generando inicialmente una completa disposición a enfrentar la situación, dedicando el tiempo suficiente que pueda requerir el trabajo. La profundidad en la investigación es otra pieza clave de triunfo, si se realiza una amplia investigación en el tema referido esta se hace cada vez más fuerte, mostrando posiblemente diferentes caminos como oportunidad a la certeza, pero quien tiene la capacidad de organización pondrá a prueba cual es el más conveniente dejando de lado la mecanización y exaltando la creatividad e innovación que tiene el estudiante para afrontar problemas.

El nuevo modelo de situaciones problema que propone la estrategia de resolución de problemas pone a prueba la confianza que el estudiante tiene en sí mismo, él es quien tiene la capacidad de elegir el procedimiento adecuado que implica la elección correcta de técnicas, referencias confiables que contribuyan a la construcción progresiva de conocimiento.

5.4.3 Etapas para resolver un problema. Así, como se abordan diferentes problemas que se presentan cotidianamente se pasa por unos estadios o etapas en que salen a flote una cantidad de sentimientos o emociones hasta lograr encontrar una solución a una dificultad y las reacciones son diversas teniendo en cuenta la personalidad de cada individuo, en la resolución de problemas académicos, contextualizados al medio que pertenece un estudiante presentan igualmente unas etapas de asimilación de la situación problemática las cuales son definidas por Dewey :

Estado de duda, de perplejidad cognoscitiva en el reconocimiento de un problema,
Designación de los fines perseguidos por el problema,
Relación del planteamiento del problema con la estructura cognoscitiva,
Comprobación de hipótesis y replanteamiento del problema de ser necesario,

Incorporar la solución acertada a la estructura cognoscitiva⁶⁰.

Estas etapas son un modelo general en el enfrentamiento a situación problema; sin embargo, estas no se cumplen escalonadamente en todos los casos ya que el orden depende única y exclusivamente de la capacidad del solucionador, de su inteligencia, su perspicacia, y en especial de su creatividad.

5.4.4 Preparación para resolución de problemas. Quizás cuando se enfrente una situación problema novedosa en la cual no se otorguen datos específicos e incógnitas implícitas es compleja la forma de abordar el problema ya que se somete al estudiante a nuevas circunstancias a las que tal vez no esté acostumbrado. El simple hecho de leer el problema y que este no ofrezca en algunas ocasiones la información completa ya que pertenece al tipo de problemas de enunciados reducidos⁶¹ donde el estudiante debe deducir cierta información implica mucha concentración y actitud objetiva. Sin embargo, Ausubel et al, presentan unas indicaciones generales para desafiar la resolución a un problema:

Formular y delimitar el problema antes de tratar de resolverlo.

Evitar la concentración de la atención en un solo aspecto del problema.

Ir más allá de lo obvio.

Percatarse de la posibilidad de que ocurran fijación funcional y transferencia negativa y tratar entonces de evitarlas.

Abandonar las guías infructuosas y explorar otras posibilidades.

⁶⁰ Ausubel, D; Novak, J y Hanesian.Op. Cit. p. 623.

⁶¹ Kempa, R.F. Resolución de Problemas de Química y estructura cognoscitiva. Enseñanza de las Ciencias, 4 (2), p. 99-110. (1986).

Poner en duda la confiabilidad y la representatividad de los datos.
Hacer explícitas las suposiciones de cualquier conjunto de premisas.
Distinguir con claridad entre datos e inferencias.
Emplear la información proveniente de las hipótesis descartadas.
Aceptar con prudencia las conclusiones que concuerden mejor con las propias opiniones⁶².

Estas pautas son generalizadas por lo tanto pueden ser limitadas por el tipo de problemas que formulan ciertas disciplinas.

Para este trabajo de investigación se propone la resolución de problemas no sólo como una forma de provocar un aprendizaje significativo como lo plantea el soporte psicológico de esta estrategia de enseñanza- aprendizaje sino, un avance a un aprendizaje sustentable como lo determina Lidia Galagovsky^{63 64 65}, quien plantea un modelo de aprendizaje.

5.5 APRENDIZAJE SUSTENTABLE

Novak, en su propuesta del paradigma constructivista afirma que un discurso bien organizado por parte de los docentes genera aprendizajes significativos siempre y

⁶² Ausubel, D; Novak, J y Hanesian.Op. Cit. p. 623.

⁶³ Galagovsky, L. (a). Op. Cit. p. 229- 240.

⁶⁴ Galagovsky, L. (b). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 2: Derivaciones comunicacionales y didácticas (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 22 (3), p. 349-364. (2004)

⁶⁵ Galagovsky, L. modelo de aprendizaje cognitivo sustentable como marco teórico para el modelo didáctico analógico (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, número extra. VII congreso. (2005).

cuando los estudiantes estén motivados; desde luego sin este factor tan importante como lo es la motivación para un educando es difícil que se logren asimilar conceptos, ya que se genera una predisposición negativa por aprender; en cuanto al discurso organizado se puede hacer un vasto debate que permita llevar a concluir cual sería un verdadero problema, bien organizado por parte del experto, comenzando por los conocimientos hasta la falta de interrelación que se fomenta entre los estudiantes y el docente; un discurso docente difícilmente puede incluir los puentes cognitivos necesarios para todos los alumnos, ya que la construcción del conocimiento es idiosincrática⁶⁶, por esto se debe tener en cuenta una nueva consideración del aprendizaje significativo y se propone un nuevo Modelo de Aprendizaje Cognitivo Consciente Sustentable (MACCS), el cual hace muy específica la gran diferencia entre la información y el conocimiento que tiene un estudiante. La información, hace referencia al conjunto de factores externos ajenos a la mente o estructura cognitiva de un estudiante como lo son los libros, videos, documentos etc, que tienen un conjunto de datos y cifras generalizadas por el estudiante, contrario al conocimiento que es lo interno, lo que el aprendiz tiene en su mente, considerando como ideal que toda información percibida por un estudiante se pueda establecer como conocimiento. La distinción que hace el MACCS entre información y conocimiento es muy acertada y pertinente ya que de esta manera el docente debe tener en cuenta que la información o referencias que presenta a los novatos, sea la adecuada y le permita solucionar una situación problémica, siendo este el primer paso para ir adquiriendo un conocimiento. El experto debe apreciar que el significado que da cada uno de los estudiantes a dicha información es diferente, estos varían teniendo en cuenta la estructura cognitiva del aprendiz y el tipo de lenguaje que haya utilizado para dicha asimilación.

⁶⁶ Galagovsky, L. (a). Op. Cit. p. 229- 240

5.5.1 Conceptos sostén Cuando ocurre una relación entre la información percibida y el nuevo conocimiento que adquiere la estructura mental del aprendiz, se produce un desarrollo intelectual mayor, y un aprendizaje sustentable y se da a través de unos conceptos llamados conceptos sostén; estos conceptos sostén son los que el estudiante ya posee y se encuentran instalados en su mente. El nuevo tipo de conceptos creados por Galagovsky conceptos sostén, se diferencian de los propuestos por Novak conceptos inclusores en que, los primeros son una evolución de los segundos; estos no admiten un índice de error, los conceptos sostén deben ser científicamente correctos, es decir que ya no parten de suponer que al pertenecer a las experiencias vividas por un estudiante tengan la posibilidad de estar mal estructurados o incorrectos como lo aceptan los conceptos inclusores. Por otra parte, se puede presentar el aprendizaje aislado, este tipo de aprendizaje se presenta cuando la información externa que percibe el estudiante cobra cierto significado y se ubica en su mente pero no logra asociarse con la estructura existente, de tal manera que se acude a un esfuerzo de repetición para concebir una memoria a largo plazo o simplemente olvidarse ya que este no es significativo; el aprendizaje aislado dificulta la opción de ir adquiriendo otros conocimientos ya que este no puede ser consolidado en la conciencia.

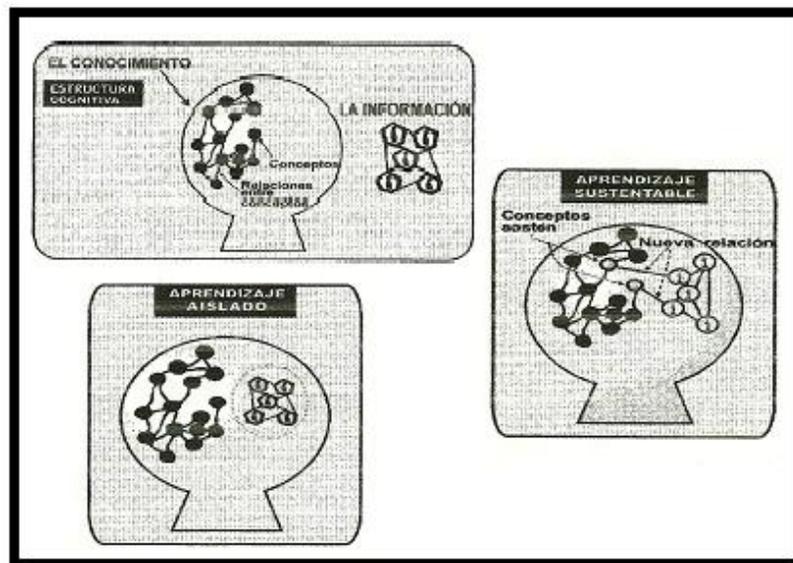
Cuando se logra un aprendizaje sustentable este toma una forma de red de tal manera que todos los conceptos busquen relacionarse unos con otros, los iniciales (conceptos previos o misconceptions⁶⁷ como los define Galagovsky,) este modelo acepta que un aprendizaje significativo sea aquél en el cual el sujeto relaciona la nueva información con aquélla que éste ya posee; pero señala requerimientos

⁶⁷ Galagovsky, L. (b). Op. Cit. p. 349- 364.

adicionales para que un aprendizaje significativo sea sustentable⁶⁸ como lo son los conceptos sostén y el tipo de lenguaje que se utilice, ya que al concebirse un nuevo conocimiento ha implicado la utilización de un lenguaje o la combinación de estos. Aunque los conocimientos son propios y tipo de lenguaje utilizado para adquirirlo es diferente entre las personas la manera de representar la situación de un fenómeno debe coincidir con los planteamientos científicos ofrecidos.

En la ilustración 1 se tiene en cuenta los tipos de aprendizaje definidos para el modelo de aprendizaje cognitivo consciente sustentable (MACCS) propuesto por Lydia Galagovsky.

Ilustración 1 Tipos de Aprendizaje definidos para el Modelo de Aprendizaje Cognitivo Consciente Sustentable (MACCS)⁶⁹



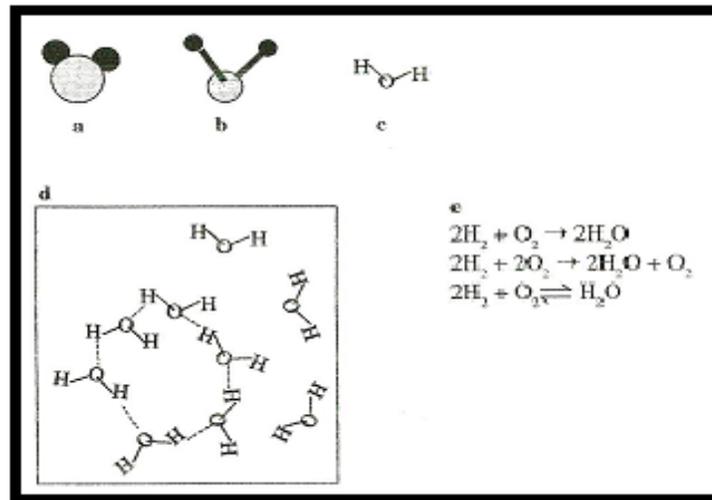
⁶⁸ Galagovsky, L. (a). Op. Cit. p. 229- 240

⁶⁹ Tomado de: Galagovsky, L. (b). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 2: Derivaciones comunicacionales y didácticas (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 22 (3), p. 349- 364. (2004)

5.5.2 Tipos de lenguaje. Sin hacer una jerarquía entre los lenguajes más utilizados, se empieza con el lenguaje de tipo formal; este lenguaje es específico para cada disciplina ya que tiene sus propia simbología y generalmente es usado por quienes tienen una formación académica en dicha rama, en el campo específico de la química, ciencia que mediante símbolos denota la presencia de elementos químicos, escalas específicas, nombres específicos etc, los cuales se puede expresar mediante un lenguaje verbal, visual o gráfico. El lenguaje verbal es la expresión en palabras de la interpretación a un fenómeno, hace referencia a la descripción del sentido o significado que se tiene en la mente de conceptos y situaciones que ha vivido o se presentan normalmente y son percibidas por la vista siendo este tipo de lenguaje la manera de comunicar lo que se observa a través del lenguaje visual teniendo en cuenta el contenido referencial; otro tipo de lenguaje es el gráfico que implica la representación mediante esquemas o gráfico de un fenómeno. El lenguaje maneja unos códigos y formatos sintácticos que permiten promulgar información o resultados importantes.

La enseñanza- aprendizaje de las ciencias en general y de la química en particular utiliza gran cantidad de códigos, éstos son un sistema convencional de símbolos y reglas que permiten la fácil comunicación y manejo de contenidos temáticos los cuales deben manejar un formato sintáctico adecuado, que hace referencia al orden específico en que se deben ubicar las palabras o códigos, de tal manera no es congruente manejar un solo código que armonice un contenido. Galagovsky hace la representación que a continuación se muestra donde se integran los cuatro tipos de lenguaje que permiten asimilar el concepto agua teniendo en cuenta los códigos y formas sintácticas específicas correctas que emplea la química.

Ilustración 2 Códigos y formatos sintácticos para el agua⁷⁰



El modelo de enseñanza mediante investigación dirigida implica que el docente en las orientaciones que da a sus educandos para llegar a la solución de una situación problema, debe utilizar un lenguaje acorde o apropiado a la formación del estudiante quien tal vez así este formándose como futuro educador en ciencias no puede comprender en su totalidad el lenguaje formal que emplea el experto.

La temática que aborda este trabajo es el ENLACE QUIMICO, en la cual se emplea el modelo de enseñanza por investigación dirigida centrada en el paradigma constructivista utilizando como estrategia de enseñanza-aprendizaje la resolución de problemas, permitiendo comprobar si esta genera un aprendizaje sustentable en los estudiantes objeto de estudio como se plantea en la hipótesis de la investigación.

⁷⁰ Tomado de: Galagovsky, L. (b). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 2: Derivaciones comunicacionales y didácticas (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 22 (3), p. 349- 364. (2004)

En el título que se presenta a continuación se realiza un resumen del tema enlaces químicos que permite definir términos químicos que se involucran en este trabajo.

5.6 ENLACE QUIMICO

Entre los planteamiento ofrecidos sobre la definición de enlace químico se concluye como las interacciones entre los átomos permiten la formación de moléculas y compuestos.

Las configuraciones electrónicas de los átomos tienen mucho que ver con la posibilidad de explicar un enlace químico. La búsqueda por solventar una necesidad lleva a los átomos a relacionarse o enlazarse químicamente con otro para superar una estabilidad y de esta manera los átomos participantes en el enlace adquieren la configuración electrónica del gas noble más próximo; átomos que cumplen con la regla del octeto que es la causa de su inercia química, es decir, para los átomos de otros elementos, estos se combinan unos con otros para adquirir configuraciones electrónicas como la de los átomos del octavo grupo de la tabla periódica.

Según Linus Pauling la atracción electrostática que presentan los átomos es la responsable de la formación de enlaces los cuales pueden ser de diferentes tipos teniendo en cuenta la diferencia que se presenta entre estas.

5.6.1 Consignas de Lewis. Lewis desarrollo su teoría bajo una implementación de símbolos que permitieran la explicación general sus postulados. Estos códigos como los nombra Galagovsky, representan a un elemento con los electrones de valencia, el cual es representado por su símbolo que indica el núcleo del átomo

con sus electrones internos, el cual está rodeado por puntos (.) ó equis (X) para diferenciar cuando son dos elementos distintos. Estas representaciones caracterizan los electrones de valencia que tiene el elemento en su último nivel energético.

La estructura de Lewis generalmente se realiza para los elementos de los grupos más representativos, siendo esta la forma grafica de describir el enlace que pueden presentar los átomos ya sea cediendo o compartiendo electrones de valencia. Se debe tener en cuenta que Lewis realizó sus estudios en el enlace covalente, motivo que llevo a la determinación de unos fundamentos específicos para la construcción de una estructura adecuada, entre estos se encuentran:

1. Determinar el número total de electrones de valencia de la estructura, teniendo en cuenta que se deben colocar todos de acuerdo con los átomos participantes.
2. Identificar el átomo o átomos centrales y terminales del enlace.
3. Situar dos electrones en cada enlace del esqueleto de la estructura.
4. Completar los octetos de los átomos terminales.
5. Restar del número total de electrones de valencia el número de átomos utilizados, lo que puede llevar a ubicar los electrones restantes en el átomo central.⁷¹

Se hace importante que en un enlace todos los átomos cumplan con la ley del octeto es decir, lograr tener ocho electrones de valencia en su último nivel de energía, que permita la estabilidad de un átomo.

5.6.2 Electronegatividad. Linus Pauling definió el concepto electronegatividad de un elemento como el poder de atracción de los electrones en un enlace covalente.

⁷¹ Petrucci Ralf. Íbid, p. 399.

Para esto, se ha estimado en los elementos de la tabla periódica un número que determina este poder de atracción. La electronegatividad cobra una gran importancia en la explicación sobre la formación de enlaces químicos ya que determina el tipo de enlace que pueden formar los átomos al unirse, de tal manera que si la diferencia en la escala de electronegatividad de estos átomos es mayor la atracción entre ellos es fuerte, de lo contrario si la diferencia en la escala de electronegatividad es menor, se lleva a un enlace débil⁷².

Pauling propuso que la electronegatividad de los elementos de la tabla disminuye de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo; en los elementos de transición el valor de la electronegatividad esta cerca de 1.6 y en los metales de las tierras raras cerca de 1.3 según la escala de electronegatividad⁷³.

1.6.3 Compuestos iónicos. Walther Kossel contrario a Lewis, desarrolló la idea de la formación de compuestos iónicos. Kossel se basa en la estabilidad que presentan los gases nobles y observa que los elementos alcalinos presentan un electrón de valencia más que no permite a estos átomos cumplir la regla del octeto, y los halógenos presentan un electrón menos en su último nivel que impide cumplir con este requerimiento para llegar a su mayor estabilidad e inercia química; de tal manera, que la valencia es de gran importancia para el comportamiento que puedan presentar los átomos en un enlace siendo los electrones externos los que participan en este proceso.

⁷² Pauling, Linus. General chemistry an introduction to descriptive chemistry and modern chemical theory. Segunda edición. San Francisco: Freeman and company. (1959). p. 640

⁷³ Pauling, Linus. Ibid. p. 234.

Un ejemplo sencillo y muy común que permitió explicar a Kossel su planteamiento es el enlace que se presenta en el NaCl, la unión entre un metal alcalino y un no metal halógeno, una vez establecido dicho enlace, cada átomo adquiere una configuración electrónica muy estable de acuerdo al nuevo tipo de carga favorable que ha adquirido. El catión sodio, adquiere una carga positiva que simboliza la pérdida de un electrón de valencia de su último nivel energético, y el ión cloro presenta una carga negativa que determina la presencia de un electrón de más en su máximo nivel de energía, llevando a que cada átomo presente una estabilidad y que estos se mantengan unidos por fuerzas electrostáticas.

Ilustración 3 Representación de la estructura de Lewis para el NaCl

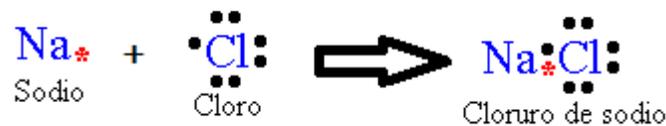
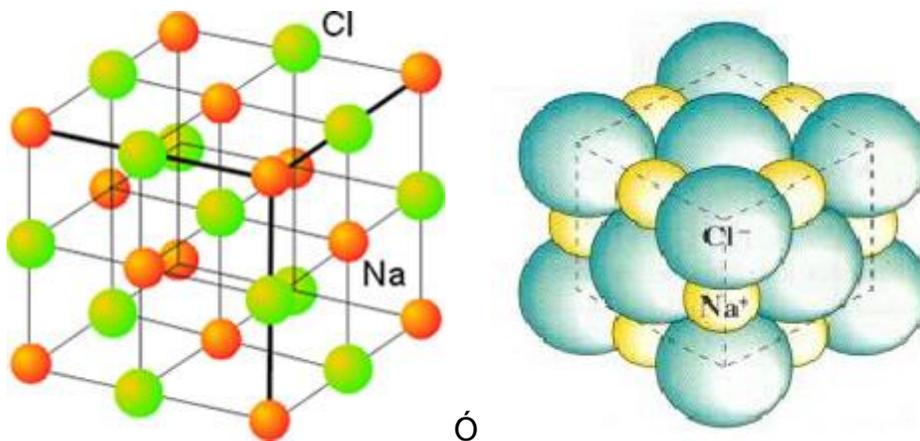


Ilustración 4 Arquitectura del cristal iónico de NaCl⁷⁴



⁷⁴ Tomado de : http://equipo6quimica206.blogspot.com/2009_02_01_archive.html

La composición del cristal y la fórmula del compuesto está determinada por las valencias iónicas de los elementos que lo constituyen; estas valencias deberán ser igual a cero⁷⁵. De esta manera, cuando el átomo muy electropositivo cede sus electrones a un átomo más electronegativo se genera una unión por cargas electrostáticas que permiten unir los nuevos iones formados, llegando a la conclusión que un enlace iónico se presenta con la participación de átomos metálicos con átomos no metálicos. Los compuestos iónicos pueden ser binarios formados por cationes y aniones monoatómicos, ternarios formados por iones monoatómicos y poliatómicos. Con la excepción de pares iónicos como el cloruro de sodio (Na^+Cl^-) que pueden encontrarse en estado gaseoso, las fórmulas unitarias de los compuestos iónicos no existen como entidades separadas, sino que cada catión está rodeado por aniones y cada anión por cationes, los cuales al ser grandes se disponen en las denominadas redes cristalinas⁷⁶, que de acuerdo a su capacidad de atracción electrostática define si el punto de fusión de la red cristalina es elevado o bajo.

5.6.3.1 Descomposición electrolítica de sales fundidas. El descubrimiento desarrollado por Michael Faraday ayudó a explicar la descomposición electrolítica de las sales. Las sales en disolución acuosa permiten el paso de la corriente eléctrica y de paso a una reacción química, la sal se descompone en iones tanto positivos como negativos; al realizar el ejemplo con el NaCl si se introducen dos electrodos y son conectados a un potencial eléctrico, el sodio metálico es captado por el electrodo negativo, el cátodo y el cloro gaseoso por el electrodo positivo, el ánodo; a esta descomposición de sustancias se le conoce como electrólisis.

⁷⁵Pauling, Linus. Ibid. p. 195.

⁷⁶Petrucci Ralf . Op. Cit. p. 391

A su vez, el cloruro de sodio fundido como sustancia cristalina posee igual cantidad de iones sodio e iones cloro, los cuales son muy estables ya que sus electrones no son fáciles de remover; así los electrones de un generador se muevan libremente transformando a la sal en un conductor o en su defecto, en un semiconductor.

5.6.3.2 Compuestos iónicos en solución acuosa. El agua presenta una buena conductividad eléctrica mientras se encuentre en estado natural, libre de pureza. Los compuestos iónicos en estado sólido son incapaces de conducir la corriente eléctrica contraria cuando son fundidos como se explicó anteriormente o cuando se presentan en una solución acuosa impura. Esto se debe a que los compuestos iónicos en el momento en que entran en contacto con el solvente se producen una separación de cargas positivas y negativas a lo que se conoce como momento dipolar eléctrico, las cuales se unen al polo opuesto de la molécula de agua.

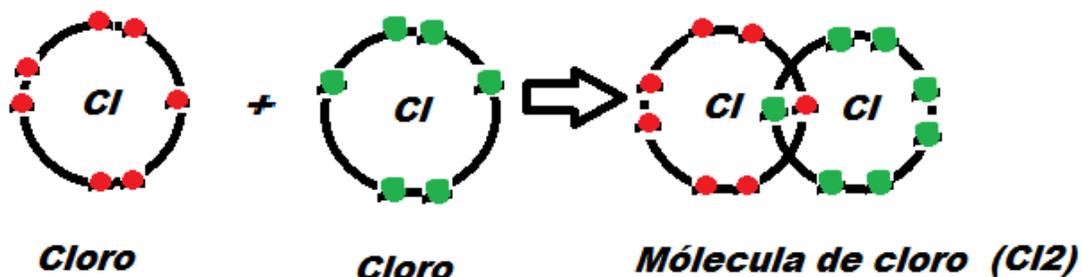
5.6.4 Enlace covalente. Particularmente los átomos tienen la capacidad de ganar o perder electrones según su afinidad electrónica o energía de disociación, propiedades dependientes de su electronegatividad, ello ocurre transitoriamente para los enlaces iónicos, pero para otros tipos de enlaces “la compartición de electrones da lugar a la formación de enlaces covalentes”⁷⁷.

La teoría de Lewis permite determinar las causas por las cuales pueden formarse moléculas diatómicas, por medio de casos en los cuales los átomos comparten un par de electrones en el enlace covalente, denominándose par enlazante y a los pares de electrones que no intervienen en el enlace par solitario. Un ejemplo muy

⁷⁷Petrucci Ralf.Op. Cit. p. 392

común se presenta en la molécula de cloro (Cl_2) donde cada átomo comparte un electrón para formar el par enlazante, considerándose un enlace covalente simple.

Ilustración 5 Enlace covalente de la molécula de cloro



Los átomos electronegativos forman enlaces covalentes de diferentes tipos para cumplir la regla del octeto; entre los enlaces covalentes que se pueden formar se encuentran los coordinados y covalentes múltiples (doble y triple).

5.6.4.1 Enlaces covalente coordinados. Lewis describe el enlace covalente como una compartición de pares de electrones, pero esto no significa que cada uno de los átomos contribuya con un electrón al enlace. Un enlace covalente en el que uno de los átomos contribuye con ambos electrones del par compartido se llama un enlace covalente coordinado⁷⁸. En otras palabras, un enlace covalente puede caracterizarse porque el átomo con mayor número de electrones en su último nivel, incluso cumpliendo ley de octeto, ceda un par de sus electrones a otro átomo capaz de compartirlos cumpliendo igualmente la misma ley.

5.6.4.2 Enlaces covalentes múltiples. En otras sustancias químicas, los átomos constitutivos de sus moléculas cumplen la regla del octeto compartiendo dos y

⁷⁸ Petrucci Ralf. Op. Cit. p. 393.

hasta tres pares de electrones desapareados, propios de los enlaces dobles y triples, conocidos como insaturaciones.

5.6.4.3 Enlaces covalentes polares. Un enlace covalente polar se presenta cuando los átomos no comparten por igual los electrones; de tal manera que estos buscan acercarse más al átomo que presenta mayor electronegatividad, en donde los centros de carga no coinciden; para que un enlace covalente sea de tipo polar la diferencia de electronegatividad entre los átomos participantes debe ser mayor a 0.4 eV. La magnitud del desplazamiento de la carga de un enlace covalente polar viene dada por el momento dipolar, el cual es producto de la carga parcial y la distancia de la molécula.

Por el contrario, cuando se presenta un enlace covalente no polar indica que el centro de carga esta en un punto medio de tal manera que equidista del resto de las cargas; la diferencia de electronegatividad para este enlace menor a 0.4 eV.

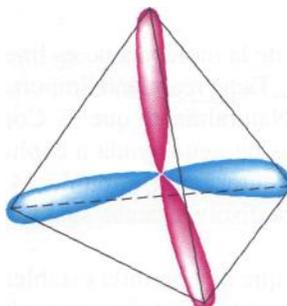
5.6.5 Geometría molecular. Las moléculas de acuerdo al tipo de enlace que presenten y su polaridad poseen una forma o geometría molecular, la cual resulta tras la formación de enlaces entre electrones de valencia que se pueden representar mediante el esquema de bolas y barras; sin embargo para conocer dicha forma se deben tener en cuenta los ángulos y longitudes de enlace.

En moléculas diatómicas como es el caso del H_2 , O_2 , Cl_2 , F_2 , Br_2 , N_2 ; se da la oportunidad solo para un enlace, de tal manera que el ángulo es de 180° considerándose a este tipo de moléculas de forma lineal; en el caso que se presente cierta diferencia en el ángulo de enlace se determina una forma angular, en la cual se busca una tridimensionalidad.

Teoría de la repulsión entre pares de electrones de la capa de valencia (Teoría RPECV)

La forma de una molécula se establece mediante experimentos o mediante un cálculo mecano-cuántico confirmado por experimentos. Los resultados de estos experimentos y cálculos están habitualmente de acuerdo con la **teoría de la repulsión entre pares de electrones de la capa de valencia (RPECV)**. La teoría RPECV se centra en los pares de electrones de la capa de valencia del átomo central de una estructura⁷⁹. De esta manera los pares de electrones se repelen entre sí ya sea que se encuentren en el enlace o de forma solitaria, por lo tanto ellos se organizan de forma perfecta para que las fuerzas de repulsión sean mínimas generando una geometría molecular a partir de la ubicación de los núcleos, un ejemplo se muestra en la figura 2.3 en la cual la ubicación de los lóbulos intenta minimizar la repulsión entre electrones.

Ilustración 6 Modelo de globos para la repulsión entre los pares electrónicos de la capa de valencia⁸⁰



⁷⁹ Petrucci Ralf. Op. Cit. 410

⁸⁰ Tomado de: Petrucci Ralf. Ibid.

Un aspecto importante de la RPECV es que no se centra exactamente en pares de electrones, sino en grupos de electrones ya sea un par solitario o enlazante; de igual predice la distribución de los grupos de electrones⁸¹; en el caso en que se realice la distribución de dos grupos de electrones, la geometría es lineal; tres grupos de electrones, trigonal; cuatro grupos de electrones, tetraédrica; cinco grupos de electrones, bipiramidal trigonal; seis grupos de electrones, octaédrica.

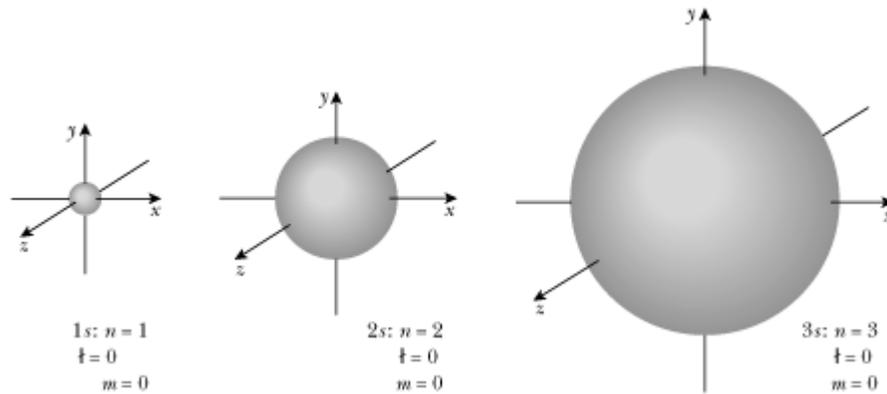
El orden de enlace en una molécula está determinado por el tipo de enlace que se presente ya sea sencillo, doble y triple cuyo orden respectivamente será 1, 2 ó 3. El orden de enlace es inversamente proporcional a la longitud de enlace ya que a menor orden, la longitud del enlace ser mayor y viceversa; sin embargo la energía que presenta un enlace triple es mucho mayor que la presente en un enlace doble o sencillo.

Orbitales atómicos

Los aportes de la mecánica cuántica han sido de gran importancia para determinar la probabilidad de encontrar un electrón en un espacio determinado sin tener en cuenta la velocidad de su movimiento; esta región o espacio se denomina orbital atómico. Hay diferentes tipos de orbitales, los cuales están dispuestos en torno al núcleo de maneras específicas. El tipo particular de orbital que ocupa un electrón depende de su energía; en el caso de los orbitales s, presentan orbitales en forma de esfera como se muestra en la ilustración 7, donde al aumentar los nivel de energía las esferas se hacen cada vez más grandes y la energía se hace mayor debido a la atracción electrostática entre el núcleo y el mayor nivel.

⁸¹ Ibid

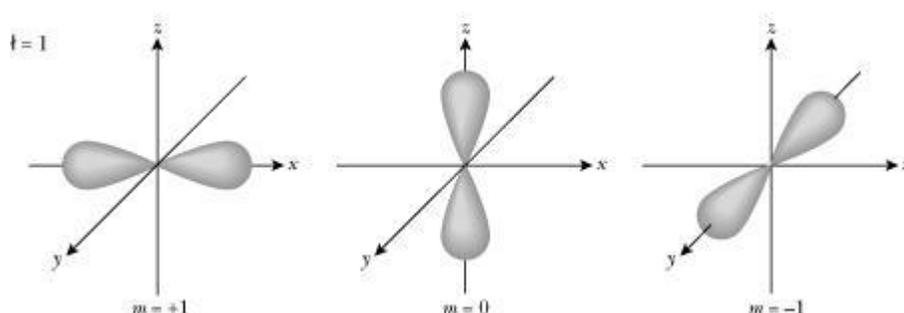
Ilustración 7 Orbitales atómicos s⁸²



En el caso de los orbitales p que empiezan en el segundo nivel energético, presenta forma bilobular mediados por el núcleo, ilustración8. Este orbital presenta tres ejes, los cuales son perpendiculares entre sí y se distinguen como p_x , p_y y p_z , teniendo en cuenta el eje en que se encuentran.

⁸²Tomado de: <http://www.eis.uva.es/~ggintro/atom/tutorial-11.html>

Ilustración 8 Orbitales atómicos p⁸³



Los orbitales atómicos deben cumplir el principio de exclusión desarrollado por Wolfgang Pauli, el cual propone que cada orbital atómico debe ser ocupado por dos electrones a los cuales les corresponde tener espines opuestos, de tal manera se consideran apareados. En el caso en que electrones llegasen a tener igual espín, estos tienden a separarse lo máximo posible.

Los orbitales atómicos tienden a solaparse para formar enlaces covalentes, a lo que se denominó teoría del enlace de valencia (TEV). Para que se presente dicho enlace ocurre un solapamiento entre orbitales semilenos o entre orbitales llenos y vacíos; el solapamiento de orbitales atómicos significa que el orbital de enlace ocupa gran parte de la región espacial previamente cubierta por ambos orbitales atómicos⁸⁴; de tal manera que la densidad de carga de electrones de enlace se concentran en dicha región.

⁸³Ibíd.

⁸⁴ Morrison, T y Boyd, R. Química orgánica. Quinta edición. Mexico: Addison Wesley. (1998). P. 9.

Los enlaces covalentes que se forman partir del solapamiento de dos orbitales atómicos tienen una longitud y una fuerza características⁸⁵

Hibridación de orbitales atómicos

La hibridación de orbitales atómicos resulta del proceso matemático de sustitución de los orbitales atómicos puros por orbitales atómicos redefinidos para los átomos enlazados y los nuevos orbitales se denominan orbitales híbridos.

En la hibridación de orbitales atómicos se debe tener en cuenta que:

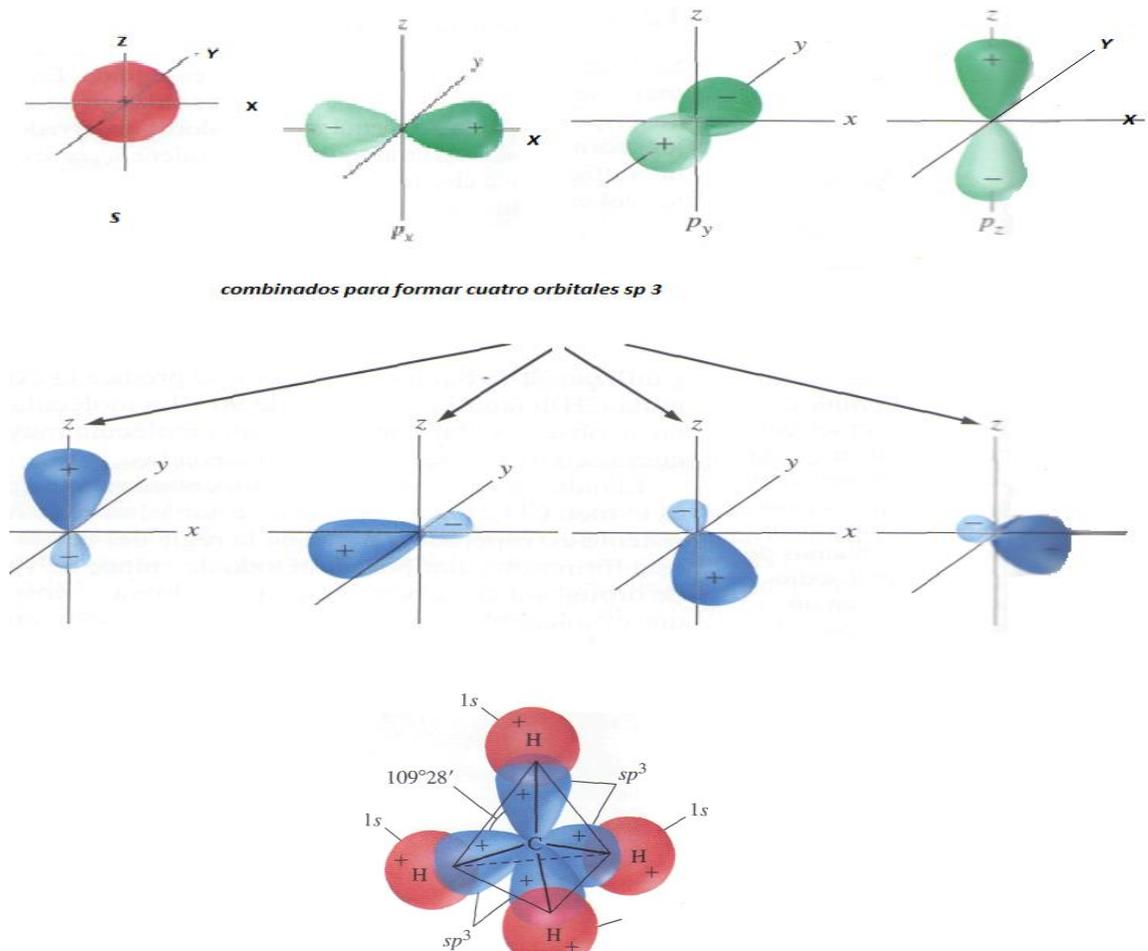
- Los orbitales híbridos son en igual número a los orbitales atómicos combinados.
- Es la perspectiva de la formación de una molécula.
- La distribución electrónica de carga de los orbitales atómicos a orbitales híbridos no es observable.
- Se presenta con mayor solvencia en el átomo de carbono.
- Da la formación de la hibridación sp^3 , sp^2 y sp

Hibridación sp^3

La hibridación sp^3 permite la formación de un tetraedro con un ángulo de 109.5° , el cual trata de minimizar la repulsión entre los electrones de átomos enlazados. Este enlace se forma a partir de la hibridación de un orbital s y tres orbitales p (p_x, p_y, p_z).

⁸⁵ Morrison, T y Boyd, R. Química orgánica. Quinta edición. Mexico: Addison Wesley. (1998). P. 11

Ilustración 9 Representación hibridación sp^3 ⁸⁶

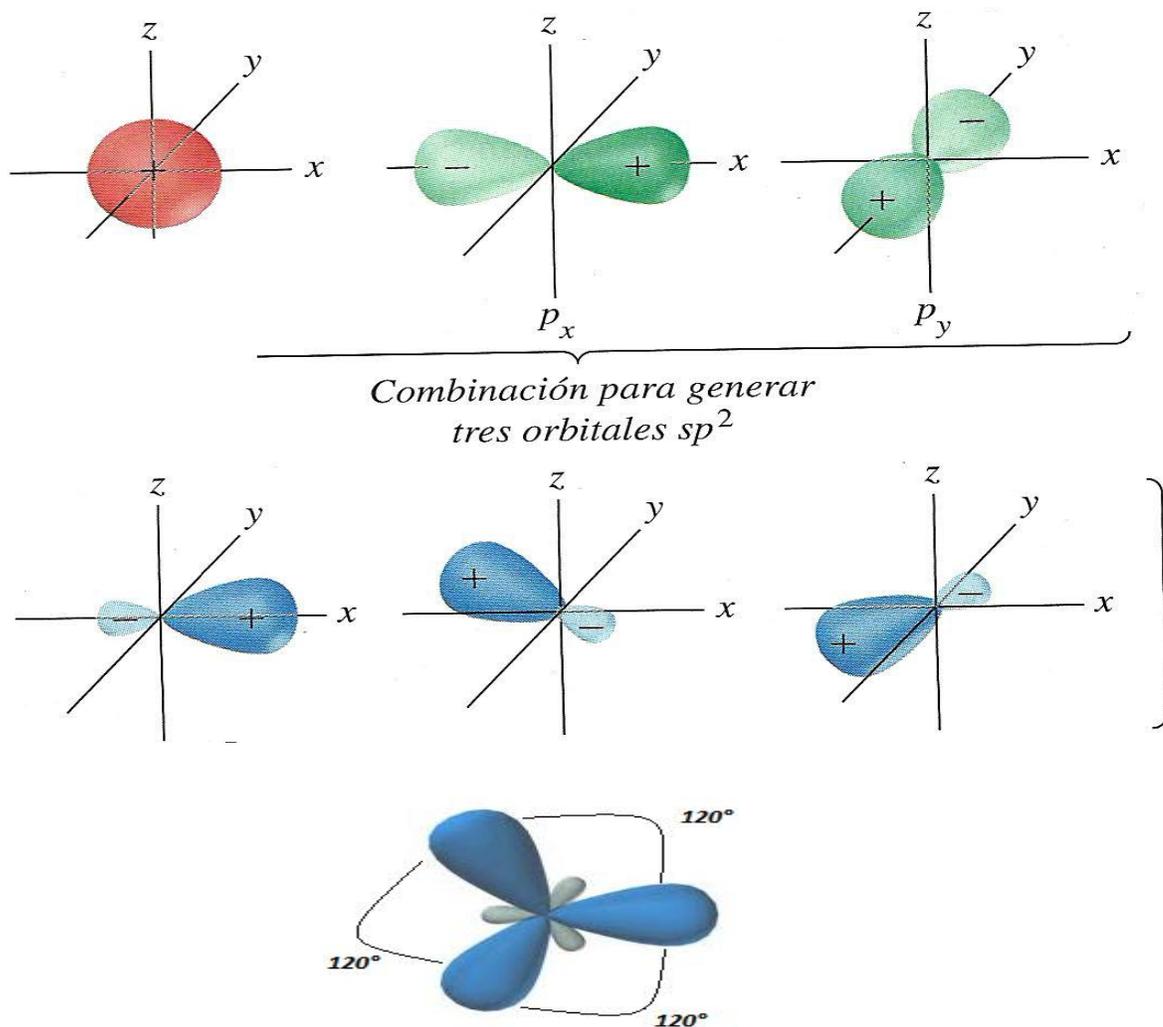


Hibridación sp^2

La hibridación sp^2 presenta un ángulo de 120° el da una forma trigonal plana de tal forma que se combina el orbital $2s$ con dos orbitales p (p_x , p_y) dejando uno sin hibridar, p_z .

⁸⁶ Tomado de: Petrucci Ralf. Química General. Octava Edición. Madrid: Prentice Hall. (2003). P. 440.

Ilustración 10 Representación hibridación sp^2 ⁸⁷

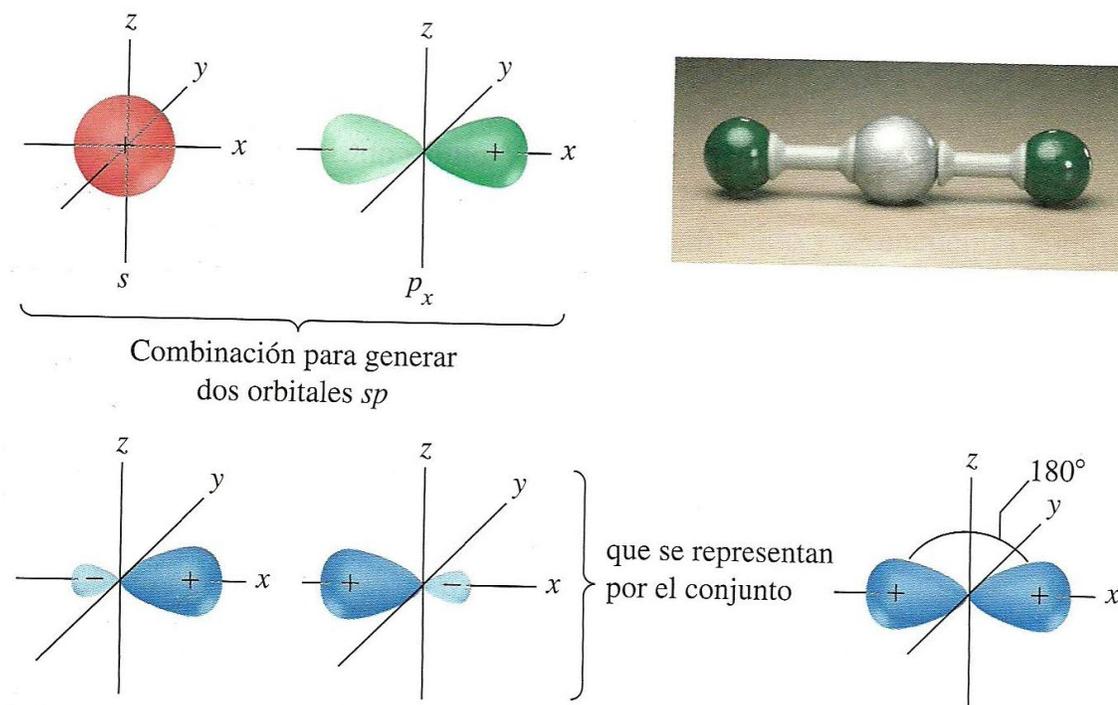


⁸⁷ Tomado de: Petrucci Ralf. Química General. Octava Edición. Madrid: Prentice Hall. (2003). p. 442

Hibridación sp

La hibridación sp permite la formación de una molécula plana con un ángulo de 180° en el cual se hibrida un orbital s y un orbital p, (p_x); quedando de esta forma dos orbitales p sin hibridar, p_y y p_z .

Ilustración 11 Representación hibridación sp⁸⁸



⁸⁸ Tomado de: Petrucci Ralf. Química General. Octava Edición. Madrid: Prentice Hall. (2003). p. 443

Orbital molecular

El orbital molecular describe la formación de un enlace covalente al ocurrir un traslape de orbitales atómicos. Este se compone de de dos electrones con espín apareado, existen dos tipos importantes de enlaces moleculares: enlace sigma y enlace pi⁸⁹. Un enlace sigma es simbolizado como σ , se forma por la superposición frontal de orbitales atómicos sp^3 , los cuales dan origen a enlaces sencillos; por el contrario, los enlaces pi (π) se forman por la superposición lateral de moléculas con hibridación sp^2 para formar un enlace doble y doble superposición lateral entre moléculas con hibridación sp .

5.7 Enlace metálico

En la interacción entre los átomos de elementos metálicos con elementos no metálicos se ceden y se captan electrones de valencia respectivamente, para formar un enlace iónico; en el momento en que átomos muy electronegativos se comparten pares de electrones de valencia para cumplir con la regla del octeto y ser estables se considera la presencia de un enlace covalente y la formación de estos enlaces son representados de forma muy general mediante estructuras de Lewis. Ahora bien, esto sucede porque los átomos son capaces de compartir, ceder o captar electrones debido a su capacidad electropositiva o electronegativa, pero ¿Qué pasa cuando átomos electropositivos intentan enlazarse? La respuesta a esta pregunta son los argumentos del enlace metálico.

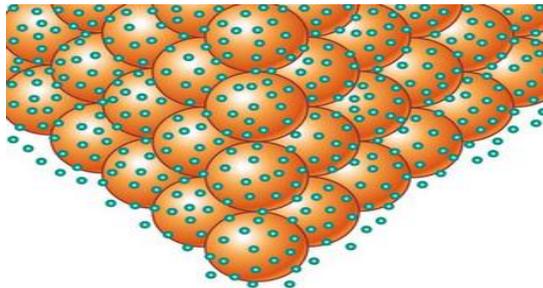
El enlace metálico, es decir la interacción entre elementos muy electropositivos pretende explicar cómo átomos metálicos se pueden unir para formar un enlace

⁸⁹ Philip, S; Bailey, J y Bailey, C. Química orgánica. Conceptos y aplicaciones. Quinta edición. Mexico: Prentice Hall. (1998). p. 21

tan fuerte con tan pocos electrones; de igual forma la manera como se pueden mostrar ciertas propiedades como su brillo, maleabilidad, ductibilidad y su capacidad para conducir la electricidad.

5.7.1 El modelo del mar de electrones. Los metales presentan a diferencia de los no metales menor cantidad de electrones y más orbitales, situación que lleva a los electrones de estos átomos formen una nube compacta o mar de electrones que se mueva libremente sin estar sujetos a ningún ión en particular, siendo esta la manera más sencilla y cualitativa de explicar dicho enlace. Los electrones al encontrarse de forma libre en el mar de electrones pueden absorber fotones de luz sin ninguna restricción de tal manera que los electrones que se encuentran en la superficie son capaces de emitir luz en la misma frecuencia en que pueden absorberla generando su brillo metálico.

Ilustración 12 Modelo de mar o nube de electrones



De igual forma la conductividad eléctrica que presentan los metales es por la libertad de movimiento de los electrones sin aferrarse a ningún ión, de tal manera que si se experimenta la presencia de un electrón de una fuente externa este se puede desplazar libremente con toda la nube o mar de electrones de un lado a otro con igual velocidad y aumenta proporcionalmente con la temperatura. Este mar de electrones proporciona las propiedades de maleabilidad y ductibilidad que presentan los iones metálicos, ya que al estar libres se pueden reacomodar de forma inmediata y adaptarse a la situación.

5.7.2 Teoría de bandas. Para la sustentación de la formación del enlace metálico se utiliza otra teoría más profunda la cual tiene en cuenta los orbitales moleculares, la teoría de bandas.

Cuando se presenta un enlace metálico, átomos iguales se van uniendo para conformar una “molécula” más fuerte, de esta manera se van agregando niveles de energía que permiten acomodar electrones de valencia. En la medida en que estos niveles de energía se van agregando los espacios se hacen cada vez más pequeños y se denomina como banda de energía o banda de conducción al conjunto de orbitales moleculares con una separación muy pequeña entre estos. En red de un número indeterminado de átomos agregados, la mitad de los niveles que se encuentran en la parte inferior se llenan con electrones, por el contrario la mitad restante que se encuentran más altos están vacío.

La banda de valencia se le conoce a la banda donde se encuentran los electrones, la cual posee una diferencia de energía minúscula entre los niveles energéticos llenos y desocupados, de tal manera, al aplicar una diferencia de potencial mínima los electrones que se encuentran en los niveles de energía mas altos son excitados y llegan a ocupar los orbitales libres produciendo que la corriente eléctrica transite por toda la placa o cristal metálico justificando la capacidad conductora de corriente en los metales bajo la teoría de bandas.

Sin embargo los metales pueden ser buenos, medios o malos conductores de corriente eléctrica teniendo en cuenta la separación de las bandas de energía y de valencia.

5.7.4 Semiconductores. Un metal semiconductor es aquel cuyos átomos tienen la capa o banda de valencia llena y la banda de energía está vacía, sin embargo la

separación entre estas bandas es pequeña permitiendo que al aplicar un potencial eléctrico los electrones se exciten y puedan saltar de una banda a otra, como es el caso en los semiconductores intrínsecos cuando se aplica luz blanca. En un semiconductor como el silicio o el germanio, la banda de valencia llena y la banda de conducción vacía están separadas solo por un pequeño incremento de energía. Los electrones en la banda de valencia pueden adquirir suficiente energía térmica para saltar a un nivel en la banda de conducción⁹⁰, siendo importante la energía térmica ya que permite el paso de más electrones a la siguiente banda.

En otros semiconductores, denominados semiconductores extrínsecos, la magnitud de la energía interbandas está controlada cuidadosamente por la adición de impurezas, un proceso denominado dopaje, cuya conductividad eléctrica en este tipo de semiconductores implica fundamentalmente el movimiento de los electrones procedentes de los átomos dadores, a través de la banda de conducción⁹¹

El caso de los aislantes eléctricos el paso de corriente eléctrica es nulo o mínimo ya que la separación de las interbandas es grande y muy pocos electrones son capaces de superar este espacio.

5.8 FUERZAS INTERMOLECULARES

Así como los átomos se enlazan químicamente con otros para formar moléculas o compuestos a través de unas uniones especiales; las moléculas se enlazan entre sí por medio de unas fuerzas especiales que determinan sus propiedades físicas. Estas fuerzas que interactúan entre moléculas generan que cargas positivas atraen las cargas negativas y viceversa, considerándose de naturaleza electrostática. Las fuerzas

⁹⁰ Petrucci, Ralph, Op. Cit. p. 467

⁹¹ Petrucci, Ralph, íbid

intermoleculares pueden ser por medio de una interacción dipolo- dipolo y fuerzas de Van der Waals.

Según Atkins y Jones las fuerzas intermoleculares son responsables de varias fases diferentes de la materia. Una fase es la forma de la materia que es uniforme tanto en su composición química como en su estado físico; y la otra fase es la condensada que se forman cuando la fuerza de atracción de las partículas se acerca unas a otras⁹².

5.8.1 Fuerzas ión- dipolo. La atracción electrostática producida por una molécula polar a un ión se denomina: fuerzas ion- dipolo. Esta fuerza es generada por la carga parcial positiva de la molécula disolvente hacia un ion negativo, y la carga parcial negativa de dicha molécula hacia un ion positivo.

Mientras se presentan las fuerzas de atracción entre un ion y un dipolo estos se encuentran muy cerca, sin embargo la fuerza entre estos es pequeña en comparación a la gran unión que se mantiene entre dos iones; esto se debe a que el momento dipolar de la molécula está representado por cargas parciales, y la atracción a un ion solo la produce uno de los polos de tal manera que el otro lo rechaza instantáneamente al tener la misma carga.

Para que una molécula pueda disolver compuestos iónicos es necesario que tenga propiedades altamente aislantes que permitan reducir la atracción entre iones solvatados o que de igual forma su constante dieléctrica sea elevada como es el caso de la molécula de H₂O cuya constante dieléctrica (ϵ) es 78.5 a 298 K.

⁹² Atkins, Peter y Jones, Loretta. Principios de la química: los caminos del descubrimiento. Tercera edición. Madrid: Médica panamericana. 2006, p. 162

Cuando un compuesto iónico es disuelto por una molécula disolvente, cada ion está rodeado de muchas moléculas de este considerándose que esta solvatado, si en esta solución es solvente es agua se considera que esta hidratado. En el caso del agua su propiedad disolvente además de su elevada constante dieléctrica también se debe a su polaridad y a la presencia del grupo –OH que le permite la formación de puente de hidrogeno con otros compuestos.

5.8.2 Interacción dipolo- dipolo. La interacción dipolo-dipolo es la atracción que ejerce el extremo positivo de una molécula polar por el negativo de otra semejante^{93 94 95}, de tal manera que estas moléculas buscan alinearse de forma adecuada para que ocurra la interacción entre ellas. Esta fuerza se presenta en moléculas polares ya que las diferencias de electronegatividad entre los átomos garantizan que los electrones no están distribuidos uniformemente entre los átomos implicados en el enlace, generalmente, estos electrones están más cerca del átomo mas electronegativo⁹⁶. La fuerza que interactúa entre dichas moléculas polares es más fuerte que la que interactúa entre moléculas no polares, sin embargo son menores que un enlace normal entre iones, de ahí, la diferencia en las propiedades físicas de los compuestos que participan.

5.8.3 Enlace por puente de hidrógeno. El enlace por puente de hidrogeno ocurre cuando un átomo de hidrogeno, sirve como puente entre dos átomos electronegativos, sujetando a uno con un enlace covalente, y al otro, con fuerzas

⁹³ Morrison, p. 28

⁹⁴ Ralph, Petrucci, p.

⁹⁵ Atkins, p. 163

⁹⁶ Guarnizo, Anderson; Martinez, Pedro y Villamizar, Rafael. Química general practica. Primera edición. Armenia: Elizmon. 2008. p 119.

puramente electrostáticas⁹⁷. Este enlace ocurre porque el átomo más electronegativo de la molécula vecina atrae la densidad electrónica del hidrogeno, el cual se enlaza con un par solitario de la molécula vecina, este enlace es representado mediante una línea de puntos.

La fuerza que mantiene unidos al hidrogeno con el átomo electronegativo de la molécula vecina es cerca de 5 Kcal/mol. Es importante aclarar que los átomos de los elementos con los cuales se puede formar un enlace por puente de hidrogeno son el nitrógeno (N), flúor (F) y oxigeno (O); los cuales tienen la carga negativa concentrada que permite la atracción del núcleo del hidrogeno.

5.8.4 Fuerzas de London. Las moléculas no polares son aquellas cuya distribución de carga eléctrica es simétrica, sin embargo en algunos casos debido a la prevalencia de electrones en un extremo de la nube electrónica se genera un dipolo inducido el cual puede atraer a otros átomos o moléculas vecinas.

Cuando en una molécula ocurre un dipolo instantáneo, esta induce la alteración y acomodación de la carga en una molécula vecina con iguales características generando, una interacción dipolo- dipolo de carácter inducido por la primera molécula. A este tipo de fuerzas de atracción mediante momentos dipolares es inducidos se denomina Fuerzas de London.

⁹⁷ Morrison, *ibíd.*

6. METODOLOGÍA

De acuerdo con las variables planteadas en la hipótesis se tiene en cuenta que el enfoque metodológico de la investigación es de tipo cuantitativo cuasi-experimental al existir una relación entre el aprendizaje como fenómeno y la determinante, Resolución de Problemas. Para tipo ratificar este tipo de enfoque se hace indispensable realizar las mediciones de la estructura cognitiva inicial y final del grupo objeto de estudio y de esta manera estimar el grado de influencia de la determinante.

El enfoque cuasi-experimental hace referencia a la determinante; Resolución de Problemas; la cual no tiene una capacidad de medición. Esta variable al ser una capacidad social del estudiante de acuerdo a su comportamiento frente a la resolución del problema se caracteriza bajo este enfoque metodológico. La Resolución de Problemas como estrategia didáctica tiene una influencia en el fenómeno según la hipótesis planteada, y se pretende corroborar mediante los resultados de la investigación.

Para efectos de comprobación de la influencia de la determinante sobre el fenómeno se plantea la evaluación cognitiva inicial del grupo experimental y final, luego de la implementación de la estrategia didáctica, resultados que son sometidos al análisis estadístico que permiten aprobar o reprobar la hipótesis.

La realización de la investigación se efectúa en las siguientes etapas: Preliminar, de ejecución y de análisis de resultados que permiten dar unas conclusiones.

6.1 ETAPA PRELIMINAR

La etapa preliminar del proceso empieza con la identificación de la población y muestra en donde se realizó la investigación.

6.1.1 Identificación de la población y muestra. La población que permitió el desarrollo de la investigación son estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana ubicada en el municipio de Neiva departamento del Huila, cuya muestra son los diez estudiantes del curso Didáctica de la Química del periodo académico 2010-B quienes se encuentran en un promedio de edad de los 21 años ubicados según Piaget en la etapa de operaciones formales o pensamiento hipotético deductivo.

Los estudiantes del grupo objeto de estudio pertenecen a hogares que se encuentran en clasificados en estratos socioeconómicos 2 y 3.

6.1.2 Instrumentos. Seguidamente se continúa con la elaboración de los instrumentos de trabajo con los cuales se recaba la información, estos instrumentos son: un cuestionario y seis situaciones problémicas. Una vez elaborados los instrumentos son piloteados para demostrar su grado de validez y confiabilidad.

Para efectos de estimar la validez de los instrumentos, inicialmente son sometidos al juicio de validez de constructo para lo cual se les determina el índice de validez a través del algoritmo:

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

Donde n_e es el número total de expertos, N representa el manejo de expertos consideran válido el ítem analizado, y CRV es el índice de validez del constructo. Los CRV calculados para cada ítem tanto del cuestionario como de las situaciones problemáticas ratifica su validez, es decir, el ítem evalúa aquello que debe evaluar y no nada diferente, Cohen y Swerdhik⁹⁸; los cálculos realizados se muestran en el anexo No. 1.

En el cuestionario inicialmente se plantearon 35 ítems de los cuales fueron aceptados 33, estos ítems fueron construidos de acuerdo con el plan evaluativo mostrado en la tabla 1, según las respuestas otorgadas por los expertos; el cuestionario utilizado se muestra en el anexo 2

Posteriormente se calcula el índice de confiabilidad del cuestionario mediante el Coeficiente Alfa de Cronbach, planteado mediante el siguiente algoritmo:

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

$$\alpha = \left(\frac{33}{33-1}\right)\left(1 - \frac{41.46}{132.44}\right)$$

$$\alpha = (1.031)(0.6869)$$

$$\alpha = 0.70$$

Donde k es el número de ítems, $\sum \delta^2$ es la varianza de las respuestas de cada experto y δ^2 es la varianza total. El resultado del Coeficiente Alfa de Cronbach es 0.70, dato que demuestra un alto grado de confiabilidad del cuestionario.

⁹⁸ Cohen, R y Swerdlick, M. Pruebas y evaluación psicológicas: introducción a las pruebas. Cuarta edición. Mexico: Mc Graw Hill (2001)

Tabla 1 Peso conceptual de los subtemas del cuestionario

SUBTEMAS	ITEMES	PESO CONCEPTUAL
Definición	2	6,06
Ocurrencia del enlace	1	3,03
Electronegatividad	4	12,12
Polaridad	3	9,09
Hibridación	2	6,06
E. Iónico	2	6,06
E. Covalente	2	6,06
Sencillo	1	3,03
Doble	1	3,03
Triple	0	-
subtemas		
Coordinado	1	3,03
E. Metálico	2	6,06
Polar	2	6,06
No polar	2	6,06
Dipolo-dipolo	2	6,06
Puentes de hidrogeno	2	6,06
Fuerzas de London	2	6,06
Ion- dipolo	1	3,03
Numero de oxidación	1	3,03
TOTAL	33	100%

.Por igual, la estimación del grado de validez de las situaciones problema de muestra en el anexo No. 3. Se construyeron inicialmente once situaciones problemáticas de las cuales seis fueron escogidos por los expertos para aplicación como lo muestra en el Anexo No 4.

6.2 ETAPA DE EJECUCIÓN

En la etapa de ejecución se aplica el cuestionario pretest que determina el conocimiento inicial que los estudiantes poseen acerca del tema enlace químico.

Esta prueba consiste en un cuestionario con 33 ítems, cada ítem es una afirmación, la cual se somete a la valoración de los evaluados a través de la escala Likert, para la cual son posibles cinco opciones diferentes, a saber: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, sin opción, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo. La asignación de puntaje es de 1 a 5 en donde la respuesta correcta tiene el valor máximo y disminuye hasta la 1 que sería la respuesta incorrecta, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 2 Evaluación de ítems del cuestionario cuya respuesta es Totalmente de acuerdo

Respuestas	Valor puntos
Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Sin opción	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

Otra opción es de otorgar un valor de 5 puntos para la respuesta totalmente en desacuerdo y un punto para totalmente de acuerdo, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3 Evaluación de ítems del cuestionario cuya respuesta es Totalmente en desacuerdo

Respuestas	Valor puntos
Totalmente de acuerdo	1
De acuerdo	2
Sin opción	3
En desacuerdo	4
Totalmente en desacuerdo	5

Seguidamente se conforman cuatro grupos de trabajo, dos de ellos conformados por tres estudiantes y los dos restantes por dos integrantes a quienes se les asignaron tres y dos situaciones problemáticas respectivamente. Estas se resuelven en un grupo de estudiantes que permite la discusión de diferentes puntos de vista los cuales pueden conducir el camino a una respuesta correcta, este problema debe ser investigado a profundidad por los estudiantes para su posterior socialización.

Por último, se realiza un cuestionario post-test que permite la recolección de los datos finales de la investigación, es decir la contrastación entre los grados de significación inicial y final del grupo objeto de estudio.

6.3 ETAPA DE ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta etapa los datos correspondientes al pre-test y al post-test son sistematizados y sometidos a la estadística descriptiva e inferencial, para estipular la diferencia de la estructura cognitiva inicial y final de los estudiantes, y así determinar si el grupo objeto de estudio logra resultados de resignificación conceptual y sustento en estos conceptos, como se planteó en la hipótesis, siendo aceptada o rechazada tras la aplicación de una prueba Z.

6.4 ETAPA DE CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en la etapa de ejecución se reconoce tanto la docimasia de la hipótesis como los objetivos planteados: general y específico.

7. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en este trabajo de investigación acatando la secuencia específica estipulada en la metodología. En este capítulo se muestran las fórmulas que predicen los datos y gráficas que permiten explicar claramente los resultados obtenidos en cada una de las pruebas aplicadas como el pre-test y postest que permiten la docimasia de la hipótesis alterna.

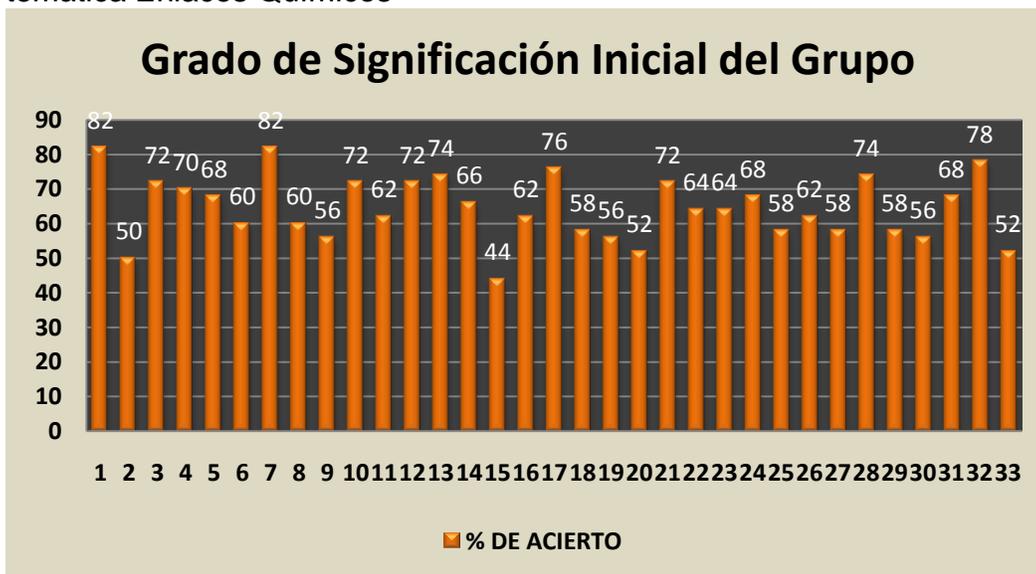
7.1 CONOCIMIENTOS PREVIOS DEL GRUPO OBJETO DE ESTUDIO

Para conocer la estructura cognoscitiva inicial del grupo objeto de estudio sobre el tema enlaces químicos se aplicó el pre-test con los treinta y tres (33) ítems seleccionados por los expertos relacionados a dicho tema estudiado. En esta prueba fueron evaluados diez (10) estudiantes del curso Didáctica de Química del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana quienes se encuentran en un promedio de 21 años de edad.

Luego de aplicado el pre-test se codifica y sistematiza las respuestas ofrecidas por los estudiantes para aplicar las respectivas medidas de la estadística descriptiva (medidas de tendencia central y de dispersión) las que darán datos precisos de este proceso. En la grafica que se presenta a continuación se organiza y especifica el porcentaje de acierto obtenido por el grupo de diez estudiantes en cada uno de los Ítemes que se plantearon. Esta grafica es producto de los

resultados obtenidos tras las respuestas ofrecidas en el cuestionario por los estudiantes.

Gráfica 1 Grado de conocimiento inicial del grupo sobre los conceptos de la temática Enlaces Químicos



En la tabla 4 se indica el puntaje total de cada estudiante en la prueba y el porcentaje de acierto que obtuvo el grupo en general en cada uno de los ítemes, lo que permite el promedio de la estructura cognitiva inicial o previa de dicho grupo en la temática enlaces químicos. Esta tabla es de gran importancia ya que es el punto de partida que permite ir recolectando la información necesaria para aceptar o rechazar la hipótesis alterna de la investigación.

De igual forma de ella se extraen como se mencionaba anteriormente todos los datos para el análisis estadístico.

Tabla 4 Conocimientos previos del grupo objeto de estudio

CASO	ITEMES																											Puntaje						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7		8	9	0	1	2	3
1	4	1	3	4	5	2	5	4	1	4	4	2	4	2	3	1	4	3	2	5	3	2	3	4	2	4	2	4	2	1	5	4	2	101
2	4	1	3	4	4	3	5	4	2	4	2	2	4	4	3	2	1	1	3	2	2	3	3	2	5	3	5	5	2	1	4	3	4	100
3	4	2	2	4	3	2	5	3	4	4	4	5	2	5	3	4	5	2	1	2	4	3	2	4	2	2	4	2	4	3	4	3	2	105
4	5	2	5	2	4	3	5	1	2	4	4	4	5	2	3	4	5	4	2	3	2	2	2	3	4	4	1	3	2	3	1	4	1	101
5	5	2	5	4	3	3	4	1	3	3	2	5	5	5	1	2	4	3	3	3	5	3	2	4	4	4	4	5	1	5	4	4	3	114
6	2	4	2	4	2	4	4	4	2	4	4	4	2	4	2	2	4	2	4	2	4	4	4	4	2	3	2	4	2	2	4	4	4	105
7	4	3	4	3	2	3	2	1	4	3	2	5	3	3	2	4	5	4	3	2	3	3	4	3	2	4	4	4	2	3	4	5	2	105
8	5	3	4	4	3	3	5	5	4	3	2	4	3	2	2	5	5	3	4	3	5	5	4	4	2	4	4	4	5	3	4	5	2	123
9	4	2	5	4	4	4	1	5	2	3	5	3	4	4	2	5	4	4	3	2	4	3	3	3	4	1	1	4	5	4	3	3	4	112
10	4	5	3	2	4	3	5	2	4	4	2	2	5	2	1	2	1	3	3	2	4	4	5	3	2	2	2	2	4	3	1	4	2	97
TOTAL	4	2	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	
L	1	5	6	5	4	0	1	0	8	6	1	6	7	3	2	1	8	9	8	6	6	2	2	4	9	1	9	7	9	8	4	9	6	1063
% de																																		
acierto	8	5	7	7	6	6	8	6	5	7	6	7	7	6	4	6	7	5	5	5	7	6	6	6	5	6	5	7	5	5	6	7	5	
o	2	0	2	0	8	0	2	0	6	2	2	2	4	6	4	2	6	8	6	2	2	4	4	8	8	2	8	4	8	6	8	8	2	64,42

De acuerdo con la grafica 1 y la tabla 4 se obtienen los resultados de la tabla 5

Tabla 5 Resultados análisis estadístico del pre-test

Puntaje Total	% de acierto	Máximo	Mínimo	Media	Moda	Varianza	Desviación Stándar
1063	64,42	123	97	106,3	105	62,01	7,87

Esto nos permite analizar que los estudiantes empiezan con una estructura cognitiva relacionada de la siguiente forma:

- Un puntaje de 1063 puntos para un total de la prueba de 1650; sin embargo este puntaje es altamente significativo ya que supera el promedio teórico de la misma en 238 puntos siendo este de 825.
- Un porcentaje de acierto del 64,42% considerando un dato apreciativo ya que supera el porcentaje medio de aceptación para la aprobación de una prueba.
- El valor total que hubiesen podido alcanzar los estudiantes en el cuestionario es de 165, teniendo en cuenta el número de ítems estipulados en la prueba, sin embargo el máximo puntaje alcanzado en la prueba es de 123 y el mínimo de 97, este puntaje mínimo tiene una diferencia de 68 puntos al puntaje total. El resto de los resultados se expresan que se encuentran dentro de este rango de respuesta.
- El promedio alcanzado por los 10 estudiantes evaluados en el pre-test es de 106,3, puntaje que supera en un 41,88 al porcentaje de acierto de los estudiantes encuestados.
- La moda indica que el puntaje con mayor grado de repetición por el grupo objeto de estudio durante la prueba es de 105.
- La desviación estándar muestra la media de desviación de los datos obtenidos en el pre-test siendo esta de 7,87, indicando que las respuesta

otorgadas por los estudiantes al cuestionario se encuentran relativamente uniformes.

- La varianza siendo de la media de las desviaciones al cuadrado con respecto a la media⁹⁹ se tiene que es 62.01

El análisis de los resultados obtenidos en la prueba por el grupo objeto de estudio muestran que los estudiantes poseen un grado de conocimiento elevado de los conceptos relacionados con enlaces químicos, logrado a través de su experiencia y proceso académico.

De acuerdo con estos datos se permite decir que los conceptos que presentan mayor dificultad por el grupo son interacción ion-dipolo, electronegatividad, formación de enlace químico y enlace iónico con un 44%, 50%, 52% y 52% de acierto respectivamente en el resultado otorgado por los estudiantes.

Los conceptos con mayor grado de aprendizaje son: definición de enlace químico, enlace covalente y clasificación de los enlaces químicos con un 82%, 82% y 78% respectivamente.

Según los resultados se puede analizar que el concepto de enlace químico presenta deficiencia pero de igual forma un grado de aprendizaje alto, ya que en dos o más ítemes se consideró pertinente utilizar el tema para determinar si los estudiantes en realidad manejan el tema teniendo en cuenta diferentes fenómenos o simplemente no lo manejan cuando los resultados entre estos no son acordes.

⁹⁹ Johnson, R y Kuby, P. Estadística elemental. Lo esencial. Segunda edición. Mexico: International Thomson Editores. (1999).p. 203.

7.2 CONOCIMIENTOS FINALES DEL GRUPO OBJETO DE ESTUDIO

Para determinar la estructura cognoscitiva final del grupo objeto de estudio se codifican y sistematizan los resultados obtenidos en el pos-test por los estudiantes del curso didáctica de la química del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la mencionada universidad evaluados inicialmente.

Los resultados obtenidos en el pos-test son sometidos al mismo análisis estadístico que se realizó con los del pre-test para posteriormente aplicar el respectivo índice de correlación en dichas pruebas.

En la tabla 6 se muestra el puntaje total de la estructura cognitiva alcanzada por los estudiantes que pertenecen al grupo objeto estudio, a partir de los conceptos adquiridos durante su experiencia y la ejecución de la estrategia de enseñanza-aprendizaje, Resolución de Problemas bajo el modelo de investigación dirigida.

Tabla 6 Conocimientos finales del grupo objeto de estudio

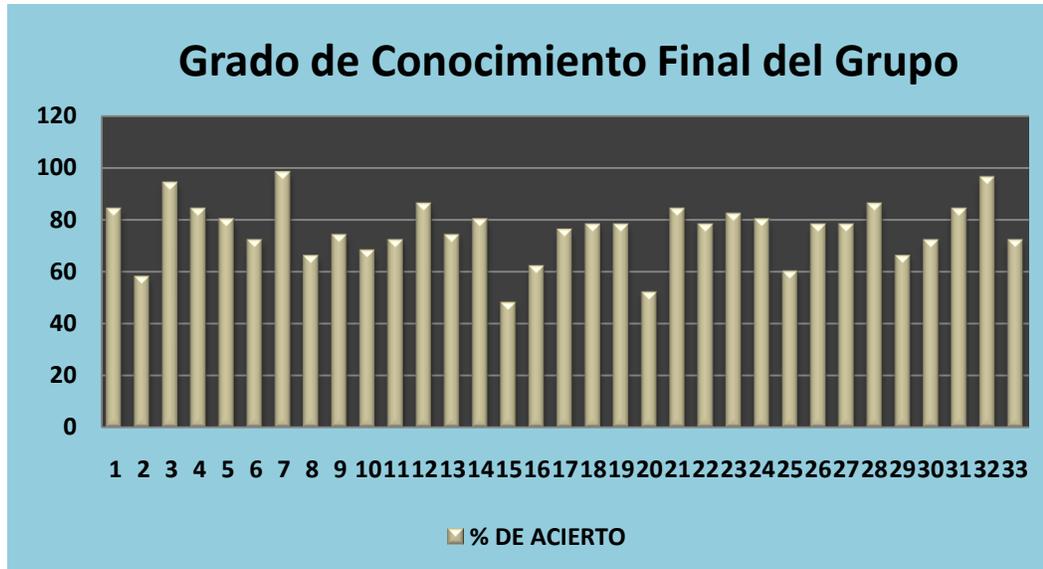
CASOS	ITEMES																																Puntaje	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		33
1	3	3	5	3	3	3	4	2	3	3	4	5	3	2	2	4	5	4	5	2	3	4	3	2	3	4	5	5	1	3	3	5	2	111
2	4	3	4	4	5	4	5	4	2	2	4	3	4	4	2	2	1	3	4	4	4	2	3	4	2	3	5	5	1	5	5	5	3	115
3	5	3	5	5	5	2	5	5	3	3	2	5	4	5	3	5	5	4	5	2	5	5	3	4	3	5	5	5	5	4	4	5	3	137
4	5	5	5	5	4	4	5	2	4	5	4	4	5	4	2	1	5	2	4	1	5	4	5	4	2	5	2	4	1	2	4	4	2	120
5	1	2	4	4	3	4	5	3	5	5	3	5	5	4	1	4	5	4	3	2	3	4	5	3	4	2	5	4	4	2	5	5	4	122
6	5	3	5	5	3	4	5	4	4	3	2	5	5	5	2	3	4	4	3	2	4	4	5	4	2	4	5	5	2	5	4	5	5	130
7	5	2	5	2	5	5	5	2	3	4	5	5	2	4	2	4	2	4	5	3	5	2	4	5	2	5	5	5	4	4	2	5	4	126
8	4	3	4	4	3	3	5	2	4	2	2	5	2	4	4	1	2	4	3	2	4	5	4	5	5	4	2	4	5	4	5	4	4	118
9	1	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	3	4	1	4	5	5	4	4	5	4	4	5	2	3	2	5	2	5	5	5	134
10	5	1	5	5	5	2	5	5	4	2	5	2	2	5	2	5	5	5	2	4	5	4	5	5	2	5	2	4	5	4	5	5	5	132
TOTAL	38	29	47	42	40	36	49	33	37	34	36	43	37	40	24	30	38	39	39	26	42	39	41	40	30	39	39	43	33	35	42	48	37	1245
% de																																		
acierto	76	58	94	84	80	72	98	66	74	68	72	86	74	80	48	60	76	78	78	52	84	78	82	80	60	78	78	86	66	70	84	96	74	75,75

Según estos datos se puede deducir que:

- Los conceptos que mas lograron adquirir un alto grado de resignificación en la estructura cognitiva para los estudiantes son definición de enlace químico, electronegatividad, polaridad, enlace covalente, fuerzas intermoleculares, interacción ion- dipolo, puente de hidrogeno, escala de electronegatividad con 84%, 94%, 84%, 98%, 86, 84%, 86%, 84%, 96% respectivamente.
- Entre los conceptos de bajo grado de aprendizaje comparados con el resto de los resultados son: interacción dipolo- dipolo y formación de enlace químico que presentan con 58%, 48% y 52% respectivamente.

Estos datos son organizados en la grafica 4.2 que permite determinar el porcentaje de acierto logrado por los estudiantes en cada uno de los ítemes luego de aplicar la estrategia de enseñanza- aprendizaje.

Gráfica 2 Grado de conocimiento inicial del grupo sobre los conceptos de la temática Enlaces Químicos



Los resultados son analizados estadísticamente y se obtiene la tabla 7:

Tabla 7 Resultados análisis estadísticos pos-test

PUNTAJE TOTAL	% DE ACIERTO	MAXIMO	MINIMO	MEDIA	MODA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR
1250	75,75	137	111	125	#N/A	75,77	8,7

Al finalizar la prueba se afirma que los estudiantes lograron alcanzar un porcentaje de acierto del 75.75%, superando en un 11.33% al 64.42% conseguido en el pre-test, de igual forma alcanzan:

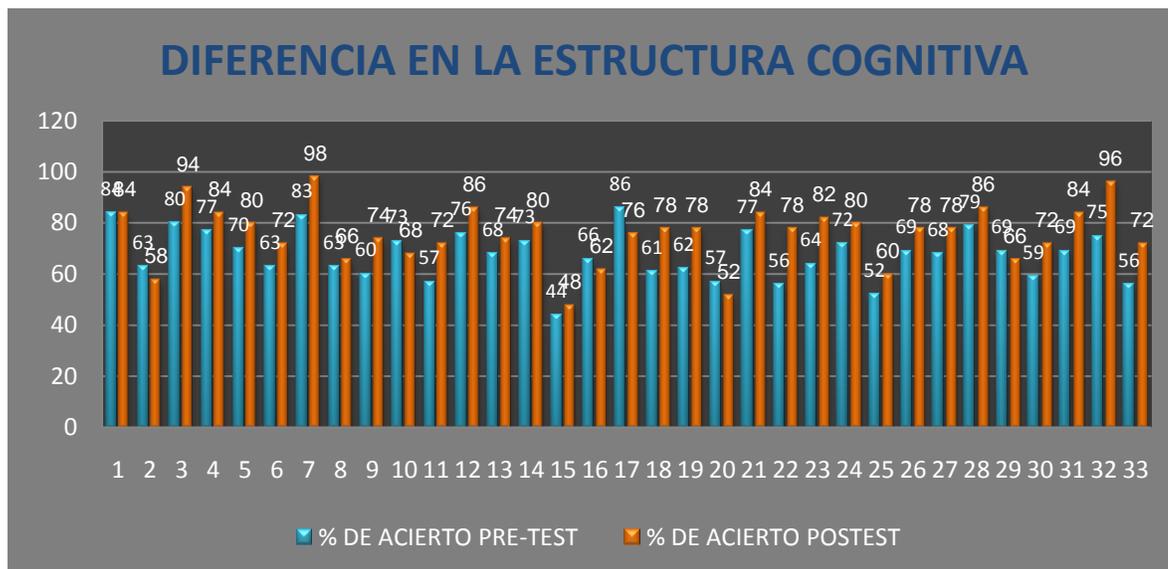
- Un puntaje de 1250 puntos para un total de la prueba de 1650. El puntaje alcanzado por los estudiantes supera en 425 puntos al promedio teórico.
- Un porcentaje de acierto de 75.45% considerando un dato apreciativo ya que supera el porcentaje medio de aceptación para la aprobación de una prueba.
- El valor total que hubiesen podido alcanzar los estudiantes en el cuestionario es de 165, teniendo en cuenta el número de ítems estipulados en la prueba, sin embargo el máximo puntaje alcanzado en la prueba es de 137, con una diferencia de 28 puntos y el mínimo de 111, este puntaje mínimo tiene una diferencia de 54 puntos al puntaje total. El resto de los resultados se expresan que se encuentran dentro de este rango de respuesta.
- El promedio alcanzado por los 10 estudiantes evaluados en el postest es de 125; puntaje que supera en un 89 al porcentaje de acierto de los estudiantes encuestados.

- En esta segunda evaluación de la estrategia de enseñanza- aprendizaje no se presentó ninguna repetición entre los resultados obtenidos, por lo tanto no se presenta una moda.
- La desviación estándar muestra la media de desviación de los datos obtenidos en el pos-test siendo esta de 8.7, indicando que las respuesta otorgadas por los estudiantes al cuestionario se encuentran relativamente uniformes.
- La varianza es de 75.77, dato importante que permite hallar la prueba Z.

Al contrastar los resultados presentados por el análisis estadístico del pretest y el postest; se observa que los derivados del pos-test superan los sustentos teóricos en mayor proporción que los obtenidos en el pre-test; por lo cual, se asume que el grado de conocimiento final logrado por el grupo objeto de estudio aumento en gran medida al obtenido en la primera prueba.

En la grafica 3 que se muestra a continuación se observan los resultados obtenidos en cada uno de los ítemes tanto en el pre-test como en el postest, demostrando la diferencia cognitiva del grupo objeto de estudio.

Gráfica 3 Diferencia cognitiva del grupo objeto de estudio



Se puede analizar que el ítem número 1 que hace referencia a la definición de enlace químico no presentó ningún cambio y siempre obtuvo un 84%; por el contrario los ítems número 3, 7, 12, 28, 31, 32 y 33 que atribuyen a los subtema electronegatividad, enlace covalente, polaridad, puentes de hidrogeno y enlace iónico presentan una diferencia de significación promedio del 14%.

7.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Realizando una comparación simple entre los resultados obtenidos en el pretest y el post-test según los cálculos estadísticos se observa un aumento el grado de significación en la temática enlace químico, sin embargo para docimar la hipótesis alterna planteada se recurre a la prueba Z la cual tiene en cuenta los datos ofrecidos en el pretest y post-test.

$$\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1}{n_1} + \frac{\sigma_2}{n_2}}$$

$$\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{62.01}{10} + \frac{75.75}{10}}$$

$$\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = 3.71$$

Con los cuales se calcula Z

$$z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}}$$

$$z = \frac{125 - 106.3}{3.71}$$

$$z = 5.04$$

El Z calculado da un valor de 5.04, resultado que se ubica en la zona de alta significancia, situación que permite comprobar la hipótesis alterna de tal manera que el aprendizaje sustentable alcanzado por los estudiantes durante el transcurso de la aplicación de la prueba depende de la resolución de problemas como estrategia didáctica.

7.4 SOCIALIZACIÓN DE LAS SITUACIONES DE PROBLEMAS

En el siguiente apartado se presenta la etapa de socialización de cada una de las situaciones problémicas correspondientes a cada grupo de trabajo con la respectiva respuesta ofrecida, donde se tiene en cuenta los aspectos generales de su resolución.

Situación 1. ¿CÓMO SE FORMA EL AGUA?

El Agua, cuya molécula está formada por dos átomos de Hidrógeno y uno de Oxígeno, es el líquido más preciado de la Tierra. En algunas ocasiones, el hombre ha sintetizado agua en condiciones que, requieren el uso de mucha energía y el manejo de equipo especializado. Sin embargo, la Tierra posee grandes cantidades de este líquido el cual se ha querido obtener haciendo reaccionar los átomos participantes requiriéndose mucha energía para lograrlo. Ahora bien, entonces ¿Qué ocurre entre el Oxígeno y el Hidrógeno para que se forme el Agua?

- ¿Cómo se formo el agua de la Tierra?
- ¿Cómo se encuentran organizados los átomos integrantes de una molécula de agua?
- ¿Cuáles son las interacciones electrónicas de los átomos participantes de esta molécula?
- Determina si el átomo de Oxígeno sufre alguna hibridación y en caso de ocurrir explícala.
- Plantea una hipótesis para la estructura del agua en estado sólido, líquido y gaseoso.
- Completa la siguiente tabla:

PROPIEDAD	VALOR
Punto de fusion	
Punto de ebullición	
Calor de Vaporización (1 atm)	
Constante Dieléctrica (20°C)	
pH	

- Con base en la estructura de la molécula de agua, establecer su naturaleza eléctrica.

- Si se acabaran las fuentes de agua por una sequia o por ausencia de la llegada de agua a las ciudades por inoperancia de las redes de acueducto manejadas por bombas eléctricas inutilizadas por una macrotormenta solar ¿Cómo producir agua?

Respuesta: El grupo de trabajo explica que para la formación de agua debe ocurrir un choque entre átomos de hidrogeno con átomos de oxigeno, de tal manera que de esta forma es que se presento la formación de este liquido tan preciado en la tierra a través de la descargas eléctricas que se producían en el espacio sobre las moléculas de ozono formando oxigeno diatómico el cual llevo a la nuestro planeta y reacciono con el hidrogeno presente de tal manera que se formó el agua. Pero ahora bien, argumentan que pueda ocurrir un enlace entre el oxigeno y el hidrogeno para formar agua, este primer elemento (oxigeno) debe hibridarse en sp^3 y cumplir el principio de Hund de tal manera que, el átomo de oxigeno comparte un par de electrones que se encuentran desapareados con cada uno de los átomos de hidrogeno, por superposición de los orbitales $1s$ de los átomos de hidrogeno con los orbitales híbridos sp^3 del átomo de oxigeno¹⁰⁰.

La molécula de agua debido a la diferencia de electronegatividad entre los átomos participantes presenta un enlace covalente polar; sin embargo los momentos de enlace se combinan para dar un momento dipolar de 1,84 D, de modo que esta no puede ser lineal ya que se cancelarían los momentos de enlace. La teoría de RPECV propone la geometría angular de esta molécula con ángulo 104.5° de separación.

De igual forma plantean que el agua está unida con otras moléculas a través de unas fuerzas intermoleculares llamadas puentes de hidrogeno, los cuales se

¹⁰⁰ Lehninger, D y Cox, Michael. Principios de Bioquímica. Pag 41.

presentan cuando la molécula esta en sus diferentes estados representado como hielo, liquido o vapor, para lo cual proponen una estructura ligera del agua en cada uno de estos.

De acuerdo con la sustentación que presentan frente a la formación, propiedades y características del agua dan como solución frente a una posible sequia la necesidad de producir descargas eléctricas en las nubes de tal manera que se pueda fomentar grandes tormentas las cuales además de producir metano, amoniaco y dióxido de carbono además, generan vapor de agua.

Situación 2. ¡ATRACCION!

Los átomos de los elementos sistematizados en la tabla periódica tienden a donar o a recibir electrones en su último nivel de energía; en algunos casos, tienen la capacidad de realizar las dos acciones.

Según Linus Pauling, la capacidad de donar o de recibir electrones depende de las poderosas fuerzas electrostáticas que actúan entre aniones y cationes.

Esta propiedad fisicoquímica es responsable de la existencia de todas las sustancias presentes. En toda sustancia los átomos integrantes de sus moléculas, interactúan de varias formas para determinar las diferentes clases de enlace

- ¿Por qué razón es tan importante la electronegatividad en la química?
- ¿Bajo qué explicaciones Pauling dedujo la escala de la electronegatividad?
- ¿Cómo se puede definir el tipo de enlace que ocurre entre los átomos de una molécula?, ¿Un enlace iónico puede ser también covalente?
- Explica la denotación de elementos electropositivos y electronegativos de la Tabla Periódica y que oportunidades tiene para formar enlaces.

Respuesta: La electronegatividad es de suma importancia en la química, ya que es la encargada de definir el tipo de enlace que se presenta entre átomos iguales

o diferentes según su diferencia de acuerdo a la escala propuesta por Linus Pauling que varía de 0,7 para el elemento con menor electronegatividad y 4,0 para el elemento con mayor electronegatividad. En el momento que se unen dos o más átomos se puede presentar un enlace iónico cuando la diferencia de sus electronegatividades es mayor de 1.7 eV, covalente polar si es menor de 1.7 eV hasta 0.4 eV y menor a este se presenta un enlace covalente apolar ya que la diferencia sería prácticamente nula.

La electronegatividad aumenta en los periodos de izquierda a derecha y en los grupos de abajo a arriba de tal manera que permite la definición de elementos electronegativos a los que tiene mayor capacidad para atraer electrones de otros átomos contrarios a los electropositivos que tienden a perder sus electrones de valencia.

Situación 3. ¡A PINTAR LA SALA DE MÍ CASA!

Para pintar mi casa dispongo de cuatro litros de pintura: tres de ellos de color amarillo y uno de color azul. Además existen tres posibilidades de mezclarlos:

- a) Un litro de pintura azul y otro litro de pintura amarilla.
- b) Un litro de pintura azul y dos litros de pintura amarilla.
- c) Un litro de pintura azul y tres litros de pintura amarilla.

Cada litro de pintura representa uno de los orbitales posibles de los subniveles s y p de cualquier átomo enlazado; en estas circunstancias, explicar la variedad de enlaces covalentes posibles.

Respuesta: El grupo relaciona la situación a ¡A PINTAR LA SALA DE MÍ CASA! con la hibridación de orbitales atómicos propuesta por Pauli. Toman el ejemplo del carbono para explicar dicha situación. El Carbono presenta dos estados de oxidación +2 y +4, tiene una valencia de cuatro y número atómico igual a seis; de

tal manera que cumpliendo el principio de exclusión de Pauli dos electrones llenan el orbital 2s y el principio de Hund, donde dos electrones semillenan los orbitales 2px y 2py dejando desocupado o libre al orbital 2pz. De esta forma se da paso a que el subnivel s del segundo nivel se mezcle con todo el conjunto del subnivel p (px, py y pz) para generar una hibridación sp^3 , los cuales sirven para formar enlaces covalentes simples, denominados sigma. En el caso de la existencia de una hibridación sp^2 , el subnivel s se mezcla con los px y py generando dos enlaces sigma con los orbitales híbridos y un pi con el orbital no híbrido (pz); para la hibridación sp se relaciona el subnivel s con el px cuyo resultado es la formación de un enlace sigma y dos pi con los orbitales no híbridos (py y pz).

En la relación con la situación deducen que al combinar un litro de pintura azul y otro litro de pintura amarilla resulta un verde oscuro que representa la hibridación sp; un litro de pintura azul y dos litros de pintura amarilla, un verde medio con hibridación sp^2 y un litro de pintura azul y tres litros de pintura amarilla, un verde claro con hibridación sp^3 .

Situación 4. LOS METALEROS PREHISTORICOS

Los Metaleros Prehistóricos son un excelente grupo musical que a pesar de su antigüedad está vigente en nuestra época. La “vibra” que transmiten, el brillo en el escenario lo hacen uno de los grupos más sólidos. Sus integrantes: Cupido, el Agente 47 y el Auxiliar del Poder quienes interpretan la batería, el bajo y la guitarra rítmica respectivamente, han hecho de este grupo uno de los mas pedidos en el momento. Es tan especial este grupo que el nombre de sus integrantes proviene de los símbolos de elementos químicos.

- ¿Qué semejanzas tiene este grupo respecto a sus átomos?
- ¿Qué característica tiene cada uno de los miembros de este grupo?

- ¿Qué tipo de enlace se puede formar en cada uno de los átomos de este grupo?
- ¿Qué hace que se mantengan estos enlaces?
- Indique la utilidad de estos elementos en la vida cotidiana.

Respuesta: Los elementos químicos que trata la situación problemática son cobre, plata y oro, los cuales fueron descubiertos desde la prehistoria pero que actualmente son de uso cotidiano en cables de comunicación, joyería etc, pertenecen al grupo IB, los caracteriza sus propiedades metálicas como lo es su brillo ya reflejan la mayoría de la luz que absorben, capacidad para conducir la electricidad, se corroen u oxidan con dificultad.

Todos terminan su configuración electrónica en s^1 , pueden utilizar los electrones de la capa d para formar enlace metálico, que igualmente con la conducción eléctrica se sustentan bajo el modelo del mar de electrones ya que al formar este enlace pueden saltar por un lado del conductor a otro.

Estos tres elementos son diamagnéticos es decir, no pueden ser atraídos por bandas magnéticas provenientes del exterior, puesto que las fuerzas electromagnéticas de cada átomo o molécula se anulan entre sí considerándose a estos metales como superconductores puesto que no se calientan cuando a través de ellos fluye una corriente eléctrica.

El cobre y la plata reaccionan con el HNO_3 y el oro reacciona en presencia de agua regia de tal manera que se torna negro.

Situación 5. UN VIAJE A 1869

Dimitri Ivanovich Mendelejiev realizó uno de los aportes más grandes a la química, la organización de la Tabla Periódica. Inicialmente, Mendelejiev organizó los elementos en orden creciente sus masas atómicas revelando después que, algunas tenían errores; además predijo la existencia de elementos que aun no se

habían descubierto para los cuales dejó espacios en blanco para su posterior ubicación; sin embargo conocemos que en esta se encuentran algunas inconsistencias.

Ahora vas a viajar en tu máquina del tiempo para regresar a 1869 y con los datos que ya te han ofrecido muchos colegas como Döbereiner y Newlands; organiza la Tabla Periódica que será de gran utilidad para el futuro teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

1. Distingue los elementos sólidos, líquidos y gases.
2. Clasifica metales y no metales.
3. Ten en cuenta las propiedades físicas y químicas de cada elemento.

De acuerdo con la Tabla Periódica que construiste:

- ¿Con cuáles elementos tuviste problema para ubicarlos, por qué?
- ¿Todos los metales se pueden ubicar dentro de un mismo grupo ya sea sólidos, líquidos o gases? Explica.
- ¿Qué hace difícil la organización de los elementos, sus propiedades físicas o químicas?
- Determina a cual grupo pertenecen los elementos Uranio y Lutecio.

Respuesta: Los estudiantes realizaron una clasificación entre líquidos, sólidos y gases, a partir de esto se los clasificaron teniendo en cuenta su configuración electrónica situación que permite reconocer a los elementos en un mismo estado pero con características químicas diferentes no deben pertenecer a un mismo grupo o periodo, de tal manera considerándose importante para la clasificación de los elementos químicas propiedades químicas y no físicas.

En cuanto a la ubicación en periodos y grupos a las series Lantánida y Actínida es complejo ya que no corresponderían a la familia A ni a la B considerándose la más cercana.

Situación 6. EL CRISTAL SALADO

El cloruro de sodio más conocido como sal de mesa, es el encargado de darle el sabor salado al agua de mar, a las comidas y el sudor; es uno de los nutrientes de las plantas. Su fórmula mínima NaCl, representa que está conformado por un átomo de sodio y un átomo de cloro; sin embargo, presenta una estructura de red cristalina cúbica centrada en las caras.

- ¿Qué tipo de enlace se presenta en el NaCl por diferencia de electronegatividad?
- Construye la estructura del cloruro de sodio teniendo en cuenta la red cristalina que forma, argumentando ¿Cuál es el átomo central?
- ¿Qué hace al cloruro de sodio un cristal cúbico centrado en las caras?
- Si solo hay posibilidad para un enlace entre el sodio con el cloro ¿Cómo explicar las seis interacciones existentes en el cristal?

Respuesta: Los estudiantes socializaron la experiencia que realizaron para el desarrollo de la situación. Tomaron un bombillo y sujetaron dos electrodos e introdujeron en un beaker que contenía NaCl. La sal al estar en estado sólido no conduce la corriente eléctrica. Al humedecer un poco la sal genera un poco de luz en el bombillo la cual aumenta al agregar más cantidad de agua. Por tal motivo concluyen que los elementos que forman un enlace iónico en estado sólido no son conductores eléctricos contrario cuando se encuentran en solución; de tal manera que lleva a concluir que este enlace no es 100% iónico, sino 75% aproximadamente ya que el NaCl se disocia para formar cationes de Na^+ y aniones de Cl^- .

El NaCl interactúa con el agua a través de fuerzas intermoleculares llamadas ion-dipolo los que realizan la disociación de esta sal, de tal manera que cada átomo

de cloro se une a un átomo de hidrogeno y el sodio a los electrones libres del oxigeno, presentando el cloro de esta manera un grado de solvatación de dos.

8. CONCLUSIONES

La implementación de la estrategia de resolución de problemas en el aprendizaje del concepto enlace químico, le permite a la autora esbozar las siguientes conclusiones:

1. El nivel de aprendizaje sustentable adquirido tuvo una diferencia del 11.33% de resignificación conceptual, cifra que en términos de Runyon y Haber es significativa.
2. La guía del docente como experto es indispensable en la resolución de una situación problémica ya que permite conducir o encaminar al estudiante a su solución es decir, su manera de direccionar el trabajo permite el éxito y la satisfacción en el proceso de resolución de problemas.
3. El trabajo colaborativo permite a los estudiantes situaciones de interacción personal en las cuales deben compartir, analizar y discutir sus apreciaciones con los demás miembros del equipo de trabajo hasta llegar a una solución consensuada, la cual deben difundir con los demás integrantes de la muestra objeto de estudio.
4. La motivación es indispensable para generar un ambiente de armonía, la cual está ligada con los conocimientos previos que los estudiantes han adquirido durante su formación académica.

9. RECOMENDACIONES

Luego del estudio realizado en estudiantes de séptimo semestre del curso Didáctica de la Química del periodo académico 2010-B de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental la autora plantea la siguiente recomendación:

- ✚ Es importante que los estudiantes futuros docentes del área de las Ciencias Naturales conozcan una herramienta didáctica que les permita desenvolverse y realizar una mejor labor.

De esta manera el docente al tener una herramienta didáctica diferente, novedosa, que involucre al estudiante como principal agente en su proceso de aprendizaje, hace que la enseñanza de las ciencias sea más recreativa, tangible y accesible al aprendiz.

BIBLIOGRAFIA

Argos, J y Esquerra, M.P. IV jornadas educativas de teorías e instituciones educativas contemporáneas. Santander: Universidad de Cantabria. (1999).

Ausubel, D; Novak, J y Hanesian, H. Psicología Educativa: Un Punto de vista Cognoscitivo. México: Trillas. p. 623. (2005)

Contreras, L. Resolución de problemas, ¿Una panacea metodológica? (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 5 (1). p. 49- 52. (1987)

De Zubiría, J. De la escuela nueva al constructivismo. Un análisis crítico. Bogotá, D.C: Cooperativa editorial magisterio. (2001).

Driver, R. un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 6 (2), p. 109- 120. (1988).

Escudero, T y Lacasta, E. Las actitudes científicas de los futuros maestros en relación con sus conocimientos científicos (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 2 (3), p. 175-180. (1984).

Flores, F. El cambio conceptual: Interpretaciones, transformaciones y perspectivas. UNAM: Educación química, 15 (3). Artículo consultado el 23 de octubre de 2010. En: http://cienciamia.com/fised/02mie/lecturas/cambio_conceptual.pdf, (2004).

Furió, C. J y Gil, D. La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 7(3), p. 257-265. (1989).

Galagovsky, L. (a). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: Modelo teorico. (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 22 (2), p. 229-240. (2004)

-----,----- (b). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 2: Derivaciones comunicacionales y didacticas (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 22 (3), p. 349- 364. (2004)

Galagovsky, L. Modelo de aprendizaje cognitivo sustentable como marco teórico para el modelo didáctico analógico (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, número extra. VII congreso. (2005).

Galvis, A. H. Fundamentos de tecnología educativa. Decimo tercera ed. San José: EUNED. (2004).

García, J. J. La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química (versión electrónica). Enseñanza de la ciencias, 18(1), p 113- 129. (2000)

-----García, J.J. Didáctica de las ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Bogotá, D.C: Delfín Ltda., p 299. (2003).

Gil, D. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, p. 26-33. (1983).

Gil, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias a un modelo de enseñanza- aprendizaje por investigación (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 11 (2), p 197- 212. (1993)

Gil, D y Carrascosa, J . Bringing Pupils' Learning Closer to a Scientific Construction of Knowledge: A Permanent Feature in Innovations in Science Teaching. Science Education, 78, (3), p 301-315. Recuperado el 30 de octubre de 2010 de: <http://www.uv.es/gil/publicaciones.htm>. (1994).

Guarnizo, Anderson; Martinez, Pedro y Villamizar, Rafael. Química general practica. Primera edición. Armenia: Elizmon. 2008. p 119.

Guilar, R y Castejón, J. El desarrollo de la competencia experta. Implicaciones para la enseñanza. San Vicente (Alicante): Club Universitario, p 115. (2003).

Henaó, B.L; Stipcich, M. S. Educación en ciencia y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza a las ciencias experimentales (versión electrónica). Revista electrónica de la enseñanza de las ciencias, 7(1), p 47- 62. Documento consultado el 5 de noviembre de 2010, en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf. (2008).

Jiménez, M; Caamaño, A; Oñorbe, A; Pedrinaci, E y De Pro, A. Enseñar ciencias. Segunda edición. España: Publidisa. p. 240. (2007)

Johnson, R y Kuby, P. Estadística elemental. Lo esencial. Segunda edición. México: International Thomson Editores. p. 482.(1999).

Kempa, R.F. Resolución de Problemas de Química y estructura cognoscitiva. Enseñanza de las Ciencias, 4 (2), p. 99-110. (1986).

Kuhn, T. S La estructura de las revoluciones científicas. Segunda edición. México: Fondo de cultura económica. (2004).

Langlois, F; Gréa, J y Viard, J. Influencia de la formulación del enunciado y del control didáctico sobre la actividad intelectual de los alumnos en la resolución de problemas (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 13 (2), 179- 191. (1995)

Lehninger, Albert. Bioquímica, las bases moleculares de la estructura y función celular. Ediciones Omega, Barcelona. (1983)

Lopes, B y Costa, N. (1996). Modelo de enseñanza- aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativa, (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 14 (1), p, 45-61

Martínez Torregrosa, J; Verdú,R; Gil, D; Callejas,M; Ewert, C; García,G; Moreno,D; Jaimes,R; Quiroga,J. Desarrollo de competencias en ciencias e ingenierías: hacia una enseñanza problematizada. Bogotá, D.C: Magisterio, p 343. (2005).

Martos, E. Métodos y diseños de investigación en didáctica de la literatura. Madrid: Graficas JUMA, p 205. (1988)

Miguens, M y Garrett, R. Practicas en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades. (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 9 (3). p. 229- 236. (1991).

Moreira, M.A y Greca, I.M. Cambio conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz del aprendizaje significativo. Artículo consultado el: 22 de octubre de 2010. En: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/cambioconceptual.pdf>. (2005)

Morín, Edgar. Los siete saberes necesarios a la educación del futuro. Bogotá: Magistero. 2001. P.58

Morrison, T y Boyd, R. Química orgánica. Quinta edición. Mexico: Addison Wesley. P.1474. (1998).

Narváez, L. J. Aprendizaje Significativo de Conceptos Químicos a través de Resolución de Problemas en Estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales. Neiva: Grafi Plast del Huila. (2007).

-----,-----, Tecné, episteme y Didaxis, Número extraordinario. Cuarto congreso internacional sobre formación de profesores de ciencias. Bogotá, Colombia. (2009).

Neto, A y Valente, M. Disonancias pedagógicas en la resolución de problemas de física. Una propuesta para su superación de raíz vigoskiana (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 19 (1), p. 21-30. (2001).

Novak, J. D. Ayudar a los alumnos a aprender como aprender (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 9(3), p 215- 228. (1991).

Oñorbe, A y Sánchez, J. Dificultades en la enseñanza y aprendizaje de los problemas de física y Química. Opiniones del alumno. 14(2). pp.165-170. (1996).

Osborne, R y Freyberg, P. El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las <<ideas previas>> de los alumnos. Segunda edición. Madrid: Narcea, S. A. (1995).

Pauling, Linus. General chemistry an introduction to descriptive chemistry and modern chemical theory. Segunda edición. San Francisco: Freeman and company. (1959).

Perales, J. Resolución de problemas: Una revisión estructurada (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 11 (2).p 170-178. (1993).

Perales, J; Alvarez, P; Fernandez, Manuel; García, J; Gonzalez, F y Rivarrosa, A. Resolución de Problemas. Madrid: Síntesis. P. 221. (2000)

Perren, M; Bottani, E y Odetti, H. Problemas cuantitativos y comprensión de conceptos (versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 22 (1). p. 105- 114. (2004)

Petrucci Ralf. Química General. Octava Edición. Madrid: Prentice Hall. p.1160. (2003)

Piaget, J. Psicología y pedagogía. Barcelona, Ariel. (1970).

Philip, S; Bailey, J y Bailey, C. Química orgánica. Conceptos y aplicaciones. Quinta edición. Mexico: Prentice Hall. P. 560. (1998)

Porlán, R. Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 16 (1), p 175-185. (1998)

Pozo, J.I. Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.p. 288. (2006).

Pozo, J.I y Gómez, M.A. Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Quinta edición. Madrid: Morata. (2006).

Quintanilla, M; Joglar, C; Jara, R; Camacho, J; Ravanal, E; Labarrere, A; Cuellar, L; Izquierdo, M y Chamizo, J Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio? (Versión electrónica). Enseñanza de las ciencias, 28(2), p 185- 198. (2010).

ANEXOS

Anexo 1 Índice de validez del cuestionario

EXPERTO	ITEMES																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
INDICE DE																																			
VALIDEZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Anexo 2 Cuestionario

CUESTIONARIO

A continuación encontrarás una serie de afirmaciones enumeradas del 1 al 33 a las que debes responder según los criterios: Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Sin opinión, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo; atendiendo a la opinión que te merezca. Los resultados que se obtengan de este cuestionario serán utilizados únicamente con fines investigativos.

1. La fuerza que mantiene unidos a los átomos en su estado combinado se llama enlace químico.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

2. La electronegatividad es una propiedad química relacionada con la capacidad de un átomo para atraer electrones de enlace.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

3. La diferencia de electronegatividad entre los átomos de un compuesto diatómico permite la predicción del tipo de enlace formado entre ellos.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

4. La polaridad determina las propiedades físicas y químicas de las sustancias.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

5. Un ejemplo de enlace covalente no polar es la molécula de Oxígeno, que presenta átomos de igual electronegatividad.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

6. La combinación de orbitales atómicos produce igual número de orbitales híbridos con diferentes formas y orientaciones.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

7. El enlace covalente ocurre cuando los átomos enlazantes comparten electrones.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

8. Dos átomos forman enlace covalente cuando la diferencia de sus electronegatividades es mayor de 1.7 eV.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

9. Los compuestos iónicos al igual que los covalentes disueltos en una solución acuosa conducen la corriente eléctrica.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

10. Los electrones de valencia de los átomos metálicos forman una nube compacta, la cual se desplaza por toda su red cristalina.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

11. La molécula de CO_2 es polar porque presenta enlaces covalentes de este tipo.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

12. Las propiedades físicas, como el punto de fusión, ebullición y la solubilidad de un compuesto dependen del tipo de enlace de sus átomos.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

13. Dos moléculas de ácido clorhídrico se atraen mediante una interacción entre polos de cargas parciales iguales.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

14. Los enlaces interatómicos son más fuertes que las fuerzas intermoleculares de atracción.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

15. El cloruro de sodio se disuelve en agua a través de una atracción dipolo-dipolo.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

16. La molécula de agua es la única capaz de formar enlaces por Puentes de Hidrogeno.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

17.El estado de oxidación hace referencia a la ganancia o pérdida de electrones de un átomo en una reacción química.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

18.Las fuerzas de Van der Waals aumentan proporcionalmente a la masa atómica o molecular que interacciona en el enlace.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

19.Las Fuerzas de Van der Waals ocurren cuando una molécula con dipolo temporal induce otros dipolos temporales.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

20.Un enlace químico se presenta cuando hay una interacción de electrones de valencia en uno o más átomos.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

21.Los elementos alcalinos tienen poca electronegatividad, ceden los electrones del nivel de valencia para formar cationes.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

22.Una molécula no polar posee una diferencia de electronegatividad menor de 0.4 eV.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

23. El enlace covalente sencillo se diferencia del enlace covalente doble porque tiene rotación libre, superposición frontal y energía más baja.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

24. El porcentaje de carácter iónico de un compuesto está determinado por la clase de átomos que participen en su formación.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

25. Todos los metales son buenos conductores de la electricidad y del calor con excepción del Mercurio.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

26. El principio de “moléculas con polaridad semejante disuelven a sus semejantes” se cumple en todas las soluciones.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

27. El agua es el disolvente universal, capaz de disolver todas las sustancias.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

28. La atracción que genera una molécula polar sobre un ion es conocida como una interacción ion- dipolo.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

29. En la reacción de $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ se produce $2\text{Al}(\text{OH})_3$, donde el Aluminio ha cambiado de estado de oxidación.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

30. Un enlace no polar se determina cuando las cargas parciales de los átomos de una molécula son semejantes.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

31. La atracción que genera una molécula sobre un átomo de hidrogeno se denomina Puente de hidrogeno.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

32. Mediante la diferencia de electronegatividad según la escala de Pauling se puede predecir el tipo de enlace químico.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

33. Un compuesto iónico en estado sólido es capaz de conducir la electricidad.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

Anexo 3 Índice de validez de las situaciones problémicas

EXPERTO	SITUACION PROBLÉMICA										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
2	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
3	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
CRV	1	0	1	1	0.6	1	0	0.3	0.3	0	1

Anexo 4 Situaciones problémicas

¿CÓMO SE FORMA EL AGUA?

El Agua, cuya molécula está formada por dos átomos de Hidrógeno y uno de Oxígeno, es el líquido más preciado de la Tierra. En algunas ocasiones, el hombre ha sintetizado agua en condiciones que, requieren el uso de mucha energía y el manejo de equipo especializado. Sin embargo, la Tierra posee grandes cantidades de este líquido el cual se ha querido obtener haciendo reaccionar los átomos participantes requiriéndose mucha energía para lograrlo. Ahora bien, entonces ¿Qué ocurre entre el Oxígeno y el Hidrógeno para que se forme el Agua?

- ¿Cómo se formo el agua de la Tierra?
- ¿Cómo se encuentran organizados los átomos integrantes de una molécula de agua?
- ¿Cuáles son las interacciones electrónicas de los átomos participantes de esta molécula?
- Determina si el átomo de Oxígeno sufre alguna hibridación y en caso de ocurrir explícala.
- Plantea una hipótesis para la estructura del agua en estado sólido, líquido y gaseoso.
- Completa la siguiente tabla:

PROPIEDAD	VALOR
-----------	-------

Punto de fusión	
Punto de ebullición	
Calor de Vaporización (1 atm)	
Constante Dieléctrica (20°C)	
pH	

- Con base en la estructura de la molécula de agua, establecer su naturaleza eléctrica.
- Si se acabaran las fuentes de agua por una sequia o por ausencia de la llegada de agua a las ciudades por inoperancia de las redes de acueducto manejadas por bombas eléctricas inutilizadas por una macrotormenta solar ¿Cómo producir agua?

¡ATRACCION!

Los átomos de los elementos sistematizados en la tabla periódica tienden a donar o a recibir electrones en su último nivel de energía; en algunos casos, tienen la capacidad de realizar las dos acciones.

Según Linus Pauling, la capacidad de donar o de recibir electrones depende de las poderosas fuerzas electrostáticas que actúan entre aniones y cationes.

Esta propiedad fisicoquímica es responsable de la existencia de todas las sustancias presentes. En toda sustancia los átomos integrantes de sus moléculas, interactúan de varias formas para determinar las diferentes clases de enlace

- ¿Por qué razón es tan importante la electronegatividad en la química?
- ¿Bajo qué explicaciones Pauling dedujo la escala de la electronegatividad?
- ¿Cómo se puede definir el tipo de enlace que ocurre entre los átomos de una molécula?, ¿Un enlace iónico puede ser también covalente?

- Explica la denotación de elementos electropositivos y electronegativos de la Tabla Periódicas y que oportunidades tiene para formar enlaces.

¡A PINTAR LA SALA DE MÍ CASA!

Para pintar mi casa dispongo de cuatro litros de pintura: tres de ellos de color amarillo y uno de color azul. Además existen tres posibilidades de mezclarlos:

- a) Un litro de pintura azul y otro litro de pintura amarilla.
- b) Un litro de pintura azul y dos litros de pintura amarilla.
- c) Un litro de pintura azul y tres litros de pintura amarilla.

Cada litro de pintura representa uno de los orbitales posibles de los subniveles s y p de cualquier átomo enlazado; en estas circunstancias, explicar la variedad de enlaces covalentes posibles.

LOS METALEROS PREHISTORICOS

Los Metaleros Prehistóricos son un excelente grupo musical que a pesar de su antigüedad está vigente en nuestra época. La “vibra” que transmiten, el brillo en el escenario lo hacen uno de los grupos más sólidos. Sus integrantes: Cupido, el Agente 47 y el Auxiliar del Poder quienes interpretan la batería, el bajo y la guitarra rítmica respectivamente, han hecho de este grupo uno de los más pedidos en el momento. Es tan especial este grupo que el nombre de sus integrantes proviene de los símbolos de elementos químicos.

- ¿Qué semejanzas tiene este grupo respecto a sus átomos?
- ¿Qué característica tiene cada uno de los miembros de este grupo?
- ¿Qué tipo de enlace se puede formar en cada uno de los átomos de este grupo?
- ¿Qué hace que se mantengan estos enlaces?
- Indique la utilidad de estos elementos en la vida cotidiana.

UN VIAJE A 1869

Dimitri Ivanovich Mendelejev realizó uno de los aportes más grandes a la química, la organización de la Tabla Periódica. Inicialmente, Mendelejev organizó los elementos en orden creciente sus masas atómicas revelando después que, algunas tenían errores; además predijo la existencia de elementos que aun no se habían descubierto para los cuales dejó espacios en blanco para su posterior ubicación; sin embargo conocemos que en esta se encuentran algunas inconsistencias.

Ahora vas a viajar en tu máquina del tiempo para regresar a 1869 y con los datos que ya te han ofrecido muchos colegas como Döeberenheir y Newlands; organiza la Tabla Periódica que será de gran utilidad para el futuro teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

4. Distingue los elementos sólidos, líquidos y gases.
5. Clasifica metales y no metales.
6. Ten en cuenta las propiedades físicas y químicas de cada elemento.

De acuerdo con la Tabla Periódica que construiste:

- ¿Con cuáles elementos tuviste problema para ubicarlos, por qué?
- ¿Todos los metales se pueden ubicar dentro de un mismo grupo ya sea sólidos, líquidos o gases? Explica.
- ¿Qué hace difícil la organización de los elementos, sus propiedades físicas o químicas?
- Determina a cual grupo pertenecen los elementos Uranio y Lutecio.

EL CRISTAL SALADO

El cloruro de sodio más conocido como sal de mesa, es el encargado de darle el sabor salado al agua de mar, a las comidas y el sudor; es uno de los nutrientes de las plantas. Su fórmula mínima NaCl, representa que está conformado por un

átomo de sodio y un átomo de cloro; sin embargo, presenta una estructura de red cristalina cúbica centrada en las caras.

- ¿Qué tipo de enlace se presenta en el NaCl por diferencia de electronegatividad?
- Construye la estructura del cloruro de sodio teniendo en cuenta la red cristalina que forma, argumentando ¿Cuál es el átomo central?
- ¿Qué hace al cloruro de sodio un cristal cúbico centrado en las caras?
- Si solo hay posibilidad para un enlace entre el sodio con el cloro ¿Cómo explicar las seis interacciones existentes en el cristal?

