



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Diseño y elaboración de una unidad didáctica, para la enseñanza del tema de enlace químico mediante la utilización de las TIC's, en los niveles de educación media secundaria

Jaime Andrés Osorio Rojo

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

Diseño y elaboración de una unidad didáctica, para la enseñanza del tema de enlace químico mediante la utilización de las TIC's, en los niveles de educación media secundaria

Jaime Andrés Osorio Rojo

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

Daniel Barragán, Doctor en Ciencias – Química
Escuela de Química

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Medellín, Colombia
2015

A mis padres, hermanos y novia, por todo el apoyo, el acompañamiento y la motivación, sin los cuales hubiera sido imposible sacar adelante este trabajo. De igual forma a mi pequeña hija quien es la fuente más grande de mi inspiración.

Como maestros tenemos la enorme responsabilidad de ayudar a cambiar el mundo y no podemos “pretender que las cosas cambien, si hacemos siempre lo mismo” Albert Einstein

Agradecimientos

Al Doctor Daniel Alberto Barragán Ramírez, profesor de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, el cual con sus aportes académicos y disciplinares en Química, hizo posible que este trabajo de grado fuese una realidad.

Resumen

En este trabajo se presenta un análisis de la problemática alrededor de la enseñanza del tema del enlace químico en el nivel de media secundaria de las Instituciones Educativas (I.E.) públicas. Actualmente reconocemos que existe dificultad en la enseñanza de aquellos temas que son difíciles de ser validados experimentalmente y en los que las representaciones gráficas son usualmente aproximaciones que no se acercan a lo que pasa en la realidad. Hoy se cuenta con la posibilidad del acceso a las TICs mediante computadores personales en la gran mayoría de las I.E., con ellos se pueden hacer modelaciones más precisas de sistemas atómicos y moleculares, convirtiéndola en una herramienta fundamental en la enseñanza de este siglo. El presente trabajo, en el marco de las teorías del aprendizaje significativo y como un modelo constructivista, propone una unidad didáctica para la enseñanza del concepto de enlace químico utilizando software de modelación y otros recursos tecnológicos.

Palabras clave: Enseñanza de la Química, Aprendizaje, Enlace Químico, Modelos en Computadora, simulación, Constructivismo, Aprendizaje significativo.

Abstract

In this paper an analysis of the problem around of teaching chemical bonding at the high school level is presented. Currently we recognize that there difficulty in teaching those topics that are difficult to be validated experimentally and in which the graphical representations are usually approximations that do not come close to what happens in reality. Today we have the possibility of access to ICTs by personal computers in most of the Educational Institutions (E.I.), with them can be made more accurate modeling of atomic and molecular systems, converting it into an essential tool in the teaching of this century. This work, in the context of theories of significant learning and as a constructivist model, propose a didactic unit for teaching chemical bonding concept of using modeling software and other technological resources.

Keywords: Chemistry education, Learning, Chemical Bonding, Computational Models, Simulation, Constructivist, Significant Learning.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de Tablas	XIII
Lista de Figuras	XIV
Introducción	17
1. El enlace químico y las dificultades de su enseñanza y aprendizaje	21
1.1 Generalidades sobre el enlace químico	21
1.1.1 Definiciones del enlace químico	21
1.1.2 Reseña histórica del concepto de enlace químico.....	23
1.1.3 Tipos de enlace químico	28
1.2 Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje del tema del enlace químico...	31
1.3 Antecedentes.....	33
2. La didáctica en la enseñanza con la utilización de las TIC's	36
2.1 El modelo constructivista	37
2.1.1 Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación.....	39
3. La unidad didáctica	43
3.1 Análisis científico	43
3.2 Análisis didáctico	46
3.3 Selección de objetivos	47
3.4 Selección de estrategias didácticas	47
3.5 Estrategias de evaluación.....	51
4. Conclusiones y recomendaciones	53
4.1 Conclusiones	53
4.2 Recomendaciones	54
A. Anexo: Concepciones alternas en el enlace químico	55
B. Anexo: Guía para el docente de trabajo con los OVAs.I	57
C. Anexo: Guía de lectura de Introducción al enlace químico	59
D. Anexo: Hoja de trabajo Introductorio	63
E. Anexo: Introducción al modelamiento molecular	64

XII Diseño y elaboración de una unidad didáctica, para la enseñanza del tema de enlace químico mediante la utilización de las TIC's, en los niveles de educación media secundaria.

F. Anexo: Guía para el docente de trabajo con los OVAs II.	67
G. Anexo: Guía para trabajo práctico.....	69
H. Anexo: Hoja de predicciones	71
Bibliografía	73

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1: Contenidos científicos de la unidad didáctica de enlace químico	
Tabla 2: Secuencia global de enseñanza del enlace químico.....	52
Tabla 3: Evaluación de la unidad didáctica (De Pro Bueno, Sánchez, & Valcárcel, 1997).....	56

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1: Uso del computador en las personas de 5 años o más - Fuente DANE – ECV (2012-2013)	18
Figura 2: Estilos de aprendizaje multidimensional. (CABRERA ALBERT & FARIÑAS LEÓN).....	20
Figura 3: Elementos principales del Aprendizaje Significativo (Moreira)	38
Figura 4: Mapa conceptual de la didáctica de Ciencias (Sánchez & Valcárcel, 1993). ...	44
Figura 5: Esquema conceptual del enlace químico.	46

Introducción

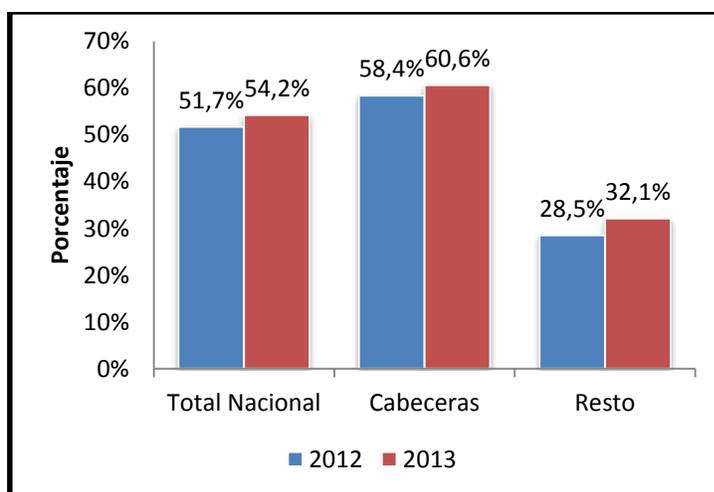
Para la enseñanza de la química, el concepto de “enlace químico” es de gran importancia, dado que permite explicar el comportamiento y algunas de las propiedades de los compuestos y sustancias, desde un punto de vista tanto macroscópico como microscópico; es por esta razón que el Ministerio de Educación Nacional al momento de formular los estándares básicos de competencias para ciencias naturales lo colocó como eje para comenzar a ser estudiado desde la educación básica secundaria. El enlace químico es determinante para comprender los procesos químicos implícitos en la transformación de la materia, para la asimilación del concepto de reacción química y para la explicación de una gran cantidad de fenómenos naturales, tales como: la inercia química y la reactividad, la estructura tridimensional de sustancias cristalinas en minerales o la reorganización molecular llevada a cabo durante la fotosíntesis y la respiración. La teoría del enlace químico y la estructura molecular de las sustancias, al igual que los aspectos termodinámicos y cinéticos, son algunos de los principios teóricos fundamentales en los que se basa la química, esto hace que muchos investigadores cataloguen el concepto de enlace químico como indispensable a la hora de desarrollar distintos aspectos de la química, la física o la biología, entre estos su enseñanza.

El uso de algunas representaciones gráficas, como las de esferas y varillas, para representar indistintamente los enlaces atómicos y moleculares, pueden conducir a asociar de manera equivocada la unión energética del enlace con una unión físicamente sólida, generando en la red conceptual del estudiante un significado idéntico para ambos conceptos. Así, el uso de estas representaciones no permite apreciar el tipo de interacción real de las partículas, entendiendo por real lo que hoy en día sabemos desde la física y química cuántica, desencadenando una tergiversación en la forma como se unen las mismas. Otro factor determinante en esta problemática de enseñar apropiadamente el concepto de enlace químico lo constituyen los textos, pues se observa en ellos una tendencia a emplear diversos modelos para explicar el concepto de enlace, como consecuencia, se genera una mezcla entre ellos en la red conceptual del estudiante, originando así una visión distorsionada que impide la unificación del concepto (Roa Díaz, 2011). Esto unido a los errores conceptuales que se han encontrado en la enseñanza del enlace químico, de acuerdo a los estudios hechos por (Ozmen, 2004), en los que evidencia las dificultades en el aprendizaje de los conceptos superiores, es decir, aquellos que están basados en el concepto de enlace químico.

Por lo anterior, se hace necesario implementar una estrategia de enseñanza que permita un acercamiento a comprender lo que realmente sucede en el comportamiento de los átomos cuando se unen unos con otros para formar moléculas, esto se puede lograr desde la utilización de las TICs en la enseñanza de la Química (Daza Pérez E. P., Gras-Marti, Gras Velázquez, & otros, 2009). Diversos autores enfatizan en la búsqueda de recursos que se han hecho para apoyar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, particularmente de la química, y reconocen que esta ha sido una labor constante cuyos resultados han puesto al servicio de la comunidad educativa gran cantidad de elementos y herramientas, pasando por las pizarras, los dispositivos electrónicos y de comunicación, los transistores de la radio y de la televisión; hasta llegar a la época de los microprocesadores, de donde surgieron los ordenadores y los computadores personales.

La utilización de los computadores personales se ha ido masificando, con un crecimiento más acelerado en los últimos años, debido a varias razones; primero tenemos el apoyo de las políticas públicas departamentales en las que en un año y medio que lleva en marcha el programa colegios digitales de la Gobernación de Antioquia y la Secretaría de Educación de Antioquia, han dotado 121 escuelas con herramientas de última tecnología, puestas al servicio del aprendizaje. El reto para este año, según los planes de trabajo que tiene la secretaria de educación departamental es crear otros 61 colegios digitales en territorio antioqueño (El Colombiano, 2014). Segundo por el crecimiento, también alto, del uso de computadores personales en los hogares de Colombia, que de acuerdo con la *figura 1*, tomada de la **Encuesta Nacional De Calidad De Vida 2013 (ECV)** hecha por el **DANE** y publicada en marzo de 2014, el uso por hogar de computadores en el país está creciendo casi en un 2,5% por año, en el cual el 54,2% de los hogares en Colombia posee un computador personal, el 60,6% en cabeceras municipales y ciudades y el 32,1% en el resto.

Figura 1: Uso del computador en las personas de 5 años o más - Fuente DANE – ECV (2012-2013)

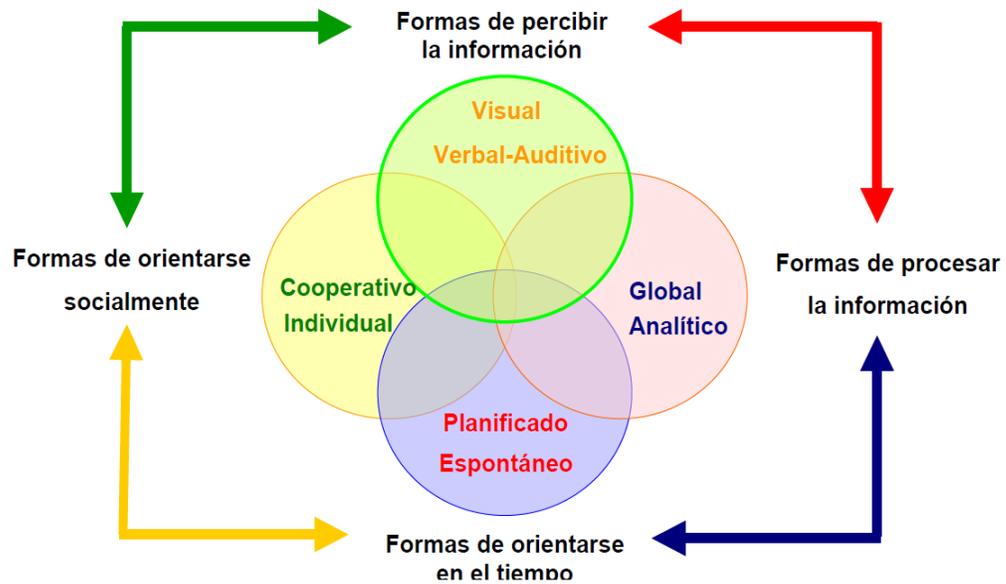


Argumentos como los anteriores motivan la propuesta de diseñar una unidad didáctica para la enseñanza del enlace químico, mediante la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) a través del uso de herramientas como, las páginas web, los objetos virtuales de Aprendizaje (OVAs) y el Software Comercial *Spartan* (Wavefunction, 2013), que permiten el modelamiento molecular, aportando representaciones y visualizaciones de la organización estructural de los átomos en las moléculas con los fundamentos de la teoría cuántica. Estas herramientas dan la posibilidad de renovar los procesos pedagógicos de enseñanza de las ciencias, promoviendo el interés y a su vez una mejor comprensión por parte de los estudiantes de la química y a la par desarrollando en él habilidades y destrezas que potencializan sus capacidades cognitivas. Como dicen (Barragan, López Agudelo, & Parra, 2012), “los docentes siempre estamos en la continua búsqueda de estrategias que motiven a los estudiantes a interesarse por estudiar y aprender química”, a lo que agregan, “los computadores nos dan la oportunidad hacer laboratorios virtuales para desarrollar las destrezas y las capacidades de los estudiantes en el complejo proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias”.

Todo lo anterior se encuentra naturalmente enmarcado en las propuestas pedagógicas y didácticas para la enseñanza de la química, y dentro de esta la enseñanza del enlace químico. Hasta ahora las estrategias didácticas utilizadas en un sistema tradicional se han centrado en el uso de representaciones gráficas de las moléculas, que en realidad son más representaciones geométricas, sin analizar con cierto grado de rigor las interacciones físicas entre los átomos, lo que ha generado una disociación de los aspectos físicos y químicos implícitos en su formación, generando una visión variada y fragmentada del concepto enlace químico. (Roa Díaz, 2011). Esto integrado al hecho de que las tendencias pedagógicas actuales muestran un creciente interés entre los didactas y psicólogos de la educación por alejarse cada vez más de los modelos puramente instructivos, para centrarse en el estudio y comprensión del propio proceso de aprendizaje, (VALCÁRCEL PÉREZ, 1996). Uno de los estilos de aprendizaje que más se ha estudiado y promovido es el visual (CABRERA ALBERT & FARIÑAS LEÓN), el cual de acuerdo a los estilos de aprendizaje multidimensional y unido al aprendizaje verbal-aditivo, es la base de las formas de la percepción de la información, como se muestra en la figura 2.

La principal razón para la utilización de imágenes y medios audiovisuales en los procesos educativos es que resultan motivadoras, sensibilizan y estimulan el interés de los estudiantes hacia un tema determinado (Adame Tomás, 2009). Razones por lo que el presente trabajo toma relevancia dado que puede contribuir a mejorar la motivación como la percepción correcta de la información para el aprendizaje de los estudiantes.

Figura 2: Estilos de aprendizaje multidimensional. (CABRERA ALBERT & FARIÑAS LEÓN)



1.El enlace químico y las dificultades de su enseñanza y aprendizaje

1.1 Generalidades sobre el enlace químico

El estudio del enlace químico implica abordar la comprensión de la estructura del átomo y a su vez las leyes y principios físicos que la explican, de allí la necesidad de revisar algunos aspectos básicos de este concepto, de esta manera se puede abarcar la temática desde un punto de vista más moderno y preciso del que se maneja en la mayoría de los libros de química básica.

En el entendimiento de nuestra realidad el cerebro humano necesita hacer representaciones mentales de lo que sucede a su alrededor, a estos tipos de representaciones se les llaman modelos, con el fin de acomodarse y modificar la naturaleza para su propio bienestar. Los modelos o conceptos que creamos con este objetivo dependen de diversos factores tales como el medio ambiente, el entorno cultural, los métodos de producción, la economía, la religión, el grado de avance tecnológico y científico. (Roa Díaz, 2011) Es por esto, que a medida que se avanza en los modelos de representación, haciéndolos más detallados, complejos y precisos, también se va construyendo conocimiento y algo aún más importante, se pueden hacer proyecciones y predicciones de lo que pueda llegar a suceder más adelante con éstos.

A esta evolución y desarrollo histórico de los modelos se le puede agregar también un avance en cuanto a los conceptos básicos, como son el de átomo y Enlace Químico, e los cuales están profundamente relacionados entre sí, a medida que se han hecho cambios en los modelos de representación de enlaces químicos, se ha visto una evolución en la forma de ver y de representar el átomo, empezando con los modelos de Demócrito y Leucipo, hasta llegar a los avanzados modelos de Schrödinger y de Dirac, esto ha generado una evolución proporcional de ambos conceptos en el tiempo.

1.1.1 Definiciones del enlace químico

Podemos empezar las definiciones acerca del enlace químico con una visión de Isaac Newton desde el concepto de óptica, dice que, *“Las partículas se atraen unas a otras por alguna clase de fuerza, que es sumamente fuerte cuando se hallan en contacto inmediato, que efectúa las operaciones químicas a distancias pequeñas y llega no muy lejos de las partículas con cualquier efecto sensible”*. (Newton, 1704).

En el Diccionario de Ciencias Médicas de Salvat, encontramos con respecto al enlace, que este se produce entre dos átomos o entre dos grupos de átomos cuando existe una fuerza que los atrae uno hacia el otro, y les permite formar un conjunto suficientemente estable para ser observable mediante técnicas experimentales. (Capdevila Casas, 1954),

más adelante y de acuerdo con Bailar, hallamos en su definición que si la interacción atractiva entre dos átomos o entre más de dos átomos es suficientemente fuerte de modo que puedan estudiarse experimentalmente las propiedades singulares de la combinación, antes de que se descomponga, se dice que los átomos se mantienen juntos por enlaces químicos. (Bailar, Moeller, & Kleinberg, 1968), Por otra parte encontramos en la enciclopedia Británica, con respecto al enlace que, *“los enlaces químicos se producen cuando la estructura electrónica de un átomo se altera lo suficiente para enlazarse con la estructura electrónica de otro átomo o átomos”*. Luego según Mahan, a medida que dos átomos de hidrógeno se aproximan y se forma un enlace, los átomos están sujetos a una fuerza atractiva. Esta fuerza atractiva se debe a que, cuando están próximos, tienen menor energía que cuando están alejados. Es como si los átomos estuvieran conectados por un resorte que los atrajera hacia una región de menor energía potencial. Esta menor energía es lo que se denomina enlace químico. (Mahan & Mayers, 1987). Más recientemente de acuerdo con L. Pauling, este dice, que se establece un enlace químico entre dos átomos o grupos de átomos cuando las fuerzas que actúan entre ellos son de índole tal que conducen a la formación de un agregado con suficiente estabilidad, que es conveniente para el químico considerarlo como una especie molecular independiente. (Pauling, The Nature of the Chemical Bond, 1992).

Si se da una mirada profunda a cada una de las anteriores definiciones, se puede notar que estas están relacionadas estrechamente con los conceptos de dos entidades que se unen entre sí, mediante una interacción a la que la mayoría reconoce como “fuerza”. La naturaleza de las fuerzas que generan el enlace químico ha sido objeto de muchas polémicas, inicialmente Demócrito pensaba que los átomos tenían ganchos para poder así unirse entre sí, idea que se descartó cuando se estableció la composición del átomo, aunque antes de eso, Berzelius y Arrhenius, ya pensaban en las fuerzas como fuerza de enlace. En la actualidad sabemos que el enlace químico es promovido por interacciones electrostáticas entre átomos a través de las fuerzas de Coulomb entre las cargas eléctricas positivas y negativas del núcleo y los electrones. La poca masa de los constituyentes, y en especial del electrón, hace que solamente les sea aplicable la mecánica cuántica y, por tanto, la descripción matemática del enlace es generalmente complicada, a su vez esta teoría es la base de la teoría de valencia. La distancia interatómica es, pues, el criterio experimental de la existencia de enlace, y un enlace es más fuerte y libera más energía mientras más pequeña sea esa distancia.

A pesar de la posibilidad teórica de un estudio unificado, resulta cómodo considerar separadamente tres enlaces diferentes, el iónico, el covalente y el metálico, cada uno de los cuales representa un caso límite, siendo posibles también todos los estados intermedios. La diferencia entre estos tres enlaces radica en la distribución electrónica diferente, en las proximidades de los átomos enlazados y, por tanto, en la diversidad de las fuerzas que resultan. En todos los casos, cada núcleo conserva cerca de él los

electrones, es decir, los que no forman parte de la capa de valencia. Los electrones de valencia, por otra parte, están localizados de manera diversa, lo que le confiere a cada tipo de enlace unas características energéticas diferenciables.

1.1.2 Reseña histórica del concepto de enlace químico

En un principio los químicos creían que los átomos eran esferas rígidas, posteriormente se pensó las esferas como artificios que podían tener ganchos o algún tipo de anclaje que permitiera la unión entre ellas para así poder formar disposiciones más complejas, denominadas moléculas. Al aceptarse el modelo atómico de núcleo con una corteza electrónica, se popularizó la idea de que los electrones son los intermediarios en el enlace químico.

Desde hace mucho tiempo se viene tratando de explicar de una manera clara y concisa la forma en como está conformada la materia, para esto, los primeros en pensar en esta idea fueron los griegos con su escuela atomista (Roa Díaz, 2011), iniciando en todo el pensamiento científico, por reconocer los elementos de la naturaleza como cuatro principales: el agua, la tierra, el fuego y el aire y pensando en que cada cosa que estuviese formada por materia, sería una combinación de esos cuatro elementos en diferentes proporciones. En esta misma escuela griega el filósofo Empédocles propone el concepto de afinidad como la que genera la combinación de las partículas, teniendo como base para este el odio y el amor como las fuerzas iniciadoras del proceso de unión (Leicester, 1967), este es el primer acercamiento hacia el concepto de afinidad y de fuerzas de unión entre partículas que se conoce.

Luego llega el gran filósofo griego Epicuro quien se centra en el estudio de no sólo las partículas que constituyen la materia como lo había estado haciendo la escuela atomista, sino que también busca explicar de forma convincente cómo se unen estas partículas entre sí (Roa Díaz, 2011), Epicuro describe las formas que deben tener estas partículas y que además deben tener fuerzas que las muevan para cuando estas choquen entre sí se pueda dar la unión de las mismas.

Más adelante y en contra posición a las propuestas de la escuela atomista, surge una corriente filosófica que se opone al materialismo, en la que filósofos como Sócrates y Platón, quienes explican la naturaleza del universo recurriendo a procesos intelectuales donde “todas las cosas están combinadas por la inteligencia divina para producir el mejor de los mundos posible” (Roa Díaz, 2011).

Basados en estas ideas y en algunas anteriores a estas, Aristóteles formula un tratado en el que estas ideas tuvieron tanto peso intelectual que dominaron el pensamiento casi por veinte siglos (Roa Díaz, 2011), en el que además de esto, planteaba que todas las cosas materiales estaban formados de los cuatro elementos (agua, tierra, aire y fuego), denominado el principio de los contrarios de Heráclito, Estas ideas serán utilizadas por los alquimistas para explicar la formación de todo tipo de sustancias.

Apareció luego Robert Boyle hacia el siglo XVII y retoma la teoría atómica, “asumiendo que la materia estaba formada por partículas pequeñas, cuya variedad de tamaños, formas y movimientos, les permitían por mutuo ensamblaje ejercer una atracción y afinidad” (Roa Díaz, 2011), eliminando conceptos subjetivos de fuerzas de amor y odio para unir a unas partículas con otras. Estas ideas fueron adoptadas por Isaac Newton. Él supuso que “las partículas se atraían mutuamente con una fuerza tal que cuando la distancia es muy pequeña es extremadamente grande y puede entonces producir transformaciones químicas y llega a ser despreciable a distancias no muy grandes” (Partington, 1945). Dalton pronuncia más adelante su teoría y modelo atómicos, con base en los aportes de Lavosier y su formulación acerca de la ley de las proporciones definidas, además de que trata de demostrar empíricamente la existencia de partículas atómicas.

Luego del descubrimiento de la electricidad, se pasó al estudio de una nueva rama de la química denominada la electroquímica, en la que insidió fuertemente el químico Berzelius, este con sus ideas abordó la relación que existe entre la química y la electricidad de manera holística, tomando los aportes hechos por sus antecesores, la teoría atómica de Dalton y los estudios de Volta y Devy sobre electricidad, para proponer una teoría electroquímica, en la cual se define y se relaciona el enlace químico y la afinidad electrónica de los átomos (Cubillos & Poveda, 1989), en la que formuló la relación de la unión de los átomos a través de fuerzas eléctricas opuestas, en la que cada átomo estaba constituido por dos polos eléctricos, lo que permite así su interacción a través de una fuerza eléctrica positiva y otra fuerza eléctrica negativa, aunque no se podía explicar el enlace químico de todos los compuestos, por ejemplo los formados por un mismo elemento, ya que estos tenían la misma fuerza eléctrica y no se pueden unir de acuerdo a esta teoría (Cruz, Chamizo, & Garritz, 1986)

A mitad del siglo XIX, los químicos Frakland y Kolbe retomaron las ideas de Berzelius y sus investigaciones, para sumarlas a los estudios hechos sobre compuestos organometálicos los cuales dieron origen al concepto de radicales y permitieron identificar que la unión de los átomos no dependía exclusivamente del carácter eléctrico, sino del número de radicales del átomo. (Roa Díaz, 2011), esto fue llamado el “poder de combinación” que más adelante daría origen al concepto de valencia.

Hasta inicios del siglo XX, se retoman los estudios sobre el átomo y su estructura, dándose especial importancia en estos primeros años al descubrimiento del electrón; punto de partida para la representación y fundamentación de diversos modelos atómicos (Roa Díaz, 2011) Un par de años más adelante Gilbert Lewis plantea un modelo atómico, en el cual los electrones se encuentran localizados en unos cubos concéntricos, en el que estableció que: “los electrones de un cubo externo incompleto pueden ser cedidos a otro átomo o pueden recibirse de otro para completar el cubo, explicando así las ‘valencias positivas y negativas’” (Cubillos & Poveda, 1989). Esto se mantuvo durante

más de un siglo, en el cual Lewis trabajó con su recién postulado modelo atómico pero ya con relación a la idea de enlace químico ayudado por el químico suizo A. Werner en 1905, quien es el encargado de proponer una teoría sobre los enlaces coordinados. (Roa Díaz, 2011),

Esto generó una teoría que reforzaba los postulados hechos por Lewis algunos años atrás, sobre que los enlaces entre átomos se deben a atracciones electrostáticas que se dan entre los electrones de la última capa de energía o capa de valencia la cual tiende a formar un número fijo de ocho electrones para generar su estabilidad, este caso se da para todas las sales no orgánicas, mientras que para las sales orgánicas estos electrones se comparten, a lo que se llamó también el enlace covalente (Roa Díaz, 2011). Este modelo ofreció una forma práctica y simple de explicar los enlaces entre átomos de la mayoría de compuestos inorgánicos, pero a su vez también obviaba que los electrones por ser de igual carga eléctrica se repelen lo que hace que estos se muevan, contrario a lo que pensaba Lewis de que estos eran completamente inmóviles.

Más adelante Langmuir modifica el modelo de Lewis tratando de hacerlo más acertado, en el cual propuso que además de los enlaces en los cuales se compartían los electrones, existían unos enlaces nuevos llamados electrocovalentes, además de esto también introdujo los conceptos de isomería y de carga formal (Chamizo J. , 1992), lo que no fue muy claro para los científicos en ese momento, ya que ayudó más a confundir las cosas, por enunciar conceptos que no se conocían hasta el momento.

Thomson también hizo grandes aportes al estudio y entendimiento de los enlaces químicos, este planteó un modelo muy similar al de Lewis, en el cual los electrones se distribuyen de manera uniforme en un átomo cargado positivamente, estos se distribuyen de manera uniforme en todo el átomo (Stoney, 1904) Sumado a esto, había una serie de similitudes con las propiedades periódicas de la tabla hecha por Dimitri Mendeléyev y el orden de los electrones en la última capa energética (Cubillos & Poveda, 1989).

En el siglo XX se plantearon varios modelos atómicos, comenzando con el modelo de Rutherford, en el cual se consideran las partículas subatómicas, como el protón y el electrón, y sus cargas positivas y negativas respectivamente. Esto lo demostró mediante el experimento con una lámina de oro en 1911. También planteó que los electrones se encontraban en la “corteza” o en la “periferia” de este modelo y que por su parte los protones estaban concentrados en una pequeña región en el centro de todo el sistema, donde se concentraba la mayor parte de la masa del átomo. A este pequeño espacio se le denominó como “núcleo del átomo”. (Lifshitz, 1991)

Un par de años después el Físico Danés Niels Bohr, apoyado en las investigaciones de Max Planck y Albert Einstein, estableció que los electrones no podían moverse libremente por todo el espacio alrededor del átomo, sino que estos tenían unas orbitas determinadas a las cuales se les denominó “niveles de energía”. De esta forma un electrón podría absorber o emitir energía de acuerdo al salto cuántico que este diera. (Espinoza, 2004).

En el año de 1916 Arnold Sommerfeld, un físico Alemán, generalizó, a través de la recientemente formulada "teoría relativista" el modelo atómico de Bohr. Sabiendo que el modelo atómico de Bohr era completamente funcional para el átomo de Hidrógeno, pero para los átomos de otros elementos, se podía observar que algunos electrones de un nivel energético igual tenían energías diferentes, lo que evidenció un error en el modelo de Bohr. De allí Sommerfeld concluye en un mismo nivel energético existen otros niveles de menor energía, a los que se llamó "subniveles" (Cubillos & Poveda, 1989). Esto dio lugar al surgimiento de un número cuántico adicional, denominado el número "azimutual" o "número cuántico secundario". Además de esto en este modelo se propone que las orbitas no sean excéntricas, si no, que estas sean semielípticas para los electrones (Garritz, 2006)

Una vez que se introdujo la mecánica cuántica en la explicación de los fenómenos de la teoría atómica, se pudo dar solución a varios de los problemas que presentaban los modelos basados en teorías meramente mecánicas. Hay que tener en cuenta que hubo otra teoría que también aportó en el desarrollo de los modelos atómicos más recientes, esta es la teoría ondulatoria, en la cual se tienen en cuenta la vibración que pueden tener las partículas energéticas. Ambas ayudaron de forma determinante a comprender la teoría de valencia (Roa Díaz, 2011), esto ayudó para poder explicar también las teorías de unión de los átomos y las moléculas, aportando al entendimiento del enlace químico.

Para 1923 y tras varios años de discrepancias entre los físicos y los químicos de la época, Lewis acepta que el átomo está mejor descrito por un modelo que contempla tanto sus propiedades químicas como sus manifestaciones espectrales o propiedades físicas (Chamizo, Garritz, & Cruz-Garritz, 1991). Esto ayudó de forma determinante en el entendimiento definitivo de la estructura atómica y en fortalecimiento de la mecánica cuántica, que se estaba empezando a fortalecer en ese momento.

Es la mecánica cuántica la que se encarga de los cálculos de las cantidades energéticas para la formación de la molécula más simple que es la de Hidrógeno, esto para el año de 1927 por Heiter y London. Haciendo un análisis de las funciones de onda de los electrones de cada átomo de hidrógeno que forman la molécula, cuando se encuentran muy cercanos uno del otro, estos modifican su posición para formar una región electrónica donde se establece una fuerza de atracción de un átomo hacia el otro, definiendo de esta manera lo que se conoce como el enlace covalente (Roa Díaz, 2011) así surge la teoría de Orbital Atómico (OA). Posteriormente algunos científicos y en especial Linus Pauling aplicaron este mismo estudio a algunas moléculas más complejas, lo que hizo que se pudiera formular la Teoría de los Electrones de Valencia (TEV) cuyos postulados se refieren "a la concentración de electrones apareados entre átomos enlazados, a las propiedades direccionales de los enlaces y a la estructura molecular, señalando la importancia de la naturaleza atómica original del sistema" (Furió & Solbes, 2010). En 1932 Linus Pauling propuso el concepto y la primera escala de

electronegatividad, o la tendencia de los átomos a polarizar hacia sí los electrones de otros átomos con los que se encuentran unidos en una molécula (Chamizo, Garritz, & Cruz-Garritz, 1991). Lo que indicaba que cuando se forma una molécula con átomos diferentes hay uno de ellos que tienen la capacidad de atraer los electrones que están. Por otro lado postuló que los electrones se pueden distribuir de forma tal que, la posición en el espacio se puede representar a través de una región de probabilidad, donde se mostraba la posibilidad de formar enlaces químicos (Roa Díaz, 2011).

De forma paralela a la creación de la TEV, Friedrich Hund en 1927 introduce la Teoría de Orbital Molecular (TOM), el cual basándose en los trabajos hechos por el físico Oyvind Burrau en la molécula de hidrógeno, de la cual determinó que “produce valores de energía confiables, usando coordenadas elípticas para los electrones que orbitan alrededor de dos protones” (Heilbron, 2003), Luego en los años 1931 y 1935 Robert Mulliken y Leonard Jones, aportaron al desarrollo de la TOM, ayudando al ajuste de los modelos matemáticos en los que las propiedades atómicas, se ajustaron con una mayor precisión que las arrojadas por las dos teorías anteriores.

Posteriormente en el año 1939 escribe el libro titulado *Naturaleza del Enlace*. Este libro recoge los criterios fundamentales sobre el enlace químico. En el que se define como: “hay un enlace químico entre dos átomos o grupos de átomos en el caso de que las fuerzas que actúan entre estos son tales como para conducir a la formación de un agregado con la suficiente estabilidad para hacer conveniente para el químico el considerarlo como una especie molecular independiente” (Pauling, 1939)

En el siglo XX se proponen varias nuevas teorías, con relación al enlace de los átomos, una corresponde a de los átomos en la molécula (AIM) en la que se expresa que existe una interacción enlazante, en la que se comparten electrones y también una superficie entre ellos (Espinoza, 2004), otra es la teoría funcional de la densidad, fundamentada en las distribuciones de densidad electrónica, la cual no obtuvo importancia inicial entre los científicos contemporáneos a la creación de ella, esto se debió principalmente a la incapacidad para modelar matemáticamente estas relaciones atómicas, por la ausencia de ordenadores y de procesadores de información, recientemente en los años 60, con base en los estudios hechos por Pierre Hohenberg, Walter Kohn y Lu Sham, se pudieron establecer los principios conceptuales de las teorías actuales, que se han fortalecido, entre otros, con los aportes del científico y premio nobel de Química, Walter Kohn, por su teoría funcional de la densidad (Roa Díaz, 2011)

En la actualidad el modelo usado para explicar el comportamiento de los enlaces químicos es muy similar al modelo de Thomson, en el que se asumen unas cargas positivas que se encuentran en un medio “continuo” y otras cargas negativas, de las cuales dependen las anteriores, y que se denominan como cargas puntuales (Espinoza, 2004). Lo que hace que la materia en este momento sea considerada más desde la teoría continua, que desde la teoría atómica discreta, con vacíos en la materia entre las partículas subatómicas.

En estos elementos se nota claramente que existe una idea muy bien formulada acerca de la unión de los átomos y que esta ha venido teniendo una evolución muy importante en cuanto al descubrimiento de todo aquello que constituye a la materia y por lo tanto también de la manera como se enlazan las partes que la conforman; pero al mismo tiempo se generó una dificultad, la de tener la capacidad de dar evidencia visual y también experimental a lo que sucede cuando se unen o se separan estas partículas. Es fundamental entonces, comprobar y modelar a través de ayudas computacionales el comportamiento de la materia a niveles moleculares y atómicos, de esta forma poder comprender las uniones entre estas unidades estructurales, es decir entender el enlace químico.

1.1.3 Tipos de enlace químico

En la naturaleza es poco común encontrar átomos solitarios, sólo los gases nobles y metales en fase de vapor se presentan como átomos aislados, el resto de las sustancias se presentan formando agrupaciones de átomos, en compuestos y moléculas. A continuación se da una explicación breve acerca de los diferentes tipos de enlace que se dan en la naturaleza de las sustancias, esto a la luz de la teoría de Lewis¹ y del estudio de la termodinámica.

Será importante entonces introducir dos términos, el de la longitud del enlace y el de la energía de enlace, entorno de los cuales se va a llevar a cabo la definición de los tipos de enlace. Ambos tienen que ver directamente con el hecho de que siempre que se genera una reacción o un cambio químico hay reorganización de los átomos dentro de una molécula, esta reorganización implica ganancias y pérdidas energéticas, así como también estiramientos o contracciones en la distancia a la que se encuentra un átomo de otro en estas reorganizaciones. Se podría en general hablar de dos situaciones cuando se están acercando dos átomos, la primera es que se produzca una repulsión entre los átomos, lo que haría poco posible el enlace entre ellos y la segunda que se produzca una atracción entre los átomos y que la energía potencial de ambos vaya disminuyendo a medida que se aproximan hasta un punto en el que esta energía es mínima, la longitud a la cual se encuentra un átomo de otro con la cantidad de energía mínima se denomina entonces la "longitud de enlace" y la energía necesaria para formar o para romper estos enlaces formados de la forma más estable posible, se denomina "energía de enlace" (Mondragón, Peña, Sánchez, Arbeláez, & González, 2010).

¹ En el periodo entre 1916-1919 Lewis, Langmuir y Kössel en la cual todos los átomos cuando se unen unos con otros, tienden a tomar la configuración de gas noble.

1.1.3.1 Enlace iónico

A la luz de la teoría de Lewis y de la termodinámica química, se sabe que máxima estabilidad para un átomo se consigue cuando este adquiere la configuración del gas noble más próximo (Mondragón, Peña, Sánchez, Arbeláez, & González, 2010). Por ello, cuando les es posible, los átomos captan o ceden electrones a fin de conseguir su estabilidad. Como consecuencia resultan unas partículas que reciben el nombre de iones. Este tipo de interacciones se producen teniendo dos grupos con cargas opuestas. A estos enlaces se les llama también par iónico o puente salino (Bailar, Moeller, & Kleinberg, 1968). Sin la presencia del agua las interacciones iónicas son muy fuertes; pero, en solución estas interacciones se debilitan debido a la presencia de sales cuyos iones funcionan como cargas contrarias que apantallan las cargas de los iones que estaban presentes en el enlace previamente. Estas interacciones se caracterizan por una diferencia de electronegatividad² alta. No obstante, los enlaces iónicos son muy importantes, por ejemplo en el cloruro de sodio o la sal común es un ejemplo típico de este tipo de enlace.

1.1.3.2 Enlace covalente

Cuando dos átomos se han aproximado a cierta distancia crítica y cuando estos tienen una electronegatividad parecida o igual, estos adoptan una nueva configuración en la que comparten uno o varios electrones, y como consecuencia de esa nueva configuración el estado del sistema formado por los dos átomos es energéticamente más estable, entonces afirmamos que se ha formado un enlace covalente. Por causa de la nueva configuración del sistema de dos átomos y de favorecer su mayor estabilidad energética, los átomos comparten entre sí uno, dos o hasta tres pares de electrones, llevando esto a clasificar al enlace covalente según su multiplicidad u orden como sencillo, doble o triple.

De otro lado estos enlaces también se pueden clasificar por su polaridad, es decir por su capacidad para formar polos uno positivo y otro negativo, de esta forma se les puede denominar como polares y apolares. Los primeros son los que tienen una diferencia de electronegatividad apreciable, la que se obtiene cuando el enlace está formado por dos átomos diferentes, como por ejemplo el enlace del **HCl** (cloruro de hidrógeno), los segundos son enlaces formados por átomos iguales unidos entre sí, como por ejemplo los enlaces en el **H₂**, en este la diferencia de electronegatividad es nula, lo que hace que la sustancia sea completamente apolar.

Existe una tercera clasificación para los enlaces covalentes, aquella que distingue entre los enlaces covalentes coordinados y aquellos que no lo son, Este enlace tiene lugar

² Es la tendencia que tienen los átomos o las moléculas a ganar electrones, cuando están formando un enlace químico.

entre distintos átomos y se caracteriza porque los electrones que se comparten son aportados por uno solo de los átomos que se enlazan. El átomo que aporta el par de electrones se denomina dador y el que lo recibe, receptor (Mondragón, Peña, Sánchez, Arbeláez, & González, 2010), un ejemplo típico de este enlace es el enlace en el NH_4^+ (ión amonio).

Un enlace covalente en una molécula biológica tiene una energía promedio de entre 62.76 y 711.28 Kjoules/mol, dependiendo de los átomos que definen el enlace y de los grupos de átomos que los rodean. La energía térmica promedio en los organismos vivos es de sólo 2.51 Kjoules/mol, por lo que la colisión azarosa de dos moléculas bajo estas condiciones energéticas es incapaz de escindir el enlace covalente entre dos átomos (Rincón, 2005), esto garantiza la estabilidad de las moléculas biológicas, de modo que las fluctuaciones térmicas no afectan su estructura y funcionalidad.

Del enlace covalente, se puede obtener una de las aplicaciones más importantes que puede llegar a tener este y la relacionar ciertas propiedades de una molécula por la forma en la que están unidos los átomos que la conforman. Un átomo específico sólo permite formar enlaces covalentes siguiendo una distribución espacial particular: por ejemplo, los posibles cuatro enlaces de un átomo de carbono determinan una disposición espacial en forma de tetraedro, mientras que los tres del nitrógeno determinan una disposición en forma de pirámide. Una vez que dos átomos se unen en un enlace covalente, ya no pueden moverse libremente sobre su eje de enlace, lo que limita la conformación tridimensional de la molécula, a todo lo anterior se le denomina como geometría molecular o arquitectura molecular.

1.1.3.3 Enlace metálico

Un tipo particular de enlace, es el metálico, el cual tiene unas características muy diferentes a la de los enlaces iónicos y los enlaces covalentes, ya que los átomos de los metales se caracterizan por tener pocos electrones en su último nivel o capa de valencia. Como consecuencia, no es posible la formación de moléculas ya que los átomos no disponen de suficientes electrones en su capa externa para que la molécula cumpla con la configuración energética más estable, que es la del gas noble más cercano a este. (Mondragón, Peña, Sánchez, Arbeláez, & González, 2010). Un ejemplo de este tipo de enlace es el enlace entre los átomos de cobre para formar el cobre sólido.

1.2 Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje del tema del enlace químico

La enseñanza de las ciencias naturales en el país y en la mayoría de los países del mundo, busca, como bien lo dice el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en el documento de los lineamientos curriculares para Ciencias Naturales, dos metas de manera principal; primero, a través del concepto del mundo de la vida de Husserl, intentar lograr que el ser humano que es el centro de todo el concepto, pueda explicar la naturaleza y los fenómenos que ocurren dentro de ella, teniendo siempre en cuenta por parte del educador los conocimientos que cada uno de los estudiantes traen consigo, bien sea por la educación previa o simplemente producto de su experiencia científica, esa que todos tienen en varios momentos de la vida pero que sólo con la orientación adecuada pueden convertirse en conocimiento y en aprendizaje. Segundo, analizar el conocimiento común y sus implicaciones en los avances de la ciencia y de la tecnología, en la sociedad, en el medio ambiente y la calidad de vida humana.

Desde que el ser humano empieza a interactuar directamente con su entorno, también comienza a hacerse preguntas, tratando de entender por qué y cómo funcionan u ocurren aquellos acontecimientos que se dan a su alrededor, que de forma espontánea se pueden comprobar mediante la utilización de evidencias sensoriales. Es allí donde nacen todos los grandes y pequeños científicos (Roa Díaz, 2011), con un inicio común para todos, se podría decir que todos están o estuvieron naturalmente motivados a estudiar el mundo que los rodea. Lamentablemente esto va perdiendo sentido para los estudiantes a medida que van creciendo en experiencia y en conocimientos, ya que también va creciendo el grado de complejidad de los conceptos científicos; con esto se incrementa la dificultad para poder validar de forma experimental esos conceptos, un ejemplo muy concreto es el tema de este trabajo, el enlace químico.

Se han evidenciado una serie de dificultades en el aprendizaje y la enseñanza del tema, por ejemplo se encontró que el enfoque pedagógico tradicional para la enseñanza del enlace químico es a menudo demasiado simplista y no está alineado con los modelos científicos más actuales (NAHUM, MAMLOK, HOFTEIN, & KRAJCIK, 2007). Unido a esto se encontró que existe una gran cantidad de errores conceptuales que se dan al momento de enseñar el tema del enlace químico (Ozmen, 2004) (Riboldi & Pliego, 2004) en el cual se describe como los estudiantes que van a comenzar sus estudios universitarios tienen dificultades serias en la comprensión y el aprendizaje del concepto básico de enlace químico, siendo esto una causa de deserción académica considerable.

En este mismo sentido se encontró que concepciones erróneas de los estudiantes antes o después de la instrucción formal se han convertido en una gran preocupación entre los investigadores en enseñanza de las ciencias, ya que influyen en cómo los estudiantes aprenden nuevos conocimientos científicos, desempeñan un papel esencial en el aprendizaje posterior y se convierten en un obstáculo para la adquisición correcta del cuerpo de conocimientos (Ozmen, 2004).

De otro lado haciendo un análisis de la experiencia profesional en la labor de enseñanza de la química se han podido detectar problemas en la enseñanza y el aprendizaje como los siguientes:

- La falta de estrategias efectivas para la enseñanza del tema del enlace químico, las que hacen que se conserven aún muchas tendencias anticuadas que poco motivan a los estudiantes y que no representan los avances y descubrimientos científicos actuales, por ejemplo la enseñanza propiamente dicha del concepto del enlace químico desde la representación gráfica lineal y en 2D (dos dimensiones), que provoca en los estudiantes la falsa percepción gráfica de estas.
- El alto nivel de complejidad para los procesos de aprendizaje de los estudiantes en el tema de enlace químico, por ejemplo enseñar el enlace químico a partir de conceptos tan complejos como la densidad de carga y el modelo atómico propuesto por Schrödinger.
- La dificultad de poder representar de manera real los enlaces químicos y la geometría de las moléculas, por ejemplo la representación visual de las moléculas orgánicas, como las proteínas que forman el ADN (Ácido Desoxiribonucleico).
- La poca profundidad con la que se trabaja al momento de enseñar la unidad de enlace químico. De acuerdo a los programas curriculares y a los estándares del MEN.
- La falta de utilización de las TIC en la enseñanza de la química y el modelamiento de moléculas.
- La falta de motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias y más aún de las cosas que no se pueden ver en la realidad.

De todo lo anterior nace la motivación de trabajar la enseñanza del tema del enlace químico, tema que hace parte de las unidades temáticas de todos los currículos de educación media en el nivel de décimo grado, de acuerdo a los estándares de ciencias naturales - química, elaborados por el Ministerio de Educación Nacional. Debido a esto se quiere brindar una estrategia novedosa para ello a través de la utilización de nuevas estrategias que involucren el uso de las TICs representados en los computadores personales y en paquetes informáticos. Si se tiene en cuenta que este es un tema que se estudia de manera somera o muy superficial en los colegios y que además tiene un grado de complejidad alto, en cuanto a su contenido conceptual, el cual se imparte de manera puramente teórica, dado que los modelos representacionales con los que enseña, no permiten la experimentación y estas modelaciones a escala real son bastante

aproximadas y no dan cuenta exacta de la geometría y la ubicación de los átomos en una molécula, más aun, cuando se trata de representar el enlace químico como una unión sólida a sabiendas de que este es una unión por fuerzas de atracción electrostática o electromagnética, es decir, mediante fuerzas que no son de contacto, dependiendo del tipo de unión que se dé entre ellos. Lo anterior lleva a la necesidad de proponer nuevas estrategias de enseñanza de la temática del enlace químico, en la que se pueda mostrar el comportamiento real de los átomos entre sí cuando están en el interior de una molécula, y allí entra la posibilidad que nos ofrecen los paquetes informáticos de modelación y de simulación gráfica como por ejemplo el Spartan® y los recursos virtuales.

Actualmente se encuentra a disposición de la mayoría de estudiantes y de docentes, en todas las Instituciones educativas del departamento de Antioquia o en su gran mayoría, la posibilidad de acceder a un computador personal, además de que estamos en una etapa de masificación de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) impulsada decididamente desde todos los miembros de nuestros gobiernos tanto locales como regionales y nacionales.

De acuerdo a las razones que se exponen en los párrafos anteriores, traemos la idea de utilizar las TIC para generar estrategias novedosas de enseñanza del enlace químico, haciendo uso de simuladores como es el caso del *Spartan®*, para representar mediante modelos computarizados de manera mucho más real, los enlaces químicos en las moléculas; por lo que se da la propuesta de diseñar una unidad didáctica para la enseñanza del tema del enlace químico, a través de las TIC's.

1.3 Antecedentes

Desde hace varios años, se viene pensando y trabajando en la implementación de la enseñanza que sea permeada por los recursos informáticos y virtuales, como resultado a los bajos niveles de aprendizaje de los estudiantes de nivel de secundaria en todo el mundo. En un recuento histórico sobre la evolución de las TIC, Jiménez-Valverde y Llitjós-Viza (2006), afirman que la implementación de un nuevo recurso en el contexto escolar genera inicialmente un interés y entusiasmo, que disminuye con el tiempo. Este desinterés a veces puede aparecer como respuesta al desarrollo de recursos con mayores utilidades, más económicos y prácticos que otros. Así, en el caso de la Internet, su uso en un comienzo se limitó a la búsqueda de información, pero actualmente su uso se va extendiendo y puede llegar a convertirse en una herramienta fundamental en la enseñanza de la química (Daza Pérez E. , y otros, 2009). A continuación se presentan algunos de los trabajos más importantes en cuanto a los antecedentes de los problemas de enseñanza de la química y de los estudios de experiencias basadas en la enseñanza de la química a partir de recursos informáticos y virtuales, en los que está basado el presente trabajo.

- I. (Ozmen, 2004) ***Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding***, En el que se estudia a manera profunda la necesidad de mejorar la enseñanza de los conceptos básicos en Química en cuanto a los Enlaces Químicos, ya que generan muchos errores conceptuales, de igual manera se identifican errores conceptuales en muchos de los textos escolares de educación básica en los Estados Unidos. En el estudio se encontró por ejemplo, que con respecto al tema del enlace químico hay errores conceptuales bastante graves en cuanto a la forma en de las moléculas, la cual para muchos de los estudiantes sólo depende de la repulsión entre los pares de enlaces o entre los pares de electrones no enlazados, o que la forma de la molécula depende solo de la polaridad de esta.
- II. (Daza Pérez E. , y otros, 2009) ***Experiencias de Enseñanza de la Química con el apoyo de las TIC***, En las que se trabaja con un conjunto de variadas posibilidades de aplicaciones de TIC's en la enseñanza de forma de la Química en el Siglo XXI. Desde el trabajo cooperativo de investigadores y docentes de Colombia, México, España y Bélgica. Por ejemplo se hace énfasis en el trabajo con simulaciones por ordenadores, los cuales permiten representar de forma gráfica una gran cantidad de procesos fisicoquímicos. Estos permiten la posibilidad de ir modificando una propiedad del proceso o sistema y ver de manera simulada que ocurre con el resultado de esos cambios lo que las hace una herramienta altamente rentable y práctica.
- III. (Cataldi, Dominghini, Chiarenza, & Lage, 2012) ***TICs en la enseñanza de la Química: Propuesta de Evaluación Laboratorios Virtuales de Química (LVQs)***, En el que se propone a Los LVQ's como las nuevas formas de enseñanza de la química a través del uso de TICs. En este contexto se presenta el relevamiento de los laboratorios virtuales de química (LVQ's) más apropiados para la enseñanza de la química. Se analizan las ventajas de su aplicación en química básica y se delinear las pautas para su evaluación y selección de acuerdo a los indicadores propuestos, articulados con el marco teórico y con las dimensiones de análisis. En este trabajo se busca mostrar las bondades de los laboratorios virtuales, en cuanto a aspectos como, el reducido tiempo para realizar prácticas de laboratorio en los currículos escolares, la falta de recursos para mantener en operación un laboratorio físico, el elevado número de estudiantes en los grupos para hacer prácticas presenciales y los riesgos que esto puede generar, la contaminación ambiental que generan los residuos que se derivan de las prácticas de laboratorio. Todo lo anterior promueve el trabajo seguro y la posibilidad de repetición de los procedimiento, favorecer el trabajo colaborativo, disminuir los costos de mantenimiento, llevar el laboratorio a todas partes incluso a las casas de los estudiantes.

-
- IV. (Villaro Ábalos, 2012) ***Ideas Previas sobre Átomos y Enlaces Químicos. Desarrollo de una Estrategia Didáctica en Educación Secundaria.*** En las que se proponen estrategias novedosas para la enseñanza de un tema complejo en estudiantes y profesores, como es el Enlace Químico, desde un trabajo de grado de maestría. En el cual se tratan entre otros temas una unidad didáctica para la enseñanza del tema del enlace químico, partiendo de la noción de la materia a como una agrupación de partículas fundamentales, como lo son los átomos, luego se dan una serie de propuestas de actividades prácticas para la enseñanza del tema y las competencias que se pretenden lograr en las instituciones educativas de educación media.

2.La didáctica en la enseñanza con la utilización de las TIC's

Hay una dificultad asociada a los conceptos implícitos a la comprensión del enlace químico, ya que estos no hacen parte del lenguaje común, no se encuentra relación alguna con la vida cotidiana y se requiere de conocimientos estructurados y con cierto grado de complejidad y abstracción, conceptos propios de la termodinámica y de la física para su entendimiento adecuado. Todo esto hace que la apropiación de estos conceptos y su organización en la red conceptual del estudiante sea bastante compleja de llevar a cabo. Debido a esto, para su aprendizaje se debe recurrir a elementos pedagógicos y didácticos que incentiven la autonomía en la adquisición del conocimiento, el interés del estudiante hacia el tema y a su vez le facilite la aproximación conceptual a este (Roa Díaz, 2011), de aquí que la planeación adecuada de las estrategias de enseñanza y de aprendizaje sean fundamentales, dado que en las relaciones al interior del aula entre docente y estudiante, no se limitan sólo a una transmisión de conocimiento de uno a otro, sino que existen dinámicas que deben ser exploradas y explotadas para que el proceso tenga un final satisfactorio.

Las tendencias pedagógicas actuales muestran un creciente interés entre los didactas y psicólogos de la educación por alejarse cada vez más de los modelos puramente instructivos para centrarse en el estudio y comprensión del propio proceso de aprendizaje. La idea detrás de este movimiento es bien clara: cualquier intento por perfeccionar la enseñanza en aras de lograr mayor efectividad en la misma, tiene que transitar irremediamente por una mejor, más clara y exhaustiva comprensión del aprendizaje, y de lo que va a ser aprendido (Valcárcel y Verdú, 1996).

La propuesta didáctica y pedagógica en el presente trabajo tiene fundamentos en aspectos principales como la teoría del constructivismo cognitivo y el aprendizaje significativo, teniendo en cuenta la transposición didáctica. Todos estos elementos se asocian y se conjugan para ser la base de la planeación y organización de una unidad didáctica que favorezca el aprendizaje del concepto del enlace químico.

El constructivismo ha tenido acogida en las esferas académicas y pedagógicas al plantear una revolución cognitiva en la manera de comprender el proceso de aprendizaje, al concebir “a los niños y los maestros actuando, pensando, investigando y creando a la manera de investigadores de punta” (De Zubiria, 2006), de esta manera, se ha consolidado en las últimas décadas como un dogma educativo, y como tal, acorde a lo planteado por Julián De Zubiria, uno de sus principios epistemológicos determina que el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, y por lo tanto, su aprendizaje es una construcción idiosincrásica, en donde las construcciones previas inciden de manera significativa en los nuevos aprendizajes.

2.1 El modelo constructivista

Las raíces del constructivismo nacen de disciplinas y ciencias principales como lo son, la filosofía, la sociología, la psicología y la educación. La idea central es que el aprendizaje humano se construye, que la mente de las personas elabora nuevos conocimientos a partir de la base de enseñanzas anteriores (Hernández Requena, 2008). En este modelo se modifica el papel del estudiante como mero ente pasivo que recibe la información del docente, para convertirse en un actor principal del proceso de aprendizaje completamente activo y participe directo de su de su formación. Esto se hace dejando de lado los modelos anteriores (que también actualmente se aplican en muchas de las instituciones educativas del país), en el cual el protagonista del proceso de enseñanza es el docente y que se limita a cumplir una transmisión de la información que quiere que sus estudiantes reciban, ahora en el constructivismo se propone que sea el estudiante quien construya este conocimiento, en otras palabras que sea éste quien lo encuentre.

En palabras de Piaget el individuo construye su propio conocimiento a partir de su experiencia, con lo cual genera modelos mentales que se van convirtiendo más adelante en procesos más complejos que terminan con la asimilación y la fijación (Piaget, 1978). Por su parte Vygotsky, desde su interpretación del constructivismo social en el cual todo proceso de formación cultural está permeado por dos instancias, una primera denominada interpsicológica que se refiere a las relaciones entre varias personas, y otra denominada intrapsicológica que hace referencia al propio individuo. Estas acciones relacionales son las bases para el crecimiento de todas las funciones superiores del ser humano (Vygotsky, 1978).

En el constructivismo cognitivo de acuerdo con lo que dice Piaget, existen dos principios fundamentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el aprendizaje como proceso activo y el aprendizaje completo, auténtico y real (Piaget, 1978).

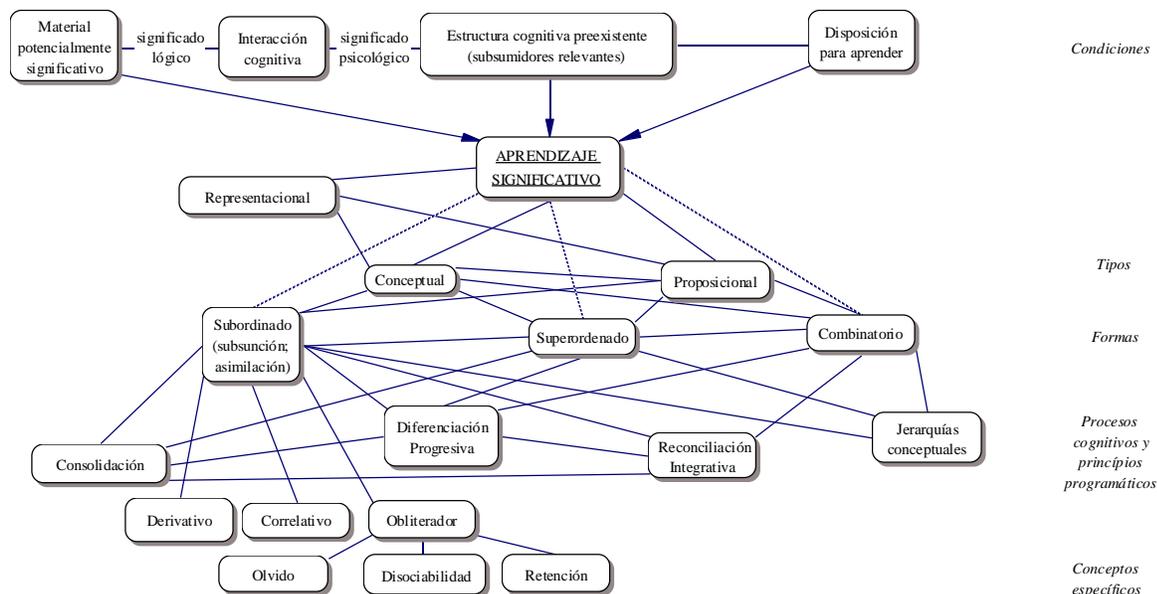
En el aprendizaje activo, prima la falta de pasividad tanto de aquel individuo que aprende como del que enseña, esto para facilitar la asimilación y el alojamiento del conocimiento, esto se puede lograr mediante la presentación de la información, lo cual es muy

importante para el proceso, esto debido a que si se presenta la información tal y como es, no se puede aprender, por esto es mejor cuando la información se presenta como la solución a un problema es más adecuada y se fijará mejor en el cerebro del aprendiz.

En el segundo principio, el aprendizaje como proceso activo y el aprendizaje completo, auténtico y real, expresa que cuando los conceptos se construyen a medida que el individuo se relaciona con su entorno a través de la experiencia y de sus sentidos, esto sugiere que se implementen modelos en los que se reduzca el trabajo repetitivo e individualista, para ser cambiado por trabajo grupal y con materiales potencialmente significativos, que incluyan ejemplos que se refieran a lo que se quiere enseñar, esto hará más fácil el aprendizaje.

Teniendo en cuenta lo antedicho, el aprendizaje es relevante en la medida que lo aprendido se asocia e integra de forma estable y perceptible a los conocimientos previos, y a su vez, permita ser aplicado a otros contextos, brindando una utilidad tangible, generando de esta manera una motivación hacia el conocimiento, entonces bajo estas condiciones establecidas se habla de un aprendizaje significativo, cuyas características se ilustran en la figura 3.

Figura 3: Elementos principales del Aprendizaje Significativo (Moreira)



Al observar las características del aprendizaje significativo, se aprecia la importancia dada a los preconceptos y conceptos, los cuales establecen asociaciones mediante relaciones de significado, consecuentemente, se amplían las redes conceptuales y a su vez se genera un patrón temático, entendido este último, como "el patrón de

vinculaciones entre los significados de palabras en un campo científico. Éste es un patrón de relaciones semánticas que describe el contenido temático, el contenido científico de un área del conocimiento en particular” (Lemke, 1997), lo cual permite entablar un diálogo sobre ciencia en el aula, empleando un lenguaje científico, transformando de esta manera el lenguaje dentro de esta.

El rol directivo asumido por el profesor le permite ejercer su liderazgo, en cuanto es el responsable de seleccionar los organizadores previos (entendidos estos como el material de enseñanza que relaciona las ideas previas con los nuevos conceptos) y los instrumentos cognitivos que va a enseñar, es decir los conceptos y las proposiciones que considera son más pertinentes, en este punto es importante, tener en cuenta que el maestro realiza un proceso para convertir un saber científico en otro para ser enseñado y aprendido, de esta manera, un contenido que ha sido designado como saber a enseñar, sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para ocupar un lugar entre los objetos de enseñanza. El “trabajo” que transforma un objeto de saber en un objeto de enseñanza, es denominado transposición didáctica” (Chevallier, 1998).

La transposición didáctica requiere del docente la constante actualización disciplinar y una reflexión de los aspectos epistemológicos e históricos sobre el tema a enseñar, que le permita tener un criterio claro y preciso para realizar una adecuada selección de los contenidos científicos, esto “no implica deformar o transformar mediante simplificaciones torpes los principios científicos, lo cual producirá, sin duda, “vicios” difíciles de corregir posteriormente” (Ministerio de Educación Nacional (Colombia), 1998), de lo antedicho se desprende que, el profesor actúa como un mediador entre el saber sabio y el saber enseñado, en pro del establecimiento de un dialogo que aproxime el lenguaje blando del conocimiento común al lenguaje duro propio de la ciencia que es más preciso, coherente y conexo.

2.1.1 Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación

Las nuevas tecnologías han permeado casi todas las disciplinas y ciencias en el mundo actual, se pueden contar avances tecnológicos en campos tan variados como la medicina, la ingeniería, la agricultura, entre muchas otras, y naturalmente también lo ha hecho en la educación, esto debido a la capacidad que tienen en crear, mejorar y dominar el conocimiento en la sociedad actual, esto ha influido de forma definitiva en el crecimiento económico a nivel mundial. En los últimos años las TICs han ayudado a mejorar y cambiar drásticamente sobre todo la forma en la que se comunican las personas entre sí y a su vez la manera como pueden acercarse a la búsqueda de nueva información, de manera que han ampliado la capacidad de las personas a acceder de

una manera más directa a casi toda la información en pocos segundos, esto hace parte de la globalización en la que está el mundo de hoy.

Con respecto a la educación se puede decir que los roles más importantes en los cuales han influido las TIC, son tres; 1) su naturaleza; 2) el lugar y la forma donde se realiza; 3) el papel a desempeñar por los estudiantes y los profesores en tal proceso. (Hernández Requena, 2008).

Dentro de las características y herramientas que ofrecen las TIC en la educación con relación al proceso de aprendizaje de todos los estudiantes están las siguientes: inmaterialidad, interactividad, elevados parámetros de calidad de imagen y sonido, instantaneidad, digitalización, interconexión, diversidad e innovación (ATTES, 2003). Todas estas herramientas le permiten a los estudiantes oportunidades tan variadas como crear y comprobar modelos, fenómenos y procesos, desde el mundo digital y virtual, hasta llegar a desarrollar la creatividad sin límite con el fin de crear nuevas ideas y de generar por sí mismo conocimiento; lo cual se puede hacer pasando por etapas intermedias como las de interactuar con otros individuos y de poder modelar fenómenos que no se pueden ver en el mundo real, siendo este el caso de los enlaces químicos, los cuales a nivel molecular actualmente no son observables, además de esto otro aspecto de suma importancia dentro del tema es la forma en la que se enlazan los átomos al formar moléculas, cosa que no se puede comprobar en la actualidad ni con el microscopio más potente del planeta. Es así como las nuevas tecnologías ayudan al aprendizaje y permiten que este sea un aprendizaje significativo, convirtiendo el medio en el material que aporta significativamente a este aprendizaje.

Varios investigadores han fijado sus investigaciones en relación al trabajo de profesores que utilizan el modelo constructivista en sus clases apoyados por las TIC y los que no lo hacen, lo que se ha descubierto en estos trabajos de investigación es que los computadores personales son los mediadores perfectos para este tipo de aprendizaje, ya que proveen la posibilidad a los estudiantes de que puedan crear, expresar y demostrar todo tipo de nuevo conocimiento. A esto se le suma la posibilidad de hacer procesos colaborativos en línea, que permiten responsabilizar tanto a profesores como a estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. La relación entre los computadores y el constructivismo parece ser la combinación perfecta, de acuerdo a este estudio, la causa de esto podría ser la posibilidad ilimitada de acceso a la información que le ofrece al estudiante derribando las barreras que se le pueden llegar a presentar en cuanto a las consultas e investigaciones que quiera realizar o simplemente reforzar los conocimientos que ya tiene en su mapa conceptual. También le hace más fácil el poder compartir información de manera ágil e instantánea con otros estudiantes, incluso con sus profesores, los que a su le permiten llegar a enriquecer su discurso y también sus

conceptos e ideas, sacándolo del entorno meramente escolar y posibilitando su contacto con el mundo real de la información (Hernández Requena, 2008).

Otros investigadores expresan que los sistemas informáticos, adecuadamente configurados, son mucho más poderosos que estos materiales que pueden ser utilizados para proporcionar representaciones del conocimiento tradicional que no sólo se diferencia simplemente de aquellos normalmente presentados pero más accesibles y significativos para los estudiantes (Papert, 1993).

Finalmente entonces, se puede decir que los próximos pasos en la investigación se pueden agrupar de acuerdo a los objetivos siguientes: a) analizar las estrategias didácticas docentes y la percepción en el uso de las TICs y b) delinear acciones formativas en didáctica de la química con uso de TICs, que es lo que pretende alcanzar el presente trabajo.

3.La unidad didáctica

Para Escamilla la unidad didáctica se puede definir como: “Una forma de planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje alrededor de un elemento de contenido que se convierte en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significatividad. Esta forma de organizar conocimientos y experiencias debe considerar la diversidad de elementos que contextualizan el proceso (nivel de desarrollo del alumno, medio sociocultural y familiar, Proyecto Curricular, recursos disponibles) para regular la práctica de los contenidos, seleccionar los objetivos básicos que pretende conseguir, las pautas metodológicas con las que trabajará, las experiencias de enseñanza-aprendizaje necesarios para perfeccionar dicho proceso” (Escamilla & Escorza, 2009).

Para la planeación de unidad didáctica en el contexto de la enseñanza de la Química en la cultura moderna, vale la pena tener en cuenta que la didáctica enfatiza en la importancia de ayudar a los estudiantes a entender, manipular y traducir entre diferentes tipos de representaciones, icónicas y simbólicas, de la estructura atómica y molecular de las sustancias (Gilbert & Treagust, 2009). Allí radica la importancia de la utilización de medios tecnológicos

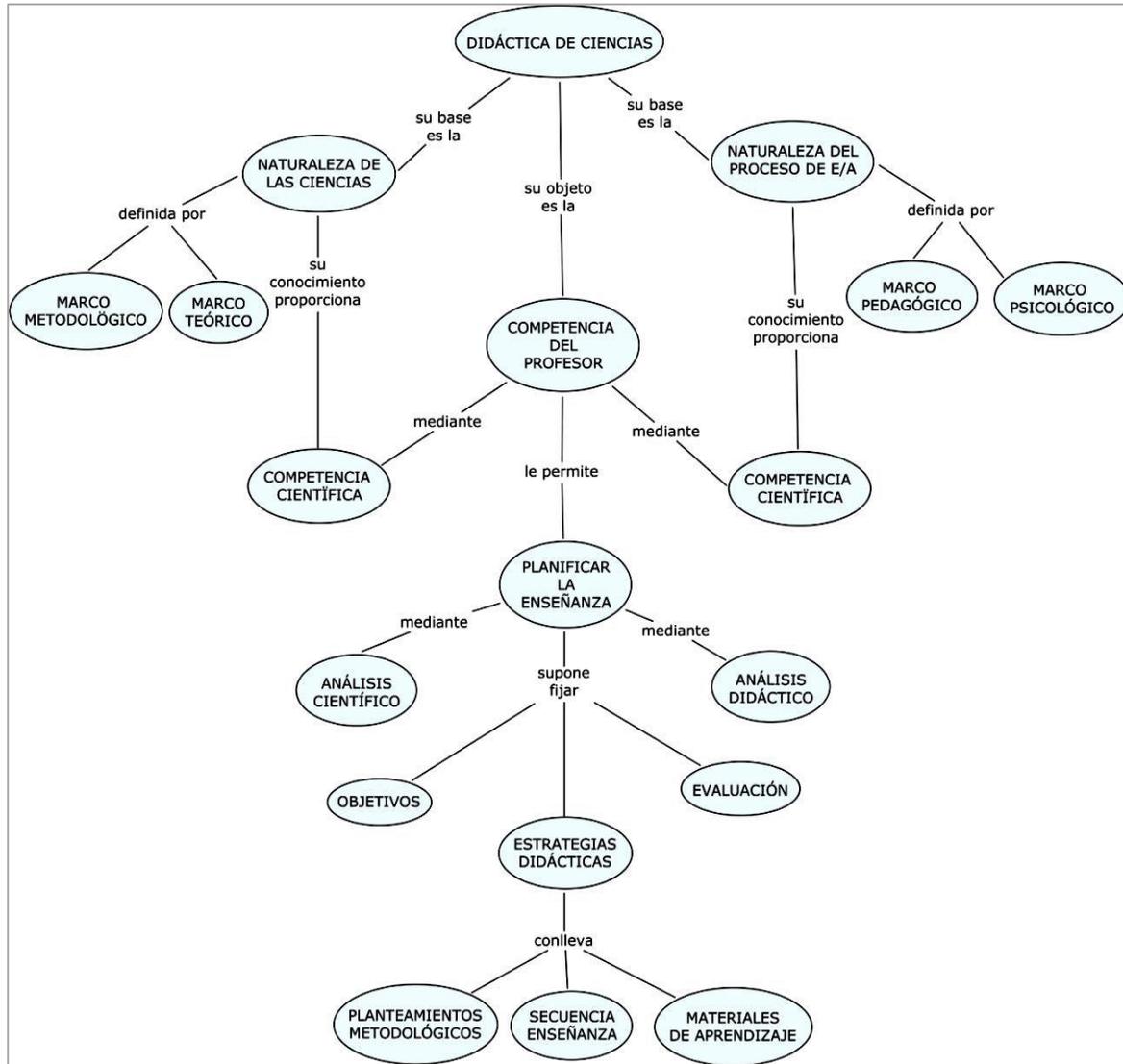
El modelo seleccionado para el diseño de la unidad didáctica tiene “un doble propósito: proporcionar las referencias teóricas que puedan fundamentar la toma de decisiones del profesor en la planificación y facilitar un procedimiento para abordar cada una de estas tareas” (Sánchez & Valcárcel, 1993), por esta razón se presenta el análisis científico y didáctico, selección de objetivos, selección de estrategias didácticas y de evaluación, como las cinco tareas necesarias en el diseño de unidades didácticas.

3.1 Análisis científico

Los contenidos científicos necesarios para generar una aproximación al concepto moderno y lograr la comprensión del enlace químico, fueron seleccionados teniendo en cuenta, en primera instancia, los aspectos de identificación e interpretación de los procesos físico-químicos implícitos en la formación del enlace y, segundo, su aplicación al campo científico. De este modo se facilita la adquisición de nuevos elementos conceptuales significativos, pertinentes en la modificación de los esquemas conceptuales y a su vez amplían el patrón temático, permitiendo su aplicación a otros contextos, siempre teniendo en cuenta el potencial de la utilización de los medios tecnológicos para obtener un mejor resultado en el proceso, en este caso se utilizarán recursos en línea

como los: Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVAs), páginas web y Software de modelación Gráfica.

Figura 4: Mapa conceptual de la didáctica de ciencias (Sánchez & Valcárcel, 1993).



Teniendo en cuenta lo anterior, se plantean cinco preguntas claves, alrededor de las cuales se trabajan y sintetizan en un cuadro, los procedimientos científicos apropiados para avanzar en el aprendizaje significativo del concepto de enlace y a su vez que permitan la inclusión del trabajo con los mediadores tecnológicos para que estos se conviertan, dentro del proceso, en un material potencialmente significativo para el estudiante (Tabla 1)

Tabla 1: Contenidos científicos de la unidad didáctica de enlace químico (De Pro Bueno, Sánchez, & Valcárcel, 1997)

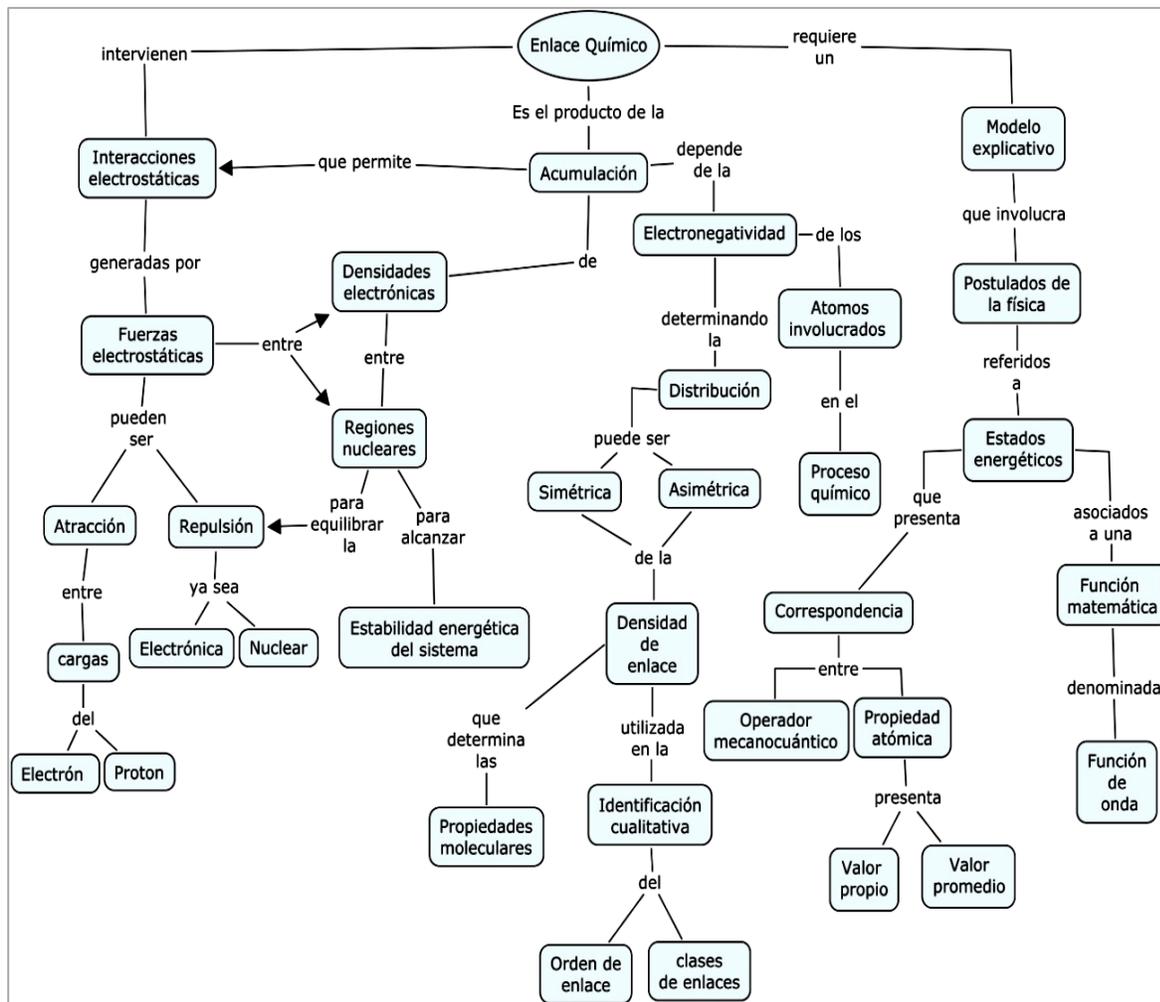
Aspectos de identificación	Contenido	Procedimientos científicos
<p>¿Qué sucede cuando un átomo está próximo a otro?</p> <p>¿Por qué se puede aproximar los átomos?</p>	<p>Interacción, principios electrostáticos, estados energéticos, operadores mecánico cuánticos, densidad de probabilidad.</p>	<p>Descripción del comportamiento del electrón, a partir de los OVAs de la página web de Química de la Universidad Federal do Ceará³.</p> <p>Elaboración de un modelo explicativo sobre el concepto de fuerza de enlace.</p> <p>Reconocimiento de los factores que permiten la interacción electrostática.</p> <p>Realización de una experiencia sencilla sobre interacciones electrostáticas con el software de Spartan^{®4}.</p>
Aspectos de interpretación		
<p>¿Qué es el enlace químico?</p> <p>¿Qué ocurre en la generación de un enlace químico?</p>	<p>Densidad de carga, clase y orden de los enlaces, reacciones exotérmicas y endotérmicas</p>	<p>Interacción con las herramientas de los recursos web de la página de universidad de Federal do Ceará¹.</p> <p>Utilización del modelo basado en el software Spartan^{®2} para explicar el enlace químico.</p> <p>Consulta de fuentes de información sobre aspectos históricos y formales del enlace en la web.</p>
Aspectos de aplicación		
<p>¿Qué nos puede explicar la formación de un enlace químico?</p>	<p>Propiedades moleculares y reactividad, termodinámica (absorción ó emisión de energía)</p>	<p>Establecimiento de predicciones a partir del modelo basado en la densidad de carga con el software Spartan[®].</p> <p>Consulta de fuentes de información sobre las propiedades moleculares y la reactividad en la web.</p> <p>Reconocimiento de la utilidad de los contenidos implícitos en el enlace químico, para mejorar procesos.</p>

Una vez escogidos los contenidos, es necesario priorizar y jerarquizar los conceptos y las relaciones principales establecidas entre ellos, delimitando el esquema conceptual como se aprecia en la figura 5, de esta manera, así como lo expresa Sánchez y Valcárcel se ayuda a seleccionar los materiales de enseñanza y a orientar la ruta del aprendizaje.

³ Disponible en línea en: <http://www.quimica.ufc.br/>

⁴ Wavefunction Inc, Disponible en línea en: <http://www.wavefun.com/products/spartan.html>

Figura 5: Esquema conceptual del enlace químico. (Sánchez & Valcárcel, 1993)



3.2 Análisis didáctico

Las dificultades presentes en el aprendizaje del concepto de enlace químico, se deben tener en cuenta al momento de elaborar la unidad didáctica, por ello, de acuerdo con el modelo de Sánchez y Valcárcel, es importante delimitar los condicionantes del proceso enseñanza y aprendizaje, esto se logra al determinar las ideas previas y las exigencias cognitivas de los contenidos, es decir, conocer las características cognitivas de los estudiantes.

La revisión bibliográfica muestra que algunos estudios están enfocados a determinar las ideas previas de los estudiantes con respecto a los contenidos científicos implícitos en el enlace químico, de estos se toman como muestra representativa los trabajos de (Riboldi

& Odetti, 2004), (Ünal, Calik, Ayas, & Coll, 2006) a partir de los cuales se indaga, recaba y recopila información acerca de las ideas alternas, con miras a tener una aproximación a los posibles problemas de aprendizaje del tema (Anexo A).

Las exigencias cognitivas para el aprendizaje del enlace químico, implican la comprensión previa de una serie de conceptos como carga, interacción, fuerza electrostática, energía, reacciones exotérmicas y endotérmicas, átomo, propiedades atómicas, además de un nivel de abstracción que permite asociar la estructura atómica, intercambio de energía, interacciones y fuerzas físicas con los enlaces que establecen los átomos. Toda formación de un enlace químico está asociada a cambios en densidad de carga y a intercambios de energía. La formación de un enlace entre átomos simples siempre está asociada con una liberación de energía en forma de calor.

3.3 Selección de objetivos

La formulación de los objetivos de la unidad didáctica corresponden a las capacidades que se espera desarrollar en los alumnos como consecuencia del aprendizaje del concepto de enlace químico, por ello, el objetivo general es lograr una aproximación al concepto moderno y unificado de enlace químico, a partir de la relación entre los principios físicos, termodinámicos y la estructura atómica, mediados por el uso de herramientas tecnológicas y de fácil acceso para los estudiantes.

En la consecución de este objetivo, se requiere el desarrollo de los siguientes objetivos específicos:

- Describir el comportamiento del electrón a partir de ideas previas, mediante un modelo explicativo que se base en la utilización de recursos TICs.
- Reconocer el enlace químico como el resultado de las interacciones electrostáticas, presentes en sistemas físicos atómicos.
- Reconocer que los modelos explicativos sobre el enlace químico son el producto de la evolución de las ideas científicas construidas por el ser humano a través del tiempo.
- Elaborar un modelo basado en la densidad de carga que explique la formación del enlace químico utilizando el software de modelación químico Spartan® (Wavefunction, 2013).
- Utilizar el modelo explicativo hecho con el Software, para predecir las propiedades moleculares y la reactividad de las sustancias.

3.4 Selección de estrategias didácticas

La estrategia didáctica propende el logro de los objetivos propuestos en la unidad didáctica a través de una serie de acciones, las cuales contemplan: planteamiento

metodológico, secuencia global de enseñanza, actividades de enseñanza y materiales de aprendizaje.

El planteamiento metodológico requerido en la consecución de un aprendizaje significativo demanda una metodología interestructural, que considera los aspectos epistemológicos y psicológicos de los estudiantes, su estructura cognitiva previa, la asimilación de los nuevos conceptos relevantes en el desarrollo de la temática y por último la evaluación de los niveles de inclusión y relación de los conceptos adquiridos con los demás conceptos de la estructura cognitiva.

La secuencia global de enseñanza permite concretar los procesos empleados para llevar a cabo los planteamientos metodológicos y a su vez precisar la distribución de los contenidos científicos en el desarrollo del esquema conceptual esbozado. Para el caso de la presente unidad didáctica se toma como referencia la secuencia planteada por Sánchez y Valcárcel. El seguimiento de una secuencia implica el desarrollo de actividades y el empleo de materiales de aprendizaje, cuya intencionalidad está definida acorde a la fase de la secuencia en la que está enmarcada y tiene por objeto el cumplimiento de los objetivos propuestos, como se observa en la tabla 2.

Tabla 2: Secuencia global de enseñanza del enlace químico

Secuencia global de enseñanza	Técnica didáctica	Actividades	Materiales de aprendizaje
Iniciación	Exploración de ideas	<p>Identificación ideas previas sobre interacción y estructura atómica, se realiza siguiendo los pasos, así:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El docente explica con claridad la idea a abordar y las reglas a seguir en la actividad ▪ Plantea las siguientes preguntas, para identificar las ideas previas: ¿Qué sucede cuando un átomo está próximo a otro? ¿Por qué se puede aproximar los átomos? ¿Cuál es la causa para que dos o más átomos formen moléculas como la del agua? ▪ Solicita a cada estudiante la elaboración de una lista de ideas que considere pertinentes para dar respuesta a los interrogantes y con ella se elabora un mapa mental individual ▪ Propicia el intercambio de ideas a través de la discusión grupal, buscando la elaboración de una lista de conceptos 	<p>Hojas de trabajo</p> <p>Cuaderno del estudiante</p> <p>Mapas mentales con herramienta informática.</p>

		consensuados que permitan la resolución del problema.	
		Elaboración de un mapa mental colaborativo del curso, empleando la lista de conceptos consensuados con una herramienta informática.	
Información I	Expositiva Oral y visual.	<p>El docente contextualiza al grupo sobre el objetivo y los contenidos abordados con la actividad e inicia una síntesis de los conceptos trabajados en anteriores sesiones, relacionándolas con “las interacciones electrostáticas y magnéticas en los átomos”.</p> <p>Durante el desarrollo de la exposición se fomenta la participación del estudiante, solicitando su opinión, además se propicia un desequilibrio conceptual, que lo conduzca a buscar información de otras fuentes, esto se logra por medio de preguntas tales como:</p> <p>¿Cómo se mantienen unidos los átomos?</p> <p>¿Cómo se disponen los electrones al interior del átomo?</p> <p>¿Cómo se disponen los átomos al interior de una molécula?</p> <p>¿Cómo interactúa un elemento metálico al acercarse a un elemento no metálico?</p>	<p>Presentación con diapositivas</p> <p>Simulaciones interacciones electroestática y atómicas</p> <p>página web de la Universidad Federal do Ceará</p> <p>Introducción al manejo del software Spartan® (Wavefunction, 2013).</p> <p>Cuadernos de los estudiantes.</p>
	Expositiva Textual	Con base en las simulaciones y en la lectura “¿Qué mantiene unidos a los átomos?” se hace una discusión en grupos de tres estudiantes, para luego hacer una puesta en común con todo el grupo y confrontar las preguntas hechas.	
Información II	Expositiva Oral y visual	<p>El docente contextualiza a los estudiantes en la importancia de tener en cuenta las interacciones de la materia a nivel molecular, entre diferentes moléculas, haciendo una síntesis de los conceptos aprendidos anteriormente y relacionándolos con un concepto nuevo: las fuerzas intermoleculares.</p> <p>Durante el desarrollo de la exposición se</p>	<p>Presentación de Diapositivas.</p> <p>Simulaciones interacciones electroestática y atómicas</p> <p>página web de la Universidad</p>

		<p>fomenta la participación del estudiante, solicitando su opinión, además se propicia un desequilibrio conceptual, que lo conduzca a buscar información de otras fuentes, esto se logra por medio de preguntas tales como:</p> <p>¿Cómo influyen las fuerzas de enlace entre moléculas en sus principales propiedades?</p> <p>¿Cómo se disponen los átomos al interior de una molécula?</p> <p>¿Cuándo una molécula es polar o no polar? Como afecta la polaridad de las moléculas las propiedades de esta?</p> <p>Se les pide a los estudiantes que en grupos, definan cada uno de los tipos de enlace intermolecular de acuerdo con las demostraciones hechas, luego estos comparten el concepto con todo el grupo en una puesta en común.</p>	<p>Federal do Ceará.</p> <p>Hoja de registro de conceptos</p>
	Trabajo Práctico	<p>Se presenta una situación práctica en donde se emplea el software Spartan (Wavefunction, 2013), para simular moléculas que diferentes órdenes de enlace (sencillo, doble o triple) para comparar propiedades como la energía de enlace y longitud del enlace, con relación a la diferencia de electronegatividad.</p> <p>Confrontación de ideas para identificar los conceptos que explican las interacciones atómicas, y a partir de estos construir un mapa mental.</p> <p>Se les propone una actividad práctica en la cual, organizados en grupos, seleccionen familias de moléculas que tengan características similares, con respecto a sus principales propiedades físicas, teniendo en cuenta sólo su forma y su polaridad.</p> <p>Utilizar las modelaciones y simulación para explicar el enlace químico, intermolecular.</p>	<p>Cuaderno de los estudiantes</p> <p>Software Spartan®</p>
Aplicación	Lluvia de ideas	Confrontación de ideas con miras a identificar los nuevos conceptos que explican la formación del enlace químico	Cartel.

			Cuadernos de los estudiantes.
		Elaboración de mapa conceptual grupal sobre enlace químico en un cartel.	Computadores.
	Método basado en problemas	Resolución de un problema, en el cual los estudiantes de forma individual, consultan una sustancia que para ellos tenga interés especial en su contexto cotidiano, previendo que la fórmula estructural no sea demasiado compleja y a través de lo aprendido utilizando el software Spartan® (Wavefunction, 2013), hagan una predicción del comportamiento de sus principales propiedades físicas, luego que puedan comparar éstas con sus propiedades teóricas, las cuales van a ser consultadas por cada uno en diferentes páginas web, consulte las aplicaciones prácticas, teniendo en cuenta si es un compuesto o sustancia contaminante, de ser así averiguar por qué otro compuesto se podría modificar.	Software Spartan® (Wavefunction, 2013).
Evaluación	Método de Consenso	Contraste individual del material elaborado durante las sesiones. Plenaria para reunir y aportar información sobre el enlace químico. Desarrollo de un modelo explicativo que incluye toda la información recolectada sobre enlace químico. Presentación a forma de exposición del trabajo realizado en la parte de la aplicación de manera individual.	Computador. Software. Presentación en diapositivas o Prezi.

3.5 Estrategias de evaluación

La evaluación de la unidad didáctica contempla los criterios concernientes a las actividades y materiales del aprendizaje, como se aprecia en la tabla 3, pues es “donde se concreta más directamente lo que el profesor piensa hacer en el aula” (Sánchez & Valcárcel, 1993), así su valoración permite recabar información, obteniendo evidencias de los avances, logros y dificultades en el aprendizaje del concepto de enlace químico, de esta manera se revisa y modifica el diseño de la unidad didáctica con miras a favorecer dicho proceso.

Tabla 3: Evaluación de la unidad didáctica (De Pro Bueno, Sánchez, & Valcárcel, 1997)

Fase de la secuencia	Contenido de	Estrategia o instrumento de
----------------------	--------------	-----------------------------

de enseñanza	evaluación	evaluación
Iniciación	Diagnóstico de ideas previas sobre interacción y estructura atómica.	Cuestionario (individual, trabajo en grupo y puesta en común). Análisis y valoración de las hojas de trabajo. Elaboración de mapa mental sobre interacciones y estructura atómica
Información	Nuevos conocimientos sobre las interacciones electrostáticas y atómicas, a partir de las demostraciones interactivas y del software Spartan (Wavefunction, 2013)	Cuestionario (trabajo grupal). Seguimiento continuo a los registros hechos en el cuaderno correspondiente a las simulaciones y a la lectura "¿Qué mantiene unidos a los átomos?"
Trabajo Práctico I	Contraste entre la nueva información adquirida sobre el concepto de enlace interatómico con respecto a lo que el estudiante tiene en su estructura mental.	Análisis y valoración de los registros de los alumnos de las actividades experimentales hechas en las hojas de trabajo. Modelo sobre el enlace químico hecho con el software Spartan®. Mapa mental sobre las interacciones entre los átomos.
Información	Nuevos conocimientos sobre los enlaces intermoleculares.	Seguimiento continuo a los registros hechos en el cuaderno correspondiente a los conceptos de los diferentes enlaces intermoleculares. Seguimiento a la participación activa en las puestas en común de forma grupal e individual.
Trabajo Práctico II	Contraste entre la nueva información adquirida sobre enlace químico y las propiedades de las moléculas.	Análisis y valoración de los registros de los alumnos de las actividades prácticas hechas en las hojas de trabajo. Modelo de las familias de moléculas hecho por el grupo
Aplicación	Evolución del conocimiento sobre enlace químico Claridad y comprensión de los conceptos de enlace interatómico y enlace intermolecular.	Contraste entre los cuestionarios desarrollados durante la unidad didáctica. Contraste entre el mapa mental y los mapas conceptuales realizados durante la unidad didáctica. Ejercicio de aplicación de conceptos de enlace. Exposición individual de la actividad de aplicación con herramienta informática

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Como docentes siempre estamos obligados a mantener una búsqueda constante de estrategias y de metodologías que conduzcan a nuestros estudiantes a un aprendizaje pleno, a que se interesen por aprender y estudiar la química, y para este proceso los computadores nos ofrecen la posibilidad de tener un laboratorio virtual, en el cual poder comprobar que los procedimientos que hacemos en el papel sí se dan en los procesos reales, con esto se promueven actitudes como la creatividad el desarrollo de nuevas ideas y la iniciativa, entre otras, lo que a su vez aporta en el complejo trabajo de la enseñanza de las ciencias.

La comprensión del concepto de enlace químico en el nivel de la media vocacional, hace necesario poder implementar estrategias novedosas en cuanto a su didáctica, que permitan alcanzar el aprendizaje significativo de este tema, aquí la metodología pedagógica tiene su eje central en los procesos de asimilación y acomodación de los conceptos de densidad de carga e interacción atómica, así como, la fuerza de enlace y la geometría estructural, para la modificación de los esquemas mentales del estudiante sobre el enlace químico, basados en los principios matemáticos y físicos, siempre tratando de mediar el proceso por las TICs.

La ciencia hace uso de modelos físicos y matemáticos para dar cuenta de los fenómenos naturales. Cualquier intento de mostrar la química moderna sin el uso de estos modelos es contraproducente ya que muestra la química como algo aislado de la física, que se puede describir haciendo uso de modelos cualitativos, herramientas matemáticas simples y software de simulación. Esta propuesta es un intento para introducir el concepto de enlace químico desde una perspectiva más holística (que incluya la física y las matemáticas) y de paso sean permeados por el uso de herramientas informáticas, que motiven el aprendizaje significativo.

Llegar a un aprendizaje significativo cuando se trata del conocimiento científico, en este caso del tema del enlace químico demanda en el docente un ejercicio de planeación de una unidad didáctica, que implica inicialmente un excelente manejo disciplinar y dominio de la temática, a su vez una renovación de los conceptos preconcebidos, con el objeto de alcanzar un alto nivel de experticia, en la adecuación y escogencia de actividades y procesos didácticos adecuados que fortalezcan la generación de espacios interdisciplinarios y que conlleven a encontrar un concepto unificado de enlace químico desde la perspectiva matemática y fisicoquímica.

El aprendizaje del enlace químico basado en la utilización de herramientas didácticas tecnológicas, pretende orientar el proceso hacia la construcción de una visión unificada de este fenómeno químico, promoviendo siempre la motivación y la utilización de recursos tecnológicos, que estén al alcance de docentes y de estudiantes en la realidad

histórica que vivimos, la cual se encuentra fuertemente influenciada por estos medios y que los hace muy pertinentes para ser bien utilizados en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

4.2 Recomendaciones

Se le recomienda a los docentes que quieran obtener resultados óptimos con la aplicación de esta unidad didáctica, diseñar instrumentos para la caracterización de ideas previas de los estudiantes, referidos a sus preconcepciones, además implementar la unidad didáctica en poblaciones estudiantiles de instituciones educativas pertenecientes a diversos estratos sociales, realizando estudios de seguimiento y evaluación, cuyos resultados permitan mejorar los componentes didácticos y metodológicos de la presente propuesta didáctica.

Más adelante poder utilizar programas de modelación y simulación gráfica, que tengan licencias libres, y que pueden ser utilizados siguiendo las mismas actividades que se proponen dentro del presente trabajo.

A. Anexo: Concepciones alternas en el enlace químico

1. Respecto a la formación del enlace
 - 1.1. Los átomos están cargados, por lo tanto, los átomos quieren equilibrar su carga total y por eso se enlazan con otros átomos.
 - 1.2. El enlace covalente es el resultado en común de un electrón entre dos átomos. Uno de los átomos dona un electrón, que es compartido entre los dos átomos.
 - 1.3. Los enlaces sólo se forman entre los átomos que donan o aceptan electrones.
 - 1.4. Para que átomos de un mismo o diferente elemento se unan por enlaces es imprescindible suministrar energía.
 - 1.5. Un enlace iónico se produce sólo entre los átomos involucrados en la transferencia de electrones.
 - 1.6. Los enlaces químicos se forman por diferentes causas dependiendo de la naturaleza de los átomos involucrados (metal - no metal). Algunos forman enlaces iónicos que se pueden explicar por interacciones eléctricas y otros forman enlaces covalentes que son debidos a interacciones distintas a las eléctricas.
 - 1.7. La causa del enlace iónico es que cada uno de los elementos completará el octeto electrónico.
 - 1.8. Las moléculas no polares se forman cuando los átomos en la molécula tienen electronegatividades similares.
2. Respecto al comportamiento de los átomos en el enlace.
 - 2.1. Los electrones en el enlace no tienen ningún movimiento “ellos se sientan entre los núcleos.
 - 2.2. Al unirse por enlace químico para formar una molécula diatómica, átomos de un mismo o distinto elemento unen sus núcleos.
 - 2.3. Una molécula es como dos o más átomos que se unen y en una molécula se equilibran la carga positiva o negativa por lo que son iguales.
 - 2.4. Cuando dos átomos del mismo o de diferentes elementos se unen por enlace químico, para formar una molécula, éstos permanecen sin modificar en absoluto su estructura, como si sólo se hubiesen acercado.
3. Respecto a las fuerzas involucradas en el enlace.
 - 3.1. La fuerza electrostática se trata como una nueva fuerza, diferente a las cuatro que todos conocemos (electromagnética, gravitatoria, débil y fuerte).
 - 3.2. Las fuerzas intermoleculares han sido menos interiorizadas por los alumnos, por tanto, menos utilizadas en sus explicaciones.
 - 3.3. Las fuerzas intermoleculares son las fuerzas dentro de una molécula.

4. Respecto a los tipos de enlace.
 - 4.1. Solo hay dos tipos de enlace los covalentes y los iónicos. Todo lo demás es sólo una fuerza, no una adhesión adecuada.
 - 4.2. El enlace iónico es más fuerte que el enlace covalente.
 - 4.3. Los enlaces iónicos no son vínculos reales en el sentido de los enlaces covalentes.
 - 4.4. El reparto equitativo de los pares de electrones se produce en todos los enlaces covalente.
 - 4.5. La polaridad del enlace depende del número de electrones de valencia en cada átomo que participa en el enlace.

B. Anexo: Guía para el docente de trabajo con los OVAs.I

ASIGNATURA: Química
TEMA: Enlace Químico

GRADO: Décimo
SESIÓN: Informativa I

OBJETIVO: Proponer actividades expositivas y demostrativas sobre los diversos tipos de enlace Químico interatómico, a través de simulaciones interactivas.

1. Entre en la página web de la Universidad Federal do Ceará en la parte del departamento de química, el cual tiene unos recursos computacionales para la enseñanza de esta temática. En la dirección: <http://www.quimica.ufc.br/sites/default/files/flash/fim/home.swf>
2. Dar clic en el botón iniciar.
3. Explicar a través de la introducción, los conceptos principales de las fuerzas intermoleculares.

Forças Intermoleculares
software educacional

Home | Avançar ?

Introdução

Nas disciplinas introdutórias do curso de Química, a matéria apresentada aos estudantes como sendo constituída de pequenas partículas, que são mantidas unidas através de fracas forças atrativas que existem entre elas.

Tais forças são denominadas **forças intermoleculares**, as quais são responsáveis por um grande número de fenômenos em nossas vidas, podendo explicar, por exemplo, os efeitos de adsorção (cromatografia) e viscosidade, os diferentes estados físicos, as tendências de solubilidade, as diferenças de pontos de fusão e de ebulição, interações entre fármacos e receptores, entre muitas outras observações.

A constatação das dificuldades dos estudantes no entendimento das forças intermoleculares tem resultado em esforços dos pesquisadores para discutir o conceito a partir de diferentes abordagens didáticas para auxiliar os estudantes a entenderem o conceito.

A utilização da tecnologia da informação no ensino vem sendo discutida há muitos anos, e ferramentas didático-computacionais, como softwares, vídeos, animações e tutoriais, têm sido produzidas no Brasil e disponibilizadas na internet como uma alternativa complementar aos recursos didáticos estáticos presentes nos livros.

Todavia, são escassos os recursos disponibilizados na rede que abordam o tema forças intermoleculares. Em sua maioria são video-aulas e hipertextos em língua inglesa, e algumas animações simples, sem interatividade, que abordam o tema de formas descontextualizada e fragmentada.

Tal cenário nos motivou a desenvolver um software educacional simples, interativo e gratuito, que auxiliasse professores e estudantes nos processos de ensino e aprendizagem dos conceitos relacionados às **forças intermoleculares**.

Escolha a aparência do aplicativo que você mais gostar, clicando nos botões    localizados na barra inferior.

A seguir, **selecione o tópico que deseja explorar na caixa de seleção no topo da página e clique no botão "Avançar"**.

DQOI - Universidade Federal do Ceará

4. Despliegue el menú de **inicio** (Home) dando clic en la pestaña y elija la opción **Tipos**, luego de clic en el botón avanzar (Avançar).

5. Seleccione de la parte donde se encuentran las fuerzas de enlace (forças de ligação) cada uno de los tipos:
 - Enlace Iónico. (ligação iónica)
 - Enlace Covalente polar (Ligação covalente polar)
 - Enlace Covalente Apolar (Ligação covalente apolar)
 - Enlace Metálico (Ligação metálica)
6. Luego de clic, en cada caso, en el botón reproducir () para ver una simulación animada de cada uno de los tipos de enlaces.
7. Explique qué sucede en cada caso.
8. Haga una puesta en común de los términos, aclarando y resolviendo las dudas que ellos tengan, asegurándose de que los conceptos se hayan comprendido.

La Temática y las imágenes fueron tomadas de la página web de la Universidad Federal do Ceará (2014)

C. Anexo: Guía de lectura de Introducción al enlace químico

ASIGNATURA: Química
TEMA: Enlace Químico

GRADO: Décimo
SESIÓN: Informativa

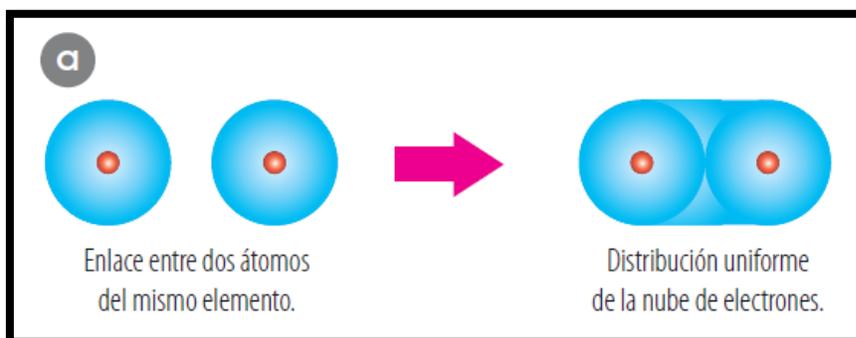
OBJETIVO: Describir el comportamiento del electrón a partir de un modelo explicativo, basado en principios de física y matemáticas.

¿Qué mantiene unidos a los átomos?

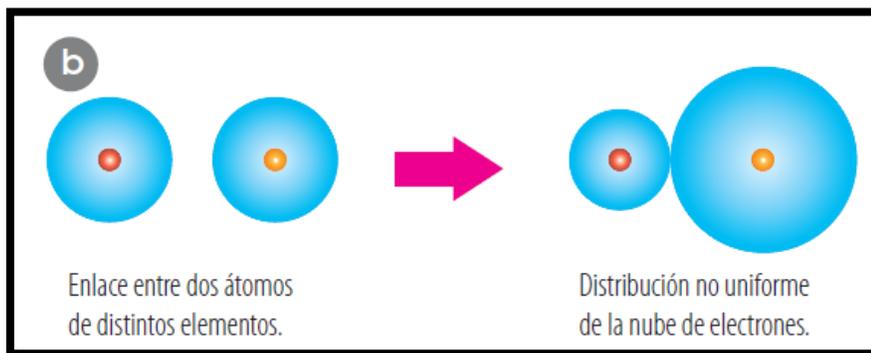
La mayoría de los elementos forman compuestos. Por ejemplo, el sodio y el cloro reaccionan entre sí formando la sal común o cloruro de sodio. Este compuesto es mucho más estable que sus elementos por separado; este hecho demuestra la abundancia de sal en la naturaleza y la escasez de sodio y de cloro en estado libre.

La unión de dos átomos y la consecuente formación de un enlace es un proceso químico que va acompañado de cierta variación de energía potencial. Al aproximarse dos átomos se pueden presentar dos situaciones:

- En la primera situación, las nubes electrónicas externas de los dos átomos se ven influenciadas mutuamente, lo que se traduce en un incremento de la fuerza de repulsión entre ambas a medida que la distancia disminuye. No se forma el enlace ya que no existe una distancia que permita la existencia de un estado estable. Este es el caso de los elementos del grupo VIIIA o gases nobles. Imagen a.



- En la segunda situación la energía potencial del sistema formado por los dos átomos decrece a medida que éstos se aproximan, al menos hasta cierta distancia. A partir de este momento, la energía potencial crece nuevamente cuando los átomos se aproximan.

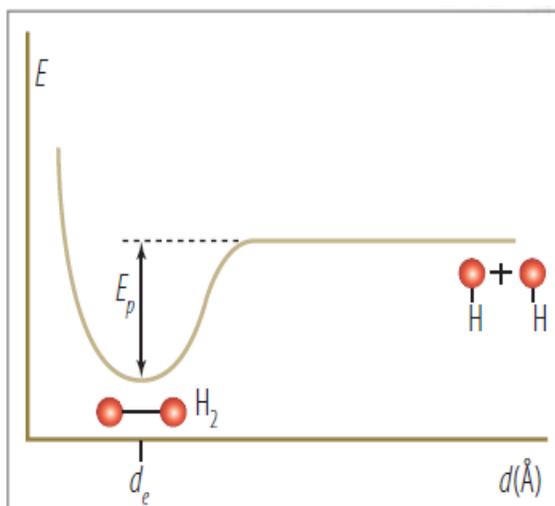


Existe entonces, una distancia (**d**) para la cual la energía es mínima y la estabilidad del sistema es máxima, lo que permite la formación de una molécula estable a partir de átomos aislados; dicha distancia se denomina longitud de enlace y suele expresarse en angstrom (\AA).

En el proceso de formación de un enlace se desprende energía; de la misma forma, se requiere del suministro de una cantidad de energía igual o superior a la desprendida en la formación del enlace para separar los átomos que formaron el enlace. Podemos decir entonces, que la energía de enlace (E_e) es la cantidad de energía necesaria para romper el enlace entre dos átomos, separándolos a una distancia infinita. La energía de enlace se puede expresar en kilocalorías por mol (kcal/mol) o en kilojoules. Así, por ejemplo, la energía del enlace (H—O) es igual a 110 kcal/mol y la del enlace (H—C) es de 99,3 kcal/mol. Es bueno aclarar que no todas las uniones teóricamente posibles entre átomos dan lugar a compuestos reales y estables, puesto que no siempre se dan las condiciones necesarias para ello.

Regla del octeto.

Los gases nobles se encuentran en la naturaleza en forma atómica y no tienden a formar compuestos químicos. Esto ha hecho analizar la distribución de los electrones en los átomos de dichos elementos.

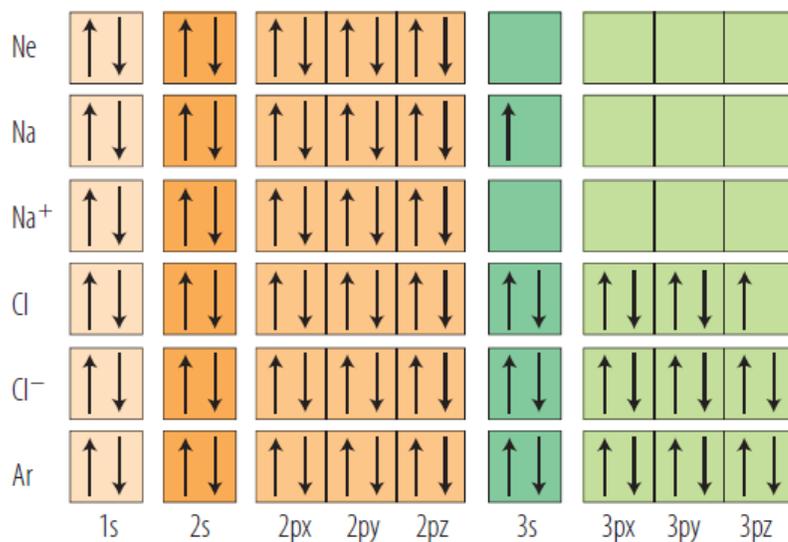


Como se ha comprobado, los átomos de los gases nobles se caracterizan por tener todos sus niveles y subniveles energéticos completamente llenos. La estabilidad de los gases nobles se asocia con la estructura electrónica de su última capa que queda completamente llena con ocho electrones.

Así se establece la regla del octeto, que permite explicar la formación de moléculas y compuestos químicos debido a la tendencia de los átomos a adquirir la configuración electrónica estable del gas noble más próximo a ellos (completar con ocho electrones su última capa).

El octeto, ocho electrones de valencia, es una disposición electrónica muy estable que coincide con la de los gases nobles, que son elementos de una gran estabilidad. Queda fuera de la regla del octeto el helio (He), gas noble que pertenece al primer período y es estable con dos electrones.

El hidrógeno tiene un electrón de valencia y le hace falta un electrón para adquirir la configuración electrónica estable del He. En 1916, el alemán A. Kössel (1853-1927) y el norteamericano Gilbert Lewis (1875-1946), de forma independiente, fueron quienes sugirieron la teoría de que los compuestos químicos se pueden interpretar como consecuencia de la tendencia de los átomos a adquirir la configuración electrónica estable del gas noble más próximo.



Una manera sencilla de explicar que los átomos se unan para formar diversas sustancias es suponer que se combinan para alcanzar una estructura más estable. Por esto se puede considerar el enlace químico como un incremento de estabilidad.

La materia presenta aspectos y propiedades distintas por el tipo de átomos que la componen y por la forma de unión entre dichos átomos. La gran diversidad de sustancias puras que hay hace que sea difícil clasificarlas. No obstante, en función de cómo se realice el enlace químico podemos diferenciar tres grandes grupos: sustancias iónicas, sustancias covalentes y sustancias metálicas, según tengan enlace iónico, enlace covalente o enlace metálico.

Tomado de (Mondragón, Peña, Sánchez, Arbeláez, & González, 2010).

D. Anexo: Hoja de trabajo Introdutorio

NOMBRE: _____ Curso: _____

HOJA DE TRABAJO	
1. Responde las siguientes preguntas	
¿Qué sucede cuando un átomo está próximo a otro?	¿Por qué se pueden unir algunos átomos y otros no?
2. Elabora una lista de ideas que consideres apropiadas para dar respuesta a las preguntas	
3. En el reverso de la hoja elabora un mapa mental con la lista de ideas	
4. Selecciona de la lista, las ideas que tienes en común con el curso y las ideas diferentes a las del curso.	
Ideas en común con el grupo	Ideas diferentes a las grupo

E. Anexo: Introducción al modelamiento molecular

ASIGNATURA: Química
TEMA: Enlace Químico

GRADO: Décimo
SESIÓN: Informativa

OBJETIVO: Aprender de forma práctica, el manejo básico del Software de modelación molecular Spartan.

1. Organizar a los estudiantes en la sala de computadores de la Institución Educativa, de forma que queden como máximos 2 estudiantes por cada computador, lo que ayuda al mejor aprendizaje del manejo del software.
2. Pedir a los estudiantes que descarguen el taller de introducción al modelado molecular, de la siguiente dirección:
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/taller_10339.pdf⁵
3. Pedirles que sigan paso a paso el taller, con el fin de identificar las funciones básicas del programa
4. Pedirles que realicen los mismos ejercicios del taller, pero con una molécula diferente a la que proponen en este, por ejemplo con un alcohol o un ácido carboxílico.

⁵ Reyes Trejo, L. J. Introducción al Modelado Molecular. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. UNAM - DGAPA: FQ.

5. Identificar las propiedades que se relacionan con el tipo de enlace que está en la molécula, inicialmente la propiedad que más nos interesa es la longitud del enlace.
6. Preguntarles a cada pareja, la relación de tiene la longitud del enlace con la diferencia de electronegatividad que tengan los dos átomos enlazados. ¿cómo influye una propiedad con la otra? Esto deben hacerlo para todos los enlaces de una molécula.
7. Identificar todos los enlaces que están presentes en la molécula, de qué tipo es cada uno y qué relación tiene el tipo con la longitud de enlace.
8. Pedir a los estudiantes que definan el concepto de electronegatividad y haga una puesta en común resolviendo las dudas que se presenten en esta actividad.

F. Anexo: Guía para el docente de trabajo con los OVAs II.

ASIGNATURA: Química
TEMA: Enlace Químico

GRADO: Décimo
SESIÓN: Informativa II

OBJETIVO: Proponer actividades expositivas y demostrativas sobre los diversos tipos de enlace Químico intermolecular, a través de simulaciones interactivas.

1. Entre en la página web de la Universidad Federal do Ceará en la parte del departamento de química, el cual tiene unos recursos computacionales para la enseñanza de esta temática. En la dirección: <http://www.quimica.ufc.br/sites/default/files/flash/fim/home.swf>
2. De igual manera a como se hizo en la sesión informativa I, dar clic en el botón iniciar.
3. Despliegue el menú de **inicio** (Home) dando clic en la pestaña y elija la opción **Tipos**, luego de clic en el botón avanzar (Avanzar).
4. Ir eligiendo cada uno de los tipos de fuerzas intermoleculares, las cuales están:
 - Dipolo-dipolo Inducido (dipolo-dipolo induzido)
 - Dipolo-dipolo (Dipolo-dipolo)
 - Ion-dipolo (ion-dipolo)
 - Ion-dipolo inducido (ion-dipolo induzido)
 - Puentes de hidrogeno (ligações de hidrogênio)
 - Dispersión de London (Dispersão de London).
5. Luego de clic, en cada caso, en el botón reproducir () para ver una simulación animada de cada uno de los tipos de enlaces.
6. Explique qué sucede en cada caso.
7. Haga una puesta en común de los términos, aclarando y resolviendo las dudas que ellos tengan, asegurándose de que los conceptos se hayan comprendido.

Fuente: Universidad do Ceará

G. Anexo: Guía para trabajo práctico

ASIGNATURA: Química
TEMA: Enlace Químico

GRADO: Décimo
SESIÓN: Práctica

OBJETIVOS:

1. Demostrar a través de los modelos computacionales la relación entre la estructura de una molécula y algunas de sus propiedades fundamentales.
2. Relacionar los modelos gráficos con los modelos abstractos del enlace químico.
3. Asociar la densidad de carga de una estructura atómica con las interacciones electrostáticas presente en un átomo.

MATERIALES: Equipo de cómputo, libreta o cuaderno de notas, software Spartan.

Para el desarrollo adecuado de la práctica de laboratorio sigue los siguientes pasos:

1. Lee cuidadosamente la guía de la práctica.
2. Diligencia la hoja de predicciones.
3. Realiza la práctica en el computador.
4. Diligencia la hoja de observaciones.
5. Analiza de los resultados.

Práctica.

Situación 1: Dibuje de forma manual en su cuaderno o libreta, de modo que se identifique la geometría molecular del compuesto que se le haya sido asignado, allí Consulte las características más sobresalientes (rangos de temperatura de fusión y de ebullición, dureza, conductividad eléctrica en estado sólido y en estado líquido, solubilidad en agua, conductividad eléctrica al solubilizarse en agua, formación de cristales) que hacen la diferencia entre los compuestos iónicos, los compuestos de red covalente, los compuestos moleculares y los metales. ¿En qué se fundamentan estas diferencias? Escriba sus observaciones.

Situación 2: Con el Spartan, dibuje la estructura de la molécula que le corresponde, observe la figura que se obtiene. Calcule para ella las siguientes propiedades:

- Momento dipolar.
- Geometría molecular.
- Longitud de cada uno de los enlaces.
- Carga Electroestática de cada átomo en la molécula.

Registre esos datos en la hoja de resultados. Escriba sus observaciones.

Situación 3: A los estudiantes se les indaga acerca de que grupo funcional de moléculas les gustaría trabajar (4 moléculas) para compararlas entre sí, teniendo en cuenta que estas no deben ser muy diferentes, es decir, que sólo deben variar con respecto a uno o dos átomos. (Ejemplo el metano y propano), esto se debe hacer en la hoja de predicciones y de forma manual, predecir la forma de la molécula y los tipos de enlaces que se presentan entre los átomos, el tipo de enlaces que se presentan entre las moléculas, es decir las fuerzas moleculares predominantes. Escriba sus observaciones.

Situación 4: Luego se modelan estas moléculas en el Spartan, y se calculan las propiedades de la situación 2. Se registran en las hojas de resultados. Escriba sus observaciones.

Análisis de resultados:

- Relacione todas las propiedades consultadas de los compuestos utilizados en esta práctica con el carácter del enlace químico que los identifica. Haga una discusión que le permita organizar por grupos los compuestos con base en el tipo de enlace químico característico.
- ¿Qué puede deducir del tipo de enlace químico de una sal?
- Consultar temperaturas de fusión y de ebullición, y densidad de las sustancias utilizadas; y lleve estos datos a una tabla donde haga la clasificación por grupos de acuerdo con el enlace químico.
- De acuerdo con lo visto en la parte de la información, construya un mapa mental de las interacciones de la materia, entre átomos y entre moléculas.
- Haga una comparación entre los resultados predichos en las hojas de predicciones y los resultados obtenidos para las propiedades hechas con el Spartan, ¿Qué se puede concluir de esto?
- Con relación a las fuerzas intermoleculares que se puede decir, de acuerdo a la familia de moléculas que tomó.Cuál de esas moléculas tiene mayor punto de ebullición, tensión superficial, viscosidad, solubilidad. Corrobore los resultados consultando estas propiedades para cada una de ellas.

H. Anexo: Hoja de predicciones

ASIGNATURA: Química
TEMA: Enlace Químico

GRADO: Décimo
SESIÓN: Práctica

Molécula 1	Molécula 2	Molécula 3
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Tipo de enlaces entre átomos:	Tipo de enlaces entre átomos:	Tipo de enlaces entre átomos:
Fuerzas moleculares:	Fuerzas moleculares:	Fuerzas moleculares:
Orden decreciente en las fuerzas intermoleculares:		
Propiedades		
T. Ebullición =	T. Ebullición =	T. Ebullición =
T. Fusión. =	T. Fusión. =	T. Fusión. =
Viscosidad =	Viscosidad =	Viscosidad =
Tensión Superficial =	Tensión Superficial =	Tensión Superficial =
Solubilidad =	Solubilidad =	Solubilidad =

Bibliografía

- El Colombiano*. (22 de Julio de 2014). Recuperado el 22 de Julio de 2014, de http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/A/abrir_61_colegios_digitales_reto_de_antioquia_para_2014/abrir_61_colegios_digitales_reto_de_antioquia_para_2014.asp
- Adame Tomás, A. (2009). *Medios Audiovisuales en el Aula*. Granada: Departamento Legal.
- ATTES. (2003). *Red Latinoamericana de Tecnología Educativa*. Programa de Actualización Tecnológica para escuelas secundarias en Latinoamérica.
- Bailar, J. C., Moeller, T., & Kleinberg, J. (1968). *Química Básica*. Madrid: ALHAMBRA S.A.
- Barragan, D., López Agudelo, V. A., & Parra, W. (2012). UN MÉTODO PARA ENSEÑAR EL PORQUÉ SUCEDEN LAS REACCIONES QUÍMICAS. *Química Nova*, 1-4.
- CABRERA ALBERT, J. S., & FARIÑAS LEÓN, G. (s.f.). El estudio de los estilos de aprendizaje desde una perspectiva vigostkiana: Una aproximación conceptual. *Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653)*.
- Capdevila Casas, E. (1954). *Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas*. Barcelona: Salvat.
- Cataldi, Z., Dominghini, C., Chiarenza, D., & Lage, F. J. (Junio de 2012). TICs en la enseñanza de la Química: Propuesta de Evaluación Laboratorios Virtuales de Química. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*(Nº 7).
- Ceará, U. F. (20 de 11 de 2014). *Fuerzas intermoleculares: Software Educativo*. Obtenido de <http://www.quimica.ufc.br/sites/default/files/flash/fim/home.swf>
- Chamizo, J. (1992). Modelos de Enlace Químico. *Elementos, Ciencia y Cultura*, 28-32.

-
- Chamizo, J. A., Garritz, A., & Cruz-Garritz, D. (1991). *Estructura Atómica: Un Enfoque Químico*. Mexico DF: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Chevallar, Y. (1998). *La transposición Didáctica: del Saber Sabio al Saber Enseñado*. Buenos Aires: AIQUE.
- Cruz, D., Chamizo, J., & Garritz, A. (1986). *Estructura Atómica: un Enfoque Químico*. México DF: Fondo Educativo Interamericano.
- Cubillos, G., & Poveda, F. (1989). *Hacia la Historia Epistemológica de la Química*. Bogotá: Guadalupe Ltda.
- Daza Pérez, E. P., Gras-Martí, A., Gras Velázquez, À., & otros, y. (Julio de 2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *De Aniversario*, 321-330.
- Daza Pérez, E., Gras-Martí, A., Gras-Velásquez, À., Guerrero Guevara, N., Togasi Gurrola, A., Joyce, A., y otros. (2009). Experiencias de enseñanza de la Química Con el Apoyo de las TIC. *DE ANIVERSARIO*, 321-330.
- De Pro Bueno, A., Sánchez, G., & Valcárcel, M. (1997). Utilización de un modelo de Planificación de Unidades Didácticas: Estudio de las Disoluciones en la Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 35-50.
- Escamilla, J., & Escorza, H. (2009). Perspectivas de la Tecnología Educativa. *La Educacion*, 1-13.
- Espinoza, R. (2004). *Historia de la Química Enfocada en el Átomo y en Enlace*. Mérida: Smart Service CA.
- Furió, C., & Solbes, J. (2010). Desarrollo Histórico de los Modelos de Enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 73-82.
- García, A., & Garritz, A. (2006). Desarrollo de una Unidad Didáctica: El Estudio del Enlace Químico en Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 111-124.
- Garritz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 111-124.
- Gonzalez, C., & Tunon, D. (2007). *Historia de la Filosofía*. Barcelona: Linkgua S.L.
- Hernández Requena, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: Aplicado al proceso de Aprendizaje. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 26-35.

- Leicester, H. (1967). *Panorama Histórico de la Química*. Madrid: Alhambra.
- Levere, T. U. (2001). A History of Chemistry from Alchemy to the Buckyball . *United States of America: The Johns Hopkins University Press*.
- Lifshitz, L. &. (1991). *Mecánica*. Barcelona: Reverté.
- Mahan, B., & Mayers, R. (1987). *QUIMICA Curso Universitario*. Massachusetts: Addison-Wesley Iberoamericana, S.A.
- Mondragón, C., Peña, L., Sánchez, M., Arbeláez, F., & González, D. (2010). *Hipertexto Química*. Bogotá: Santillana.
- Moreira, M. A. (s.f.). *Aprendizaje Significativo: la Visión Clásica*.
- NAHUM, T. L., MAMLOK, R., HOFTEIN, A., & KRAJCIK, J. (2007). Developing a New Teaching Approach for the Chemical Bonding Concept Aligned With Current Scientific and Pedagogical Knowledge. *Wiley InterScience*, 579.
- Newton, I. (1704). *Opticks*.
- Ozmen, H. (Junio de 2004). Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 13, No. 2, June 2004 (C ° 2004), 13(2).
- Papert, s. (1993). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Partington, J. R. (1945). *Historia de la Química*. Buenos Aires: Espasa - Calpe SA.
- Pauling, L. (1939). The Nature of the Chemical Bond. The Energy of Single Bonds and the Relative Electronegativity of Atoms. *Journal of Chemical Society*, 3570.
- Pauling, L. (1992). The Nature of the Chemical Bond. *Journal of Chemical Edacation*, 519-521.
- Piaget, J. (1978). *La Representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata.
- Riboldi, L., & Odetti, H. (2004). El Enlace Químico:una contextualización poco comprendiida. . *Enseñanza de las Ciencias*, 195-212.
- Riboldi, L., & Pliego, Ó. y. (2004). EL ENLACE QUÍMICO: UNA CONCEPTUALIZACIÓN POCO COMPRENDIDA. *INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA*, 195-212.
- Rincón, L. (2005). *Enlace Químico*. Mérida: Universidad de los Andes.

- Roa Díaz, R. D. (2011). *Propuesta Didáctica para enseñanza del concepto de Enlace Químico en la Educación Media Vocacional a partir de densidad de Carga*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez, G., & Valcárcel, M. (1993). Diseño de Unidades Didácticas en el Área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 33-44.
- Stoney, J. G. (1904). Of the "Electron" or Atom of Electricity. *Philosophical Magazine*, 418–420.
- Ünal, S., Calik, M., Ayas, A., & Coll, R. K. (2006). A Review of Chemical Bonding Studies: Needs, Aims, Methods of Exploring Students Conceptions, General Knowledge Claims and Students Alternative Conceptions. *Research in Science & Technological Education*, 141-172.
- VALCÁRCEL PÉREZ, M. S. (1996). *Observación y evaluación de la enseñanza comunicativa de lenguas modernas*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Villaro Ábalos, E. (2012). TRABAJO FIN DE ESTUDIOS, MASTER UNIVERSITARIO EN PROFESORADO DE ESO, BACHILLERATO Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS. *Ideas Previas Sobre Átomos y Enlaces Químicos Desarrollo de una Estrategia Didáctica en Educación Secundaria*.
- Vygotsky, I. s. (1978). *Mind in society*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Watson, P. (2002). *Historia Intelectual del Siglo XX*. Barcelona: Crítica.
- Wavefun. (29 de Noviembre de 2013). *Wavefun*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2013, de <http://www.wavefun.com/>