

**DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA EN LA ENSEÑANZA DE ENLACE
QUÍMICO MEDIANTE EL USO DE GABEDIT PARA LICENCIADOS EN
FORMACIÓN INICIAL DE LA LICENCIATURA EN QUÍMICA DE LA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL.**

LADY KATHERINNE CHAVES MONTERO

Directora

NOHORA MARLEN ARIAS VARGAS

Magister en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ, COLOMBIA**

2022

**DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA EN LA ENSEÑANZA DE ENLACE
QUÍMICO MEDIANTE EL USO DE GABEDIT PARA LICENCIADOS EN
FORMACIÓN INICIAL DE LA LICENCIATURA EN QUÍMICA DE LA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL.**

Presentado por:

Lady Katherinne Chaves Montero

Código: 2014115016

Trabajo de grado para optar al título de Licenciatura en química

Directora

NOHORA MARLEN ARIAS VARGAS

Magister en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales

Grupo de Investigación

Química, Aprendizaje, Saberes en Aplicaciones Reales

Línea de Investigación

Química y sus Aplicaciones: una mirada pedagógica

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EN QUÍMICA

BOGOTÁ, COLOMBIA

2022

Nota de aprobación

Evaluador

Evaluador

Directora

Bogotá, mayo 2022

AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, agradezco a Dios por la oportunidad de vivir y estar en cada paso que doy, de brindarme la fortaleza necesaria tanto física, como emocional para salir adelante y lograr culminar esta etapa de mi vida en la Universidad Pedagógica Nacional. A mi familia por estar presentes y brindarme su apoyo incondicional y comprensión durante este proceso académico, en especial a mi madre **María Iliá Montero**, que siempre fue su deseo ver a sus hijos finalizando sus estudios y que hizo todos los sacrificios necesarios para hacerlo realidad, mientras su salud lo disponía.*

*Gracias a mi directora de trabajo de grado, la profesora **Nohora Marlen Arias**, quien me guio en el transcurso de este trabajo, sobre todo me dio la confianza para lograr finalizarlo, por su paciencia en las situaciones que se presentaban, sobre todo por entenderme y ayudarme para culminar esta. De ante mano muchas gracias por brindarme el apoyo requerido en momentos difíciles, de una gran persona y profesional, sobre todo de escucharme.*

Finalmente, aquellas personas que estuvieron apoyándome para que obtuviera el título de Licenciada, que me brindaron todas sus energías y buenos deseos, en especial a los que estuvieron en este proceso ayudándome, colaborándome, escuchándome y en especial por su compañía, que me tuvieron paciencia y estuvieron ahí, aunque me distanciaba por largas temporadas son aquellos seres humanos que se pueden considerar realmente amigos, gracias a Dios por haberlos cruzado en mi camino.

Mil gracias.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
OBJETIVOS	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos	7
ANTECEDENTES	8
Disciplinares	8
Didácticos	11
Software.....	13
MARCO TEÓRICO.....	16
Unidad Didáctica.....	16
Funciones de la unidad didáctica	17
Elementos de la Unidad Didáctica	17
Características de la unidad didáctica.....	18
Aprendizaje Cooperativo	19
Características del aprendizaje Cooperativo.....	19
Ventajas del aprendizaje Cooperativo.....	20
¿Porque utilizar aprendizaje Cooperativo?	21
Tecnología de la información y comunicación (TIC)	22
Herramientas Informáticas.....	23
Software Gabedit	24
Enlace químico	24
Teoría de Lewis.....	28
Regla del octeto	29

Modelo RPECV	30
Teoría del enlace de valencia	30
Geometría Molecular	31
Polaridad de enlace	32
METODOLOGÍA.....	33
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	36
CONCLUSIONES.....	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa conceptual 1. Generalidades de enlace químico. Elaboración propia.	27
Ilustración 2. Mapa conceptual 2. Teoría de Lewis. Elaboración propia.....	28
Ilustración 3. Mapa conceptual 3. Regal de octeto. Elaboración propia.....	29
Ilustración 4. Mapa conceptual 4. Enlace covalente apolar y polar. Elaboración propia.	32
Ilustración 5. Unidad didáctica. Más allá de simples uniones: título, índice, presentación, introducción y objetivos. Elaboración propia.....	37
Ilustración 6. Unidad didáctica. Más allá de simples uniones: Fases y contenido. Elaboración propia.	38
Ilustración 7. Unidad didáctica. Más allá de simples uniones: Fase procedimental, actividades y videos. Elaboración propia.	40
Ilustración 8. Unidad didáctica. Más allá de simples uniones: Entorno Gabedit y videos. Elaboración propia.	41

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias, en palabras de Talanquer (2010) “hoy día se considera indispensable que los ciudadanos del mundo posean conocimientos básicos de ciencia, y sobre la naturaleza de la ciencia, que les permitan tanto analizar las problemáticas sociales, como tomar decisiones personales y colectivas que favorezcan el desarrollo”, debido a que existe una constante integración con la cotidianidad.

Cuando se habla de las ciencias, esta alberga gran cantidad conocimientos, distribuidos en diferentes áreas, siendo la Química una de ellas, donde se logra apreciar teorías, conceptos, definiciones, entre otras, que son indispensables para su enseñanza y aprendizaje. De esta manera, “en la literatura se evidencia que la comprensión de las ciencias, y en particular de la química, es difícil para los estudiantes de los niveles básicos, debido a diversos factores, como la enorme abstracción de los contenidos (Johnstone, 2006, citado en Reyes et al, 2021), esta problemática se visualiza igualmente en estudios superiores lo que genera inconvenientes en el trascurso de la carrera profesional.

Una de las temáticas de la química que se debe abordar y tener en cuenta es la del Enlace químico, un tema básico pero indispensable para su desarrollo, puesto que posee un cierto nivel de abstracción, involucrando otras ramas de esta área, es el caso de la orgánica, inorgánica mencionando algunos, por consiguiente, también la relación con otros saberes de la ciencia como la biología. Es así como autores, en el caso de Alvarado (2005) expresan que “la deficiente comprensión con respecto a que un enlace químico no se establece únicamente a nivel interatómico (entre iones y átomos), sino que también existen interacciones electrostáticas entre moléculas”.

De esta manera se diseñará una unidad didáctica (UD) enfocada en la temática en cuestión como estrategia didáctica, haciendo uso de Gabedit, un software de química computacional que se usa en investigación como en la enseñanza, pues ofrece opciones en cuanto a la construcción y visualización de moléculas, que ayudará a la interacción con la geometría molecular tridimensionalmente.

Por lo tanto, el diseño de la UD que se presenta en esta investigación se realizó teniendo en cuenta aspectos que hacen referencia a los saberes (contenido), el saber hacer (actividades) y por último el saber ser (valores, actitudes), en otras palabras, lo conceptual, procedimental y actitudinal respectivamente. Con ello se busca apoyar los procesos cognitivos de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes que cursan los primeros semestres de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), para lograrlo se implementara el aprendizaje cooperativo como enfoque pedagógico, ya que este ayuda a contribuir a este tipo de procesos, además de desarrollar mayores habilidades intelectuales, sociales, mejor capacidad de expresión, comprensión verbal, compromiso entre otros.

JUSTIFICACIÓN

Enseñar química, como lo ha indicado Cárdenas (2006), es un trabajo complejo, puesto que, se han encontrado dificultades educativas relacionadas con la comprensión de algunas temáticas en esta área, en lo que se refiere a la apropiación del conocimiento por parte del estudiantado, debido a la presencia de temáticas abstractas que conllevan al poco entendimiento de estos. Por lo tanto, uno de los temas de mayor relevancia, es el llamado Enlace Químico, al formar parte de las bases esenciales en la enseñanza y aprendizaje de la química, ya que permite entender la estructura molecular de la materia como la formación de sustancias, propiedades etc.

La temática del Enlace Químico es considerada de alto grado de atracción, el cual requiere la implementación de distintos modelos y teorías, resultando un tema con diferentes niveles de complejidad al momento de enseñar e incluso por la relación con otros temas del área, un ejemplo es, la formulación de compuestos, reacciones químicas, estequiometría nombrando algunos. Además, un factor que influye negativamente es que no se desarrolla de manera profunda como se requiere para la consolidación de otro. En este sentido se ha logrado evidenciar investigaciones acerca de su importancia en la educación, debido a que muchos docentes se han cruzado con este tipo de dificultades en cuanto a su aprendizaje en la práctica docente, evidenciando de esta manera diferentes propuestas didácticas, que al parecer no son del todo efectivas, siendo necesario implementar nuevas e innovadoras herramientas que ayuden al proceso educativo esperado.

Es así como, la investigación se centra en una temática básica, pero fundamental, que es introducida en los primeros semestres de la Licenciatura en Química de la UPN, que requiere ser fortalecido para que los estudiantes mejoren sus habilidades de comprensión y así puedan cursar satisfactoriamente otras asignaturas relacionadas a la carrera. En este sentido, la enseñanza del Enlace Químico requiere planificación y organización de todos y cada uno de los conceptos necesarios para alcanzar el propósito deseado.

De tal manera, la unidad didáctica, cumple con lo requerido para el proceso educativo de la temática, al ser una forma de planificación y organización del proceso de enseñanza-aprendizaje, también se empleará una herramienta digital (software) llamada Gabedit, que se caracteriza por encontrarse en la gama de programas computacionales centrados en el campo de la química, este servirá de apoyo sin generar ningún inconveniente gracias a ser asequible, puesto que, se distribuye bajo licencia libre y está disponible para diferentes sistemas operativos (Linux, Mac OS, Windows), además cuenta con un generador de moléculas que permite su construcción y posteriormente examinarlas en tres dimensiones, facilitando la imitación y modelado de su comportamiento. Con ello se contribuye a que se mejore el desarrollo intelectual y cognitivo de cada estudiante por medio de la observación, complementando de esta manera el conocimiento adquirido.

Al mismo tiempo los estudiantes trabajarán en pequeños grupos heterogéneos en el transcurso de las actividades planteadas, donde se fomentará las interacciones positivas, favoreciendo el desarrollo de destrezas, potenciado la autonomía e interdependencia, también se generarán relaciones espaciales, pasando de la visualización mental a una más observable, de la bidimensionalidad a la tridimensionalidad, en cuanto a la representación de las moléculas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional cuenta con un plan de estudios del proceso vigente de la renovación del registro calificado del programa desde el año 2018 donde se plantea componentes distribuidos de la siguiente manera:

- Saberes específicos y disciplinares
- Didáctica de las disciplinas
- Fundamentos generales.

En el primer componente se encuentra el espacio académico titulado Teorías Químicas I, que contiene varios núcleos problemáticos, en uno de ellos se incluye el tema de Enlace Químico, una temática fundamental en la enseñanza de la química, considerado para algunas personas sencilla, pero al mismo tiempo es muy compleja y bastante abstracta, puesto que, evidencia la capacidad que se debe tener para pensar en diferentes escenarios y posibilidades, entre los que, por supuesto, se encuentra la realidad, que permite reflexionar sobre cosas que no se encuentran presentes en el momento y que no pueden ser apreciados por los sentidos. De este modo se presenta dificultades en su aprendizaje, que conllevan a desarrollar poca comprensión por parte del estudiantado, convirtiéndose en un obstáculo a solucionar para evitar futuros errores conceptuales en este campo y otras áreas de estudio, no solamente ello, sino evitar complicaciones futuras en otras asignaturas que se cursarán en semestres superiores que involucran el entendimiento de este.

Por lo tanto, la temática como ya se ha mencionado es fundamental a fin de profundizar en el campo de la química, por lo que hace posible explicar el comportamiento de las sustancias como sus características, eso sí, a nivel macro y micro, además de entender los procesos implícitos en la transformación de la materia, las reacciones químicas y la explicación a múltiples fenómenos naturales, la conformación tridimensional de estructuras o la reorganización molecular llevada a cabo durante el proceso de aprendizaje.

De este modo, es indispensable que los estudiantes desarrollen procesos de comprensión acordes con los conocimientos abordados, lo que requiere de atención por parte del docente, siendo necesario generar estrategias de enseñanza-aprendizaje que facilite el entendimiento de la temática y que sirvan de herramientas para solventar las dificultades que se presentan en torno a este, también es conveniente diseñar ambientes de aprendizaje en donde se evidencien relaciones sociales puesto que favorecen el desarrollo de habilidades cognitivas como la memoria a medida que se va construyendo el conocimiento como reforzándolo a profundidad, adquiriendo mayor motivación al realizar actividades grupales en el aula, logrando adaptarse a cualquier tipo de estudiante.

En relación con lo expuesto anteriormente, esta investigación nace como resultado de la reflexión de aquellas problemáticas que se presentan en torno al entendimiento de la temática de Enlace Químico, debido a la falta de desarrollo de procesos de abstracción en los estudiantes. En este sentido surge la pregunta: ¿Cómo propiciar procesos de enseñanza-aprendizaje de la temática Enlace químico en estudiantes de la Licenciatura en Química de la UPN mediante el diseño de una unidad didáctica con enfoque cooperativo y uso de las propiedades del software computacional "Gabedit" ?, como eje central en este trabajo.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar una unidad didáctica que contribuya a la comprensión de la temática Enlace Químico, a través del uso del software de interfaz gráfica Gabedit, para estudiantes de formación inicial de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

Objetivos Específicos

- Identificar las propiedades del software “Gabedit” en la elaboración de la unidad didáctica de la temática Enlace Químico
- Plantear una unidad didáctica que apoye el proceso de enseñanza para la comprensión de la temática y el uso de software Gabedit.
- Fortalecer el uso de herramientas digitales y programas computacionales en la enseñanza de la química

ANTECEDENTES

Disciplinares

El Enlace Químico se ha incluido como una temática central en la química, puesto que no se puede desvincular con otros temas y conceptos que son indispensables para entender adecuadamente los conocimientos que demanda esta área de estudio, se puede nombrar algunos como ejemplo que son las reacciones químicas, energía, soluciones entre otras e inclusive se cataloga entre los más fundamentales de este campo, por tal razón se han llevado a cabo múltiples investigaciones que lo evidencian.

De este modo, se darán a conocer trabajos en relación con la temática de interés, es el caso de la tesis doctoral titulada “Enlace químico en topología química cuántica: enlace de hidrógeno y otros”, el cual está centrada en el estudio del enlace en situaciones no convencionales, en particular el estudio del enlace de hidrógeno como catalizador en la formación de lluvia ácida, el debilitamiento de un enlace a través de interacción con una cadena de enlace π conjugados, el enlace de halógenos en clatratos, diferentes interacciones en complejos de oro pero en particular la interacción aurofilica y finalmente la localización especial de la correlación electrónica por medio de diferentes metodologías de análisis.

Es así, que los resultados obtenidos en la investigación han sido satisfactorios, por lo que ha permitido poner en relieve la importancia de las interacciones secundarias de la química, a la vez que ha demostrado la eficacia de la topología químico cuántica (QCT), teniendo en cuenta el análisis de distribución espacial que dio a conocer que, el resultado más importante está relacionado con el signo de correlación interatómica la cual distingue entre interacciones mayormente covalentes e interacciones iónicas o no enlazantes (Guevara, 2019).

Otra tesis doctoral, cuyo título es “Una perspectiva mecánica sobre la estabilidad del enlace químico”, tiene como objetivo central, demostrar que las características intrínsecas de una interacción entre pares de átomos dados, permiten establecer un marco interpretativo excelente para relacionar las propiedades mecánicas y químicas de las moléculas y los sólidos cristalinos caracterizadas por dicho tipo de

enlace, de la misma manera utilizando las metodologías teóricas basadas en el análisis topológico, la densidad electrónica y campos escalares derivados, hemos analizado como la estabilidad mecánica se refleja en los cambios electrónicos. En concreto, con los enlaces covalentes, las distancia a las cuales se produce la inestabilidad mecánica llevan asociada una transición entre un régimen de electrones compartidos a un estado de átomos radicalícos. Para Lobato (2019), los resultados obtenidos permitieron definir los límites de estabilidad de un enlace químico, de los cuales pueden determinarse a partir de las propiedades de equilibrio, accesibles experimentalmente: la energía de disociación y la constante de fuerza a la distancia de equilibrio entre otros.

También el trabajo “Nuevas herramientas para el estudio de enlace químico en el espacio real: orbitales naturales adaptativos y dominios de probabilidad máxima” el objetivo final en el que se enmarca la investigación es el de avanzar en algunos de los frentes relevantes de la teoría del enlace químico en el espacio tridimensional, en donde se suceden los fenómenos naturales, pretendido llevar a cabo un estudio de una de las manifestaciones químicas de mayor trascendencia e importancia en la disciplina enmarcado en el análisis de la distribución electrónica en el espacio real mediante el uso de técnicas novedosas, de este modo los resultados mostrados en el manuscrito animan sobremanera a continuar con el desarrollo y aplicación de las mismas pruebas, pues, se cree que pueden configurarse como técnicas poderosas (Menéndez, 2017).

No solamente en trabajos de grado se evidencia estudios con relación a la temática, es el caso del artículo de investigación “La modelización del enlace químico en libros de texto de distintos niveles educativos”, En este escrito, Mateus et al. (2011) realiza un análisis de las representaciones usadas en los libros de textos, atendiendo a tres criterios, en primera instancia, el modelo atómico exigido para la comprensión, seguido del grado de iconicidad, usando la clasificación de Parales y Jiménez, por último el lenguaje involucrado, haciendo uso de la clasificación de Galagovsky. Para identificar las principales tendencias conceptuales, icónica y lingüísticas defendidas por los autores de los libros de textos, además de la enseñanza, debido a la importancia que tiene este tipo de material sobre las decisiones curriculares,

contenidos y actividades que desarrolla los docentes, allí se evidencia una alta dispersión de todas las dimensiones analizadas, puesto que la temática implica varios factores en donde se toman decisiones sobre que enseñar y que representaciones utilizar en cada nivel educativo.

Por último, la publicación titulada “El enlace químico: una concepción poco comprendida” brinda información acerca de los estudios realizados en relación con los conceptos que involucran la temática principal, en la cual, se han evidenciado errores en cuanto al entendimiento de cada uno de los conceptos que la contienen. Es así como, el trabajo tiene como propósito intentar responder a los interrogantes planteados en la información recolectada con anterioridad, un ejemplo de ello se da a conocer cuando, indican que los estudiantes no logran comprender la naturaleza de la unión, menos la del enlace covalente y la idea del ion porque no es fácilmente asumida por medio del desarrollo de diferentes actividades. Se llegó a la conclusión de que, se cree necesario revisar las prácticas de enseñanza en el ámbito universitario, a efectos de considerar que, si alguna de ellas favorece la presencia de distintas concepciones, tal resultado confirma la persistencia, pese a la instrucción de las concepciones alternativas (Riboldi et al., 2004).

Didácticos

El enlace químico es una temática que no puede pasar de apercibida en el área de la química y tiene la misma importancia que otros temas de estudio, cabe destacar, que ha servido a la humanidad en múltiples aspectos desde hace muchos años. De este modo, autores como García, et al. (2008) expresan que es considerado crucial dentro de la química, ya que, de su correcta comprensión, depende que el estudiante pueda desarrollar con éxito otras áreas de esta ciencia.

Sin duda alguna se han realizado trabajos que dan a conocer la enseñanza y aprendizaje de la temática por medio de diversas metodologías, con el propósito de mejorar el entendimiento y comprensión del tema. Un ejemplo de ello, es la tesis “Enseñanza y aprendizaje del concepto de enlace químico en estudiantes de básica secundaria rural”, un trabajo de magíster de la Universidad Nacional de Colombia que tiene como finalidad mejorar el proceso de enseñanza para tener una adecuada apropiación del concepto de enlace químico en estudiantes del grado décimo, mediante el diseño de una secuencia didáctica, de esta manera se logró implementar la estrategia metodológica donde se utilizó las TIC como facilitadora del proceso, obteniendo resultados satisfactorios sobre los conceptos básicos de la química como: átomos, distribución electrónica, estructura de Lewis, electronegatividad, afinidad electrónica y enlace químico. Por lo tanto, el autor plantea que el diseño de la unidad didáctica constituye una herramienta valiosa y eficaz para él, siendo esta una herramienta novedosa que permitió motivar a los estudiantes y dinamizar las clases de química (Serna, 2020).

Seguidamente, Rojas (2019), en su trabajo de grado “El cambio en las concepciones de una profesora de química de educación básica y media en la enseñanza del enlace químico a partir de la implementación de una unidad didáctica constructivista apoyada en tic” tiene la finalidad de Innovar las prácticas docentes en la enseñanza de la química a partir del diseño de una Unidad Didáctica apoyada en estudios recientes sobre la naturaleza de las ciencias y haciendo uso de algunas TIC como apoyo en el aprendizaje de teorías científicas en torno a la temática.

De esta manera, el diseño de una unidad didáctica favorece a que el docente planifique sus clases para que determine como enseñar un concepto, desde tener claro sus objetivos, los cuales van enfocados en que va a enseñar, como va a enseñar, que estrategias de aprendizaje va a utilizar y que recursos tecnológicos va a tener en cuenta, por lo tanto, llegar a un aprendizaje significativo demanda que el docente tenga un manejo disciplinar y dominio del tema, así mismo la adecuación y escogencia de actividades y procesos didácticos adecuados que fortalezcan la generación de espacios interdisciplinarios que conlleven a la unificación del concepto.

Del mismo modo, el trabajo de magíster “Propuesta para transformar las concepciones sobre enlace químico en estudiantes de secundaria”, de la Universidad Pedagógica Nacional, cuyo objetivo es Identificar el impacto de la estrategia pedagógica (PTCEQ) en las concepciones alternativas en estudiantes de grado séptimo del colegio Liceo Superior de Bogotá que presentan diferentes estilos cognitivos, la propuesta se establece como una herramienta metodológica efectiva en el cambio o transformación de las concepciones alternativas del tema, generando un cambio en tres categorías específicas: tipo de enlace químico constituido entre elementos iguales y distintos. Causas y características necesarias para que se lleve a cabo un enlace iónico. El enlace químico como un proceso espontáneo y el establecimiento de la estructura interna de las sustancias que forman un enlace iónico y covalente (Murillo, 2019).

Para González (2017), en su trabajo doctoral “El enlace químico en la educación secundaria. Estrategias didácticas que permitan superar las dificultades de aprendizaje”, realiza una investigación profunda del concepto de enlace químico en cuanto a los obstáculos que se presentan en su enseñanza y como esta, se ve en los diferentes niveles educativos.

La anterior investigación ayuda a contribuir en la mejora de la enseñanza de la química específicamente de la temática Enlace Químico en torno a la educación secundaria por medio de revisiones bibliográficas de la evolución histórica y de la epistemología, también analizando el tratamiento dado en libros de texto como el diseñar una propuesta didáctica que permita a los estudiantes introducir el concepto

de enlace químico, dando conocer que la propuesta didáctica pluri metodológica aumenta la motivación de los alumnos en el estudio del tema, evidenciado en la participación de todas las actividades incluidas en la secuencia didáctica, aunque se han encontrado limitaciones, son contribuciones valiosas a la mejora del proceso de enseñanza/Aprendizaje.

Por último, podemos dar a conocer la tesis de magíster de la Universidad Pedagógica Nacional titulada “Estudio histórico de la ionización y la polaridad para la enseñanza del concepto de enlace químico”, en este trabajo se propone establecer el vínculo entre la actividad experimental y la estructura de las sustancias mediante el abordaje de uno de sus comportamientos. Para lograrlo se acude al análisis histórico y crítico de los fenómenos de ionización y polaridad, a cabo de esto, se diseñó actividades experimentales que contribuyan al proceso, gracias a la investigación se logró aportar elementos valiosos y enriquecedores que favorecen la enseñanza – aprendizaje de la temática abordada (Ombita, 2016).

Software

Como se observó anteriormente, existen trabajos que evidencian el tema central de estudio Enlace Químico, de la misma forma existen escritos que relacionan un aspecto importante que son los softwares que se han usado en la investigación como en la enseñanza de la química, sirviendo de antecedentes en cuanto a programas computacionales usados en la educación.

Para Patiño, (2017) en su tesis “Uso de la química computacional como herramienta para la enseñanza de la química en instituciones educativas”, indica que tanto en la educación básica como superiores es común encontrar la implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en diferentes áreas, pero la química se ha desarrollado en aulas de clase y laboratorio, de este modo da a conocer como la química computacional está creciendo en la actualidad, además que brinda beneficios en cuanto a reducir el impacto ambiental negativo que genera el uso de reactivos, catalizadores, solventes etc.

En este sentido, el autor propone generar conciencia acerca de las ventajas que se obtienen al utilizar paquetes computacionales (GAMESS, MOPAC y GAUSSIAN) en el estudio de la química, a partir del modelamiento de estructuras en tres dimensiones y la ejecución de cálculos sencillos para determinar las propiedades químicas tanto físicas de algunos compuestos, de este modo, acercar la química a estudiantes, empleando herramientas computacionales. En este sentido, usa el software Avogadro para generar estructuras tridimensionales y posterior a ello cálculos usando Gabedit otro programa como interfaz. Se evidenció una diferencia entre los cálculos realizados de los experimentales reportados en la literatura, pero se obtuvo una baja desviación de los resultados de las moléculas seleccionadas, sin embargo, no arrojó resultados satisfactorios como se esperaba.

Igualmente, en el artículo científico “Implementación de Avogadro como visualizador y constructor de moléculas con alumnos de primer año de odontología en la asignatura de química general y orgánica” se propuso como objetivo principal el de comparar el tiempo en que los estudiantes de odontología demoren en asignar la quiralidad de los carbonos en moléculas planas (2D) versus otras en el programa Avogadro. Los resultados obtenidos indicaron que el tiempo disminuyó al ver las estructuras en 3D en el programa seleccionado, estos apoyados a las respuestas brindadas en la encuesta voluntaria, donde han calificado la experiencia positivamente, catalogando el acercamiento como exitoso (Torres et al., 2016).

En el mismo sentido, está la “propuesta metodológica basada en la innovación para la enseñanza-aprendizaje de la unidad teórica del enlace en la asignatura de química” es una tesis realizada en la Universidad de Concepción, cuyo propósito central es favorecer el aprendizaje significativo en estudiantes que cursan la asignatura de química con la ayuda de recursos como Power Point, Pizarra digital, Goconqr, Avogadro y así innovar en sus prácticas pedagógicas. Al finalizar, considera que esta propuesta será una buena herramienta para el profesor interesado en enseñar la temática, facilitando el trabajo docente, ya que contempla todos los materiales necesarios para efectuar una clase dinámica, generando un

impacto en la forma de enseñar química, apoyado en el uso de la tecnología (Castro et al.,2016).

Mirats, (2016), en su trabajo de magíster titulado “Programas de visualización molecular como recurso para lograr el aprendizaje significativo del enlace covalente en 2° de bachillerato”, el cual propone al docente una metodología basada en el constructivismo que integre el uso de visualización molecular para la enseñanza de la unidad didáctica de enlace covalente, siendo necesarios la utilización de programas como Chimera, VMD y Gabedit. Allí se consideraron aspectos importantes del aprendizaje significativo realizados en pre y post test y que podría producir un aumento en la motivación del estudiante, llevándolo a un aprendizaje más duradero.

Para finalizar el artículo científico “La propuesta del software de visualización y modelado molecular en la enseñanza universitaria. Una experiencia con alumnos ingresantes de carreras afines a la Química”, da a conocer que se han introducido a la facultad de química dos software de visualización y modelado molecular Gabedit y Jmol, donde muestra las características, propiedades e importancia de los programas en la enseñanza de la química mediante una encuesta a su estudiantado, allí se evidenciaron pequeñas limitaciones en cuanto al poco tiempo dedicado a la enseñanza del programa como asegurar la estabilidad con el hardware (Marzocchi et al.,2013).

MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del presente trabajo, se tomaron en cuenta varios aspectos que son ejes fundamentales para el desarrollo del referente teórico: en primer lugar, se estudia a las unidades didácticas, seguidamente lo relacionado con el aprendizaje cooperativo, las herramientas informáticas enfocadas a un programa en específico llamado Gabedit y por último la parte teórica que mostrará los conceptos para tener en cuenta y que engloban a la temática del enlace químico.

Unidad Didáctica

La definición de unidad didáctica (UD) en el transcurso de los años ha tenido una gran evolución, pero se puede tomar en cuenta el concepto dado por Escamilla, (1993, Citado por Reinoso, 2017) La unidad didáctica es 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

De este modo, la unidad didáctica contiene elementos pedagógicos organizados a la medida para que se dé con pertinencia el desarrollo de una clase, teniendo en cuenta el espacio, tiempo y material requerido en la ejecución de la dinámica.

Según Sanmartí y Marchan (2015) diseñar una unidad didáctica para llevarla a la práctica, es decidir qué se va a enseñar y cómo, es la actividad más importante que llevamos a cabo los enseñantes, ya que de ella concretamos y ponemos en práctica nuestras ideas e intenciones educativas. Por lo tanto, las Unidades Didácticas y su contribución en el aprendizaje significativo de conceptos, captan un tema de actualidad e interés práctico; lo que ha generado desafíos para la iniciativa, la innovación y, en suma, la actividad creativa de profesores y estudiantes. Lo cual

genera un estímulo en el pensamiento de los estudiantes, favoreciendo así el desarrollo del aprendizaje en los estudiantes (Quintanilla, Merino y Daza. 2011).

Por consiguiente, la unidad didáctica es un elemento que no se rige bajo una fórmula que indique como se diseñará, pues siempre será reconstruida constantemente en función de los contenidos o desempeños que el docente considere relevante para el proceso de aprendizaje que tienen los estudiantes.

Funciones de la unidad didáctica

La unidad didáctica tiene funciones importantes como por ejemplo, ayuda a eliminar la dependencia excesiva del azar y la improvisación, ayuda al profesor a prepararse cognitiva y eficazmente para el proceso enseñanza aprendizaje, mediante la creación de un conjunto de actividades y mapas conceptuales, genera desarrollo y crecimiento profesional cuando se procede a su elaboración se logra a través de la reflexión y auto revisión de los que sucede en el aula en todos los niveles, también evita la pérdida de tiempo y rentabiliza al máximo los esfuerzos, por último da pie al desarrollo de procesos creativos e imaginativos cuando se diseña en grupo, al tiempo que refuerza los vínculos del equipo. Es relevante considerar que los aprendizajes necesitan ser programados, en el sentido de que para abordarlos es preciso marcarse objetivos y contenidos, diseñar actividades de desarrollo y prever los recursos necesarios (Corrales, 2010).

Elementos de la Unidad Didáctica

Las unidades didácticas están regidas para unos lineamientos que deben contener y que lo constituyen, pero denotan flexibilidad en su elaboración. En este sentido se darán a conocer aquellos elementos que constituyen una UD, teniendo en cuenta que pueden variar conforme a lo que se desarrollará.

De este modo se describen las partes de la unidad didáctica conforme a Arias (2018), donde los principales componentes que se proponen como partes de la unidad, complementados con criterios orientadores para la toma de decisiones en su diseño, se compone de un título el cual denota el tema que se busca trabajar,

debe ser breve e indicador de los propósitos conceptuales a abordar. Objetivos divididos entre el que y el para quede la unidad. Pregunta orientadora, la cual está dirigida a resolver un problema con los aportes del desarrollo de la unidad, es la clave del profesor que pretende investigar su propia práctica. Motivación donde se debe tener en cuenta la gestión y organización temporal y espacial del aula. Los conceptos, se recomienda abarcar pocos temas y vincularlos. Procedimientos o contenido procedimental, relacionadas con las estrategias de aprendizaje, los cuales vuelven operativo y secuencial el acto de aprender. El desarrollo de la unidad o la descripción de las actividades se considera la más importante porque responde a la pregunta del cómo, cuándo y dónde, con indicaciones claras y precisas y finalmente la evaluación, que constituye un aspecto frágil porque con frecuencia se entiende como un acto calificador.

Teniendo en cuenta lo anterior, existen unidades didácticas que atienden a todos los elementos como los que toman en cuenta los mas relevantes en el caso de Vega et al. (2016), donde apropia en su proyecto las siguientes partes: Introducción, Objetivos (general y específicos), un marco teórico donde vincula los contenidos, una metodología que brinda apoyo para alcanzar los objetivos propuestos, unos resultados y por último unas conclusiones del proceso.

Características de la unidad didáctica

Para dar a conocer las características que debe incluir una unidad didáctica para que los contenidos abordados sean de calidad, se cita a Jiménez y Anchetta (2020), los cuales indican que son las siguientes:

- Contenido pedagógico: Los materiales deben contener discurso didáctico que se asemeja al profesor en la clase presencial y se debe analizar qué es lo más relevante y la mejor manera de transmitirlo para, así, lograr aprendizaje significativo.
- Contenido estructural: se debe abordar de lo más sencillo a lo más difícil y el autor debe conocer esto, pues no es solamente colaborar con los contenidos, sino que debe ayudar a estructurales, lo anterior debe analizarse desde el

plan de la obra, se deben diferenciar con exactitud los materiales: unidades didácticas, guía de estudio, manual de laboratorio y debe ser atractivo y sencillo.

Aprendizaje Cooperativo

El Aprendizaje cooperativo es un método de enseñanza aprendizaje que actúa con los recursos del grupo, con el objetivo principal de mejorar el aprendizaje y las relaciones sociales. La premisa de básica es que el grupo es un conjunto de recursos, no solo de conocimientos, sino también de habilidades, un proceso de intercambio y participación para ser protagonistas activos de su propio aprendizaje. Según Arias (2017) da al profesorado la oportunidad de alcanzar varios objetivos, al mismo tiempo contribuye a mejorar el rendimiento del alumnado atendiendo a la diversidad, fomenta las relaciones positivas entre él, por último, ayudarle a desarrollarse psicosocial y cognitivamente.

Se puede señalar que este tipo de aprendizaje es una práctica educativa que se ha llevado a cabo con gran éxito en las últimas décadas. Se le considera como una herramienta metodológica capaz de dar respuesta a las diferentes necesidades que presentan los individuos del siglo XXI (Azorin,2018).

Características del aprendizaje Cooperativo

El aprendizaje cooperativo presenta características específicas como son: el elevado grado de igualdad, debido a la simetría entre los roles que desempeña los participantes en una actividad grupal, además de un grado de mutualidad variable, es decir, el grado de conexión, profundidad y bidireccionalidad de las oportunidades comunicativas, también permite fomentar interacciones positivas entre los alumnos y entre estos y el profesor, por lo que se convierte en una estrategia instruccional de primer orden para facilitar el trabajo con un grupo heterogéneo e incluso con alumnos con necesidades en situación de integración escolar (Pliego, 2011)

El aprendizaje cooperativo precisa de una mayor intervención del profesor y en la estructuración de las actividades, por lo tanto, el docente plantea y organiza el trabajo de los estudiantes (Santiago, 2014). Al trabajar en equipos es importante

conformar grupos y conocer los miembros, para posteriormente poder planificar el actuar de cada integrante, siendo necesario que cumpla las características, por ejemplo, debe ser heterogéneo, organizado, tener una interacción activa cara a cara, además de, que cada estudiante debe ser interdependiente de sus afinidades personales y busquen recursos para entenderse con personas distintas a ellos ayudando a contribuir a la implantación de una dinámica cooperativa maximizando el aprendizaje entre todos los integrantes (Pérez, 2010).

Pérez (2010) afirma que al implementar el aprendizaje cooperativo en alguna población específica se logra aumentar los esfuerzos de los estudiantes hacia la meta deseada, además se fomenta una interacción interpersonal que promueve el aprendizaje de todos los integrantes, seguidamente del desarrollo de las destrezas sociales junto con la resolución pacífica de conflictos, responsabilidad individual y grupal gracias al apoyo y la ayuda mutua en el grupo de trabajo.

Ventajas del aprendizaje Cooperativo

El aprendizaje cooperativo consigue importantes avances en el desarrollo cognitivo de todos los alumnos, independientemente de su nivel:

- *Estudiantes con mayor retraso cognitivo:* el contacto con aquellos con mayor capacidad cognitiva les sirve para abrir nuevas perspectivas y posibilidades que por sí mismo habrían descubierto, pero no a la misma velocidad.
- *Estudiantes con nivel medio:* los diálogos en grupo abren nuevas perspectivas para su trabajo individual. Ese trabajo vuelve a ser confrontado por el grupo, lo que da paso a reestructuraciones sucesivas de ideas, propias de la evolución cognitiva.
- *Estudiantes más con mayor ventaja:* cuando son tutores consolidan sus conocimientos, para estructurarlos mejor y así explicarlos con más eficacia.

Las ventajas de este tipo de aprendizaje que se pueden destacar son: que reduce la ansiedad, fomenta la interacción, potencia la autonomía e independencia, permite personalizar los contenidos al nivel de los estudiantes, favorece el desarrollo de destrezas complejas de pensamiento crítico, también la integración y la

comprensión intercultural, promueve el desarrollo socioafectivo, aumenta la motivación hacia el aprendizaje escolar, mejora el rendimiento académico (Pérez, 2010).

En palabras de Pérez (2010), el aprendizaje cooperativo es una de las técnicas de aprendizaje que proporcionan un aprendizaje más profundo y además permite un tratamiento de la diversidad muy rico, donde hay que tener en cuenta al plantear una situación de aprendizaje cooperativo se centra en cambiar el término grupo por el de equipo, porque terminan por ser la unión de diferentes partes que ha realizado cada uno de los miembros del grupo, en cambio, el equipo tiene una entidad propia, no se trata de una unión temporal, sino que se debe alargar en el tiempo y sus miembros deben tener unas funciones delimitadas y claras en relación con las tareas a desarrollar y a las funciones del equipo en sí.

¿Porque utilizar aprendizaje Cooperativo?

Para emplear el aprendizaje cooperativo, basta con conocer las investigaciones realizadas al respecto, desde 1898, hasta la fecha, de allí los resultados obtenidos pueden clasificarse en tres categorías principales que son:

1. Mayores esfuerzos por lograr un buen desempeño: esto incluye un rendimiento más elevado y una mayor productividad por parte de toda mayor posibilidad de retención a largo plazo, motivación para lograr un alto rendimiento, más tiempo dedicado a las tareas, un nivel superior de razonamiento y pensamiento crítico.
2. Relaciones más positivas entre los alumnos: esto incluye un incremento del espíritu de equipo, relaciones solidarias y comprometidas, respaldo personal y escolar, valoración de la diversidad y cohesión.
3. Mayor salud mental: esto incluye un ajuste psicológico general, desarrollo social, integración, autoestima, y capacidad de enfrentar la adversidad y las tensiones.

El aprendizaje llega a considerarse una de las herramientas más importantes para garantizar el buen rendimiento de los estudiantes por los poderosos efectos que tiene la cooperación en las personas (Holubec, Johnson y Johnson, 1999).

Las investigaciones han mostrado reiteradamente la efectividad del aprendizaje superando con respecto a un ambiente competitivo o individualista. Tiene la potencialidad de producir efectos positivos en los estudiantes en aspecto de rendimiento académico y desarrollo de diversas capacidades ampliamente, como consecuencia aprenden más cuando realmente se trabajan juntos en comparación cuando están por su cuenta, porque gracias a ello el grupo puede reconocer quien requiere más apoyo y motivación para cumplir una tarea específica, no solo eso, sino incentivar la apropiación del trabajo en forma colectiva.

Tecnología de la información y comunicación (TIC)

Las Tecnologías de la Información y la de Comunicación (TIC) se desarrollan a partir de los avances científicos producidos en el ámbito de la informática y de las telecomunicaciones, de ahí la importancia de la tecnología que accede al proceso de producción, interacción, tratamiento y comunicación de la información. De este modo, el uso de las TIC en el aula hace posible que los estudiantes complementen otras formas de aprendizaje utilizadas en la clase, mejoren la comprensión de conceptos abstractos o imposibles de observar a simple vista o en las experiencias prácticas en laboratorios, usen representaciones para desarrollar proyectos con compañeros y docentes, y manipulen, por ejemplo, moléculas en tres dimensiones, etc. (Fernández y Ortiz, 2017).

Por lo tanto, las TIC van tomando mayor importancia en la educación hoy en día, debido a que las tecnologías inciden en todos los niveles de enseñanza, retando a mejorar e innovar en los procesos educativos para ofrecer una comunicación sincrónica y asincrónica en el desarrollo intelectual en los estudiantes. De este modo, las tecnologías de la información y las comunicaciones están conformada por un conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes, etcétera, según el art. 6 Ley 1341 de 2009, definición de TIC.

Herramientas Informáticas

Cuando se habla de las herramientas informáticas, se hace referencia al conjunto de programas, aplicaciones o simplemente instrucciones, que al utilizarlas permitirán al usuario realizar un trabajo determinado de la mejor manera posible en algún dispositivo informático. En este sentido, la informática está conformada por tres pilares que son: Hardware, Software y recurso humano, el primero está relacionado con el elemento físico de un sistema informático como el computador, los dispositivos externos, los cables, todos aquellos elementos que se pueden tocar físicamente, el segundo, es la parte intangible, son los elementos lógicos que hacen posible el primero funcione y el último es la persona que se encarga del manejo de los dos anteriores (Correa, s.f.).

Por lo tanto, las aplicaciones o programas que podemos utilizar con un computador en algunos casos no requieren el uso del internet o de las redes de comunicación, sino que están diseñados para poder utilizarlo de forma local, es decir, solo con el ordenador. Estas aplicaciones informáticas, más llamados programas, son muy populares debido a su utilidad en la cotidianidad, siendo las más empleadas por los usuarios, especialmente las aplicaciones ofimáticas (procesador de texto, hoja de cálculo, gestor de bases de datos, etc.), que se adaptan a las necesidades de usuarios de diferentes profesiones (Belloch, s.f.). No obstante, podemos encontrar otras aplicaciones que son usadas en ámbitos más específicos o concretos, como por ejemplo en la Química, allí se logra apreciar un sinnúmero de programas especializados que se usan según los requerimientos deseados, según el tipo de investigación a realizar, por ello surge la química computacional que es una área de la Química que usa el modelado y simulación en la computadora con el objetivo de resolver problemas químicos, es así que se evidencia que existen algunos cuya funcionalidad es la de representar átomos y moléculas para el estudio de sus propiedades.

Software Gabedit

Gabedit es un programa que funciona como interfaz gráfica para diversos paquetes utilizados en química computacional. Entre las opciones que ofrece Gabedit están construir moléculas o importarlas desde un archivo externo, crear archivos de entrada y ejecutar cálculos de diverso interés con los paquetes que trabaja y posterior a esto también permite visualizar los archivos de salida de estos. Adicionalmente, se pueden visualizar superficies de energía, densidades electrónicas, orbitales moleculares, entre otras propiedades moleculares (Patiño, 2017).

Este software es de código abierto (software libre) que dispone de avanzadas herramientas con las que se pueden construir rápidamente bosquejo de moléculas, examinarlas en 3D y guardarlos en varios formatos. Posee una interfaz gráfica para editar, visualizar, renderizar, convertir, analizar, modificar y animar moléculas, permitiendo realizar una gran variedad de cálculos. En su visualización tiene distintas opciones que muestran las coordenadas de los centros atómicos, distancias, energías, geometría, entre otras y además un panel de mediaciones de parámetros conformacionales, tales como distancias interatómicas, ángulos planos y ángulos diedros (Beldoménico et al. 2013).

Como se mencionó anteriormente, Gabedit cuenta con un avanzado constructor de moléculas y con una interfaz gráfica bastante amigable para el usuario, gracias a la visualización en tres dimensiones permite una clara comprensión de la estructura de las moléculas, además de las propiedades físicas y químicas que se derivan de ella (Marzocchi et al, s.f.). Además, posee una librería interna con unas 400 moléculas clasificadas en categorías y el usuario puede ir agregando las suyas. Lee y graba archivos en formato propio, otros formatos de software de química computacional y en formato pdb (protein data bank) lo que permite visualizar gran cantidad de archivos de repositorios en internet (Beldoménico et al. 2013).

Enlace químico

En el trascurso de la historia, han existido aportes muy significativos en el conocimiento de la ciencia, en particular de la química, por ejemplo Linus Carl

Pauling, químico estadounidense, quien aclaró la naturaleza del enlace químico y la estructura molecular, exponiendo que "Hay un enlace químico entre dos o más grupos de átomos en caso de que las fuerzas que actúan entre ellos conduzcan a la formación de un agregado con la suficiente estabilidad para que sea considerado por los químicos como una especie molecular independiente" (Pauling, 1939).

El conocimiento del enlace químico ha servido a la humanidad para obtener artificialmente, a través de la síntesis química, nuevos materiales más resistentes y útiles que los naturales, medicinas más activas contra las enfermedades, productos que hacen más llevadera la cotidianidad en el hogar y una multitud de satisfactores para elevar la calidad de vida (García, Garriz, Chamizo, 2009), en este sentido forma parte de la cotidianidad

Esta temática es esencial en el área de la Química, debido a que otros conceptos dependen de su correcta comprensión. Para lograr entender un poco esta definición es necesario saber la estructura y características de los átomos, debido a que el comportamiento entre sí, de estas partículas hace posible esta definición, por ello, es usado para referirse a la interacción existente con el propósito de formar una molécula gracias a la participación de los electrones ubicados en la capa más externa que posee cada uno. Un ejemplo de ello se da a conocer en el libro de Química, donde expresa que los átomos ponen en juego una serie de fuerzas, globalmente atractivas, que posibilitan la unión estable unos con otros (Pozas et al, 2016).

Por lo tanto, el comportamiento que tienen estas partículas hace posible la clasificación según el proceder de las fuerzas que se involucran en el proceso, de este modo se logra conocer tres categorías importantes que son el enlace iónico, el covalente y el metálico, el segundo en especial puede tener diferentes tipos dependiendo los pares electrónicos compartidos, la polaridad y del elemento que los aporta. De este modo surgieron teorías que ayudan a entender este tipo sucesos, sobre todo un método de representarlo brindado por el científico Gilbert Lewis.

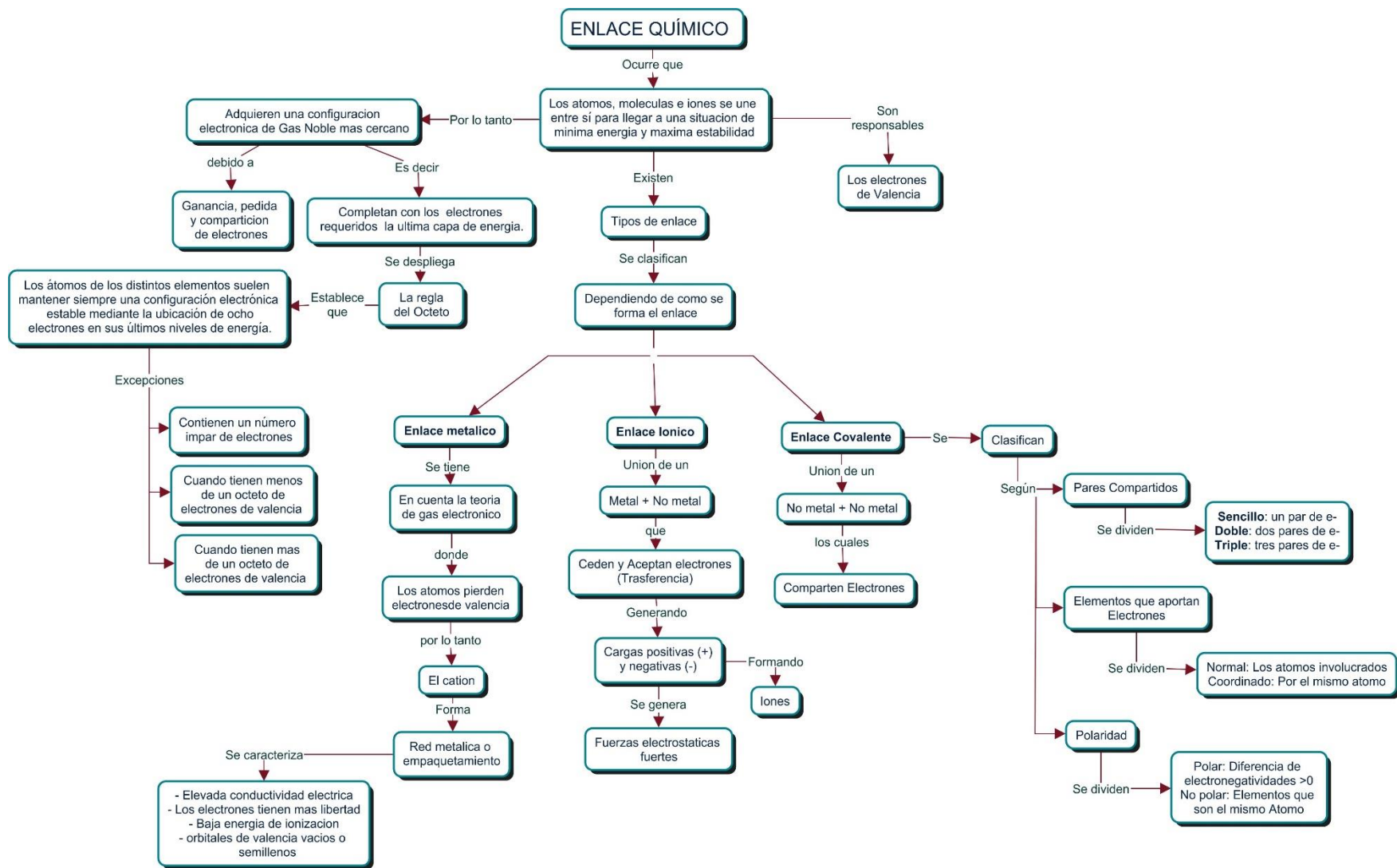


Ilustración 1. Mapa conceptual 1. Generalidades de enlace químico. Elaboración propia.

Teoría de Lewis

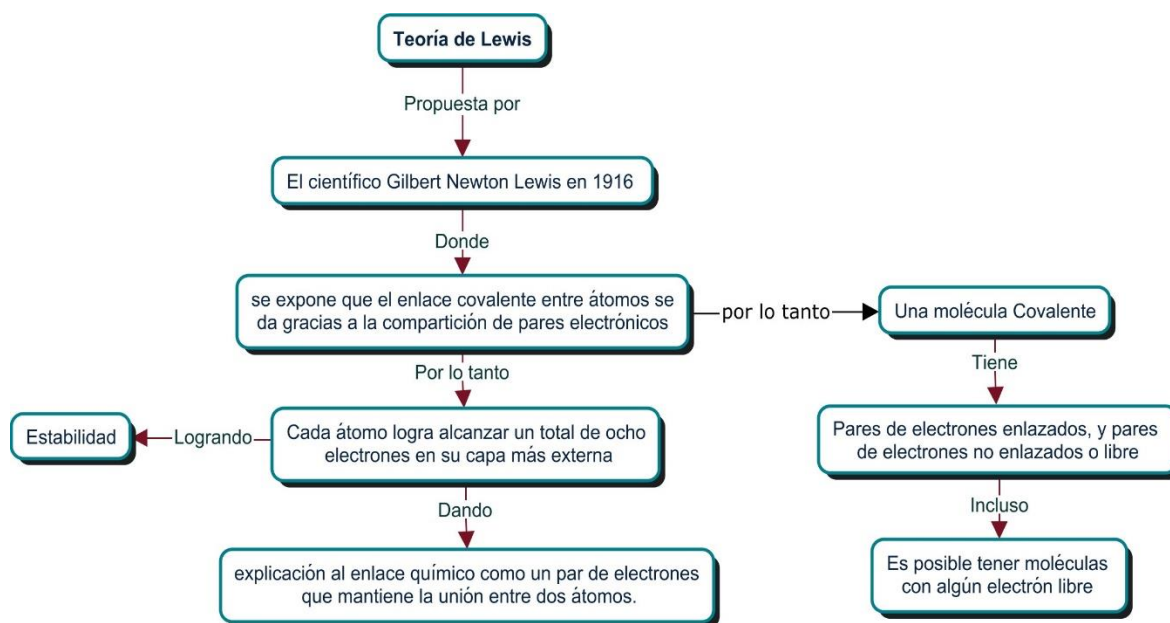


Ilustración 2. Mapa conceptual 2. Teoría de Lewis. Elaboración propia.

El científico Gilbert Newton Lewis en 1916 propuso una teoría en donde exponía que el enlace covalente entre átomos se da gracias a la compartición de pares electrónicos en donde cada átomo lograra alcanzar un total de ocho electrones en su capa más externa, dando explicación al enlace químico como un par de electrones que mantiene la unión entre dos átomos.

Por lo tanto, en una molécula covalente, aparte de los pares de electrones enlazados, puede haber pares de electrones no enlazados o libre, o incluso es posible tener moléculas con algún electrón libre (Tolosa, 2004). De este modo, Lewis sugirió una forma muy sencilla de poder representar los electrones y la formación de enlaces por medio de puntos y guiones que indican la distribución de los electrones de valencia, conociéndolo como símbolo de Lewis.

Cuando se habla de símbolo de Lewis consiste en la representación a lápiz y papel de un enlace químico por medio de puntos que son dispuestos alrededor del símbolo atómico del elemento químico los cuales simbolizan a los electrones de valencias que son los que participan en el enlace, los cuales encuentran ubicados en la capa

más externa y, que por lo general está incompleta, porque se considera que cada lado del elemento da cabida a dos electrones como máximo, por ende este fundamento del modelo explica porque completan un total de ocho, lo que da cabida a la denominada regla del octeto.

Regla del octeto

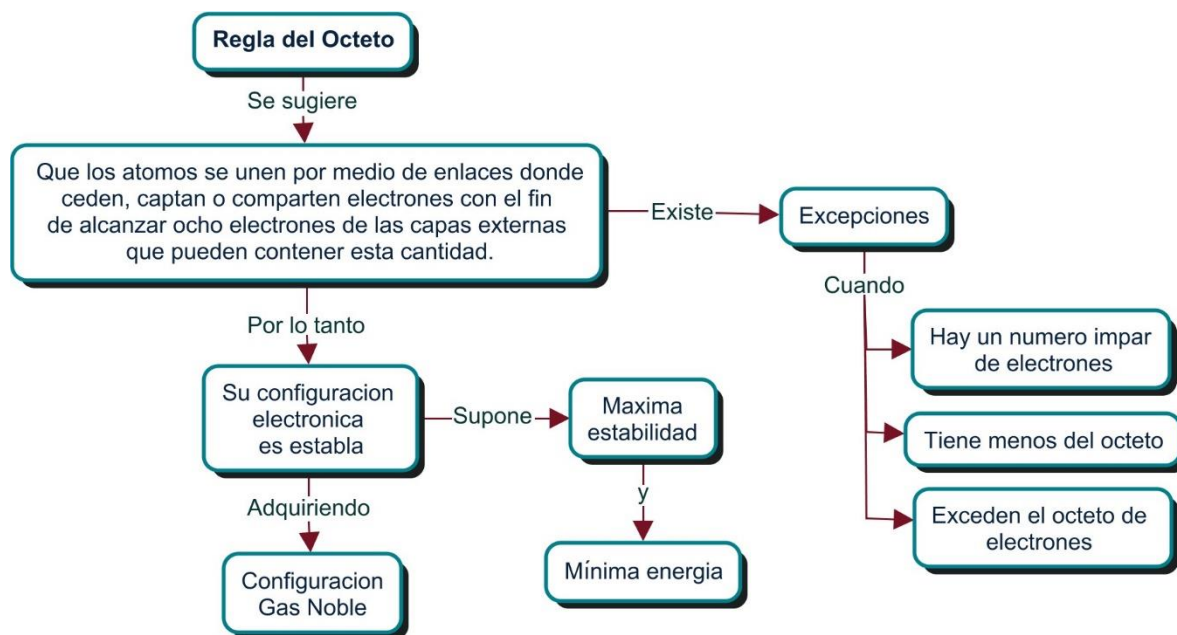


Ilustración 3. Mapa conceptual 3. Regal de octeto. Elaboración propia.

El fundamento del modelo de Lewis son los pares electrónicos responsables de la estabilidad de los compuestos, considerados de esta manera porque explica como completan ocho electrones en su capa más externa, cumpliendo de este modo la conocida regla del octeto, consecuencia del desarrollo del modelo de Bohr y del descubrimiento de los gases nobles, que son sustancias de notable inercia química y una capa de valencia completa.

Los átomos con frecuencia ganan, pierden o comparten electrones, de los cuales tratan de alcanzar el mismo número que tienen de electrones que los gases nobles más cercanos a ellos en la tabla periódica, por lo tanto, son partículas que se consideran muy estables, como revelan sus altas energías de ionización, su baja afinidad por electrones adicionales y su falta de reactividad química. Puesto que todos los gases nobles (con excepción del Helio) tienen ocho electrones de

Valencia, muchos sufren reacciones que también terminan con la misma cantidad. (Brown et al., 2004).

En este mismo sentido, como da a conocer en el libro de química la ciencia central, la regla dice que: los átomos tienden a ganar, perder o compartir electrones hasta estar rodeados por ocho electrones de valencia, esto no siempre se cumple porque hay muchas excepciones dependiendo si la molécula tiene el número impar de e-, el átomo tiene menos de un octeto o tiene más, pero ofrece un marco de referencia útil para introducir muchos conceptos de enlace importantes (Brown et al., 2004).

Modelo RPECV

Las representaciones de Lewis son útiles para establecer la distribución de los pares electrónicos en los átomos y moléculas, pero no ayuda en nada en cuanto a la forma que adquiere. Por lo tanto, existe un modelo simple y muy útil para predecir la estructura molecular de un compuesto, es el conocido modelo de Repulsión entre Pares de Electrones de la Capa de Valencia, conocida con el acrónimo RPECV.

El modelo se centra en los pares electrónicos de la capa de valencia del átomo central de una estructura, se puede decir que Los pares de electrones se repelen entre sí, tanto si están en enlace químico (Pares enlazantes) como si no están compartidos (pares solitarios) los pares de electrones se disponen alrededor de un átomo con orientaciones que minimicen las repulsiones (Petrucci et al., 2011).

Teoría del enlace de valencia

El modelo de Lewis de los enlaces químicos asume que cada par de electrones enlazantes se localizan entre los dos átomos unidos: es un modelo de electrón localizado, sin embargo, la posición de este no puede ser precisa, sino solo en términos de probabilidad de encontrarlo en algún lugar de la región del espacio definido por un orbital (Atkins y Jones, 2005)

La teoría de enlace de valencia es una descripción mecánica - cuántica de la distribución de los electrones en los enlaces que van más allá de la teoría de Lewis

y del modelo de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia (RPECV) pues proporciona una forma de calcular los valores numéricos de los ángulos y las longitudes de los enlaces (Atkins y Jones, 2005).

Geometría Molecular

La estructura de Lewis no refleja la geometría de las moléculas, esta es el resultado de la distribución tridimensional de los átomos y viene definida por la disposición espacial de los núcleos atómicos, esta afecta a sus propiedades físicas y químicas, como, por ejemplo, el punto de fusión, el punto de ebullición, la densidad y el tipo de reacciones en que pueden participar. En general, la longitud y el ángulo se deben determinar experimentalmente. Sin embargo, existe un procedimiento sencillo que permite predecir la geometría de las moléculas o iones con bastante éxito, si se conoce el número de electrones que rodean al átomo central, según su estructura de Lewis. El fundamento de este enfoque es la suposición de que los pares de electrones de la capa de valencia de un átomo se repelen entre sí, ya que explica la distribución geométrica de los pares electrónicos que rodean al átomo central en términos de la repulsión electrostática entre dichos pares, es así como el modelo de RPECV supone que los dos o tres pares de electrones del enlace múltiple apuntan en la misma dirección, es decir trata el enlace como si fuera sencillo (Chang, College, 2002).

De esta manera, las formas geométricas de una molécula son predecibles gracias a los pares de electrones que se repelan entre sí, tanto si están en enlace químico (Pares enlazantes) como si no están compartidos (pares solitarios). Los pares de electrones se disponen alrededor de un átomo con orientaciones que minimicen las repulsiones (Petrucci et al., 2011).

Polaridad de enlace

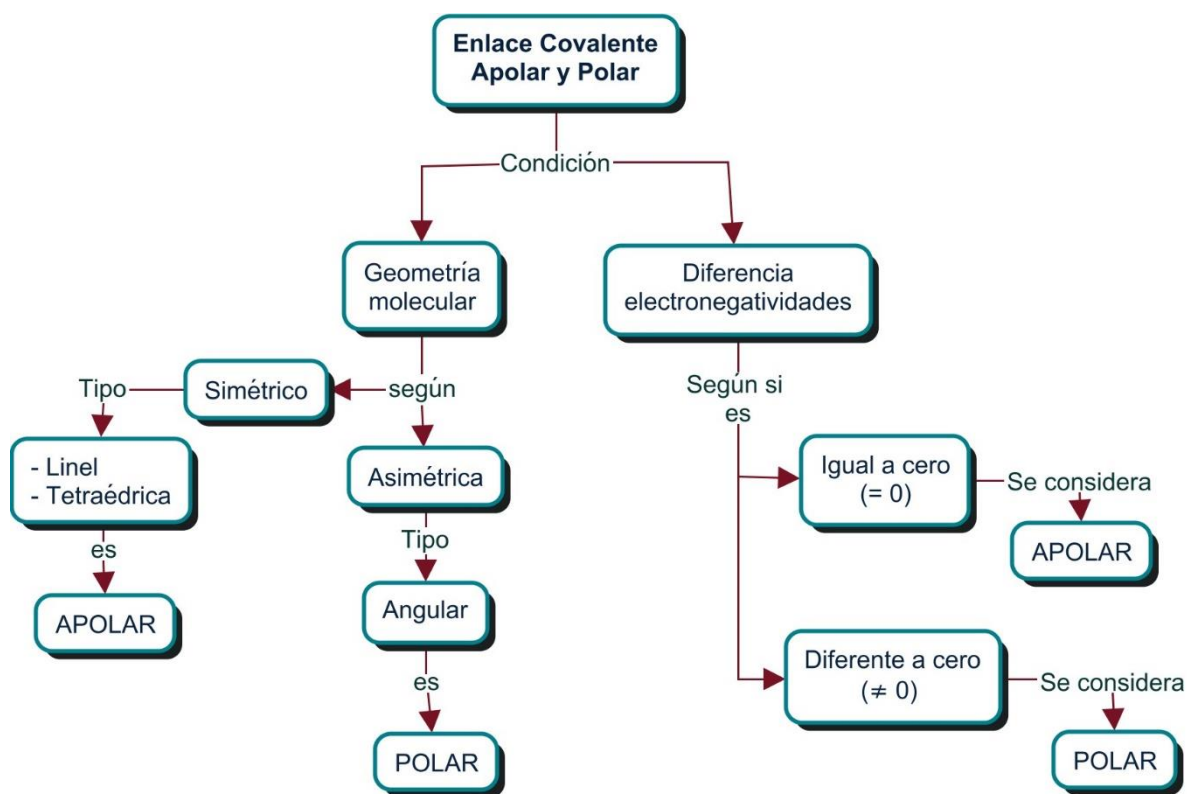


Ilustración 4. Mapa conceptual 4. Enlace covalente apolar y polar. Elaboración propia.

La polaridad de enlace es útil para describir la forma en que se comparten electrones entre los átomos, cuando en un enlace covalente no polar, los electrones se comparten equitativamente entre los átomos y en un enlace covalente polar, uno de los átomos ejerce una atracción mayor sobre los electrones de enlace que el otro (Brown et al., 2004).

Por consiguiente, como se da a conocer en el libro de química general de la editorial Pearson, "la polaridad puede predecirse comparando las electronegatividades de los átomos involucrados. A mayor diferencia de electronegatividades entre dos átomos, mayor será la polaridad del enlace y mayor carácter iónico del enlace" (Petrucci et al. 2011).

METODOLOGÍA

En la enseñanza de cualquier temática se requiere que el docente haga uso de herramientas con el propósito de hacer el proceso más activo y educativo con el simple objetivo de facilitar el aprendizaje por parte del estudiantado. De esta manera se han desarrollado un gran número de materiales que el profesor diseña según se requiera, en este caso, hace partícipe la química, puesto que contiene temáticas que no se logran percibir por medio de los sentidos, pero están sustentadas teóricamente como lo ha expresado Alvarado (2005).

Una de las temáticas que se consideran básicos e indispensables en el desarrollo de la química es el tema del Enlace Químico, el cual se define teniendo en cuenta los syllabus del programa de Licenciatura en Química y este se logra evidenciar consolidado únicamente en el primer semestre de la carrera, además es la última en ser desarrollada en el transcurso de la asignatura, por supuesto ya finalizando, lo que conlleva a que tenga poco tiempo y dedicación al tener una duración muy corta.

Por lo tanto, en la opinión de Escamilla (1993, Citado por Reinoso, 2017), la temática del Enlace Químico requiere preparación y organización de todos y cada uno de los conocimientos que encierra, con la finalidad de alcanzar los objetivos deseados.

En este contexto la pregunta problema ubica a la investigación en un aspecto didáctico y disciplinar por parte de la temática en cuestión, es así que se tuvieron en cuenta investigaciones, las cuales muestran la presencia de dificultades que se presentan en el aula en cuanto a la enseñanza y aprendizaje de la temática de Enlace químico, un ejemplo de ello son los trabajos de Riboldi et al (2004), Lazo y Zúñiga (2013), Fernández y Campos (2014), González (2017), González et al (2018), Benito (2021) citando algunos trabajos, adicionalmente se presentan obstáculos en las asignaturas en las cuales requiere comprensión del mismo.

De esta manera, se ha seleccionado el diseñar una unidad didáctica, puesto que es una de las formas de planificar el conocimiento que se quiere impartir y el proceso de enseñanza-aprendizaje que gira al alrededor de un contenido específico convirtiéndose en una herramienta integradora del proceso, el cual aporta consistencia y significatividad.

Además, se debe considerar los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes, así mismo ver la diversidad del grupo, no solamente ese aspecto es necesario que el docente considere a los alumnos como un factor humano en la medida en que se integra a la sociedad realizando diversas actividades. Por eso, en el proyecto se tiene en cuenta también el componente social indispensable en el desarrollo personal y educativo.

En miras a lo anterior, se procedió al diseño de una unidad didáctica que facilite al estudiante el entendimiento del tema de enlace químico, gracias a que esta herramienta interrelaciona todos los elementos que hacen parte del proceso, para su diseño se tuvo en cuenta el método descriptivo-cualitativo. Donde lo cualitativo es flexible en cuanto al modo de conducir los estudios, allí se siguen lineamientos orientadores, pero no reglas. Los métodos están al servicio del investigador; el investigador no está supeditado a un procedimiento o técnica (Quecedo y Castaño, 2003) en este sentido, son las descripciones sencillas y detalladas las que pasan a ser la base de interpretaciones que se soportan en observaciones cuidadosas y que hacen del investigador un ser que no pierde detalle, tanto de lo que acontece en el exterior, como de lo que le pasa en su interior (Aguirre y Jaramillo, 2015).

Para el desarrollo de la unidad didáctica titulada “Más allá de simples uniones” se tuvo en cuenta tres fases que demuestran programación y orden del contenido, en donde se hace referencia a nociones, habilidades, actitudes, métodos y procedimientos, los cuales se identifican en conceptual, procedimental y actitudinal, que se integran articuladamente entre ellos para desarrollarse conjuntamente guiando el aprendizaje. Al mismo tiempo, se implementará un aprendizaje cooperativo, puesto que se identifica como la mejor estrategia didáctica para la solución de conflictos personales y académicos al permitir la implementación de actividades que de alguna manera salen del contexto rutinario de las clases magistrales, según manifiesta Reyes y Reyes (2017).

El enfoque de aprendizaje cooperativo se escogió como estrategia debido a que fomenta el desarrollo de actividades efectivas y al mismo tiempo productivas, además de otros beneficios como por ejemplo, profundiza y mejora el trabajo en

equipo, aumenta el grado de comprensión de la temática, de lo que se hace en el aula y porque se hace, siendo la variable que más interesa en este trabajo porque se desea solventar y ayudar a las dificultades que se presentan en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por lo tanto, se evidencia en el transcurso de la fase procedimental a medida que se avanza en el desarrollo de la unidad didáctica.

Aparte de lo anterior, también se incorporó el uso de un software computacional, los cuales hacen parte de las herramientas informáticas que han sido diseñadas con funciones específicas y concretas. Allí, se logra encontrar una gran gama de programas centrados en el campo de la química, dentro de los cuales, se encuentra el programa “Gabedit”, que será utilizado como apoyo para el desarrollo en relación con las actividades, gracias a que este cuenta con una interfaz gráfica amigable, además cuenta con opción de crear moléculas que imitan y modelan su comportamiento, posibilitando que se realice procesos cognitivos que mejoran la abstracción que se requiere en la comprensión del tema en estudio.

Gabedit es un software de código abierto y de acuerdo con Marzocchi et al. (2013) posee un potente constructor y, además, visualizador de moléculas, con el que se logra un rápido diseño, que facilita examinarlas en tres dimensiones y guardarlas en varios formatos. Dispone de herramientas para editar, renderizar, analizar, convertir y animar moléculas por lo que calcular la energía de moléculas, optimizar estructuras químicas y realizar muchos otros cálculos de química computacional. En esta ocasión se utilizará a modo de programa educativo, debido a que no se hará uso de todas las funciones que hacen propiamente un programa computacional.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En la investigación realizada se ha comprendido la Unidad didáctica como una herramienta diseñada por el docente, y está dirigido a la población de estudiantes que de alguna manera no apropian el conocimiento referente a la temática de enlace químico como propio, puesto que en los diferentes entornos educativos y las dinámicas relacionadas no suplieron los objetivos planteados de una u otra manera. De este modo, coincidiendo con Lazo (2013) para que los estudiantes aprendan teorías y modelos científicos, deben cambiar radicalmente la forma en que interpretan las cosas, porque de lo contrario, como es habitual, estarán inclinados a cometer errores conceptuales, malinterpretar la información que se le ha brindado y asimilarlo en su propia percepción.

➤ **URL de la Unidad didáctica:** <https://bit.ly/3LUIKHy>



Por consiguiente, la unidad didáctica se diseñó teniendo en cuenta los elementos que las constituyen, pero no todos fueron seleccionados, solo se asimilaron los más relevantes conforme a lo realizado por Vega et al. (2016). El cual contiene en su estructura un título que distingue a la UD, siendo este: Más allá de simples uniones, en este mismo apartado se muestra el autor con su respectiva identificación y el año de elaboración. También se incluyó un índice como referencia a los apartados que forman parte de la herramienta, seguidamente se procedió a la realización de una presentación del instrumento, el cual hace una pequeña descripción de lo que se busca con la UD, en relación con los procesos de enseñanza de la temática seleccionada, además de describir la estructura como se diseñó la unidad, desde la introducción, pasando por los objetivos[Ver ilustración 5], seguido del contenido, la metodología, resultados y por último las conclusiones, haciendo una breve descripción de cada uno.

Otros de los aspectos es, lo relacionado con la introducción, la cual describe bajo que temática se implementara la unidad didáctica, recalando y haciendo una breve

descripción de aquellos elementos que estructuran al instrumento, seguidamente se muestran los objetivos deseados que el estudiante debe logra, por ejemplo, que reconozca y distingan las diferentes definiciones de los conceptos, las características y las teorías que rigen bajo el Enlace Químico, que logren identificar los tipos de enlace teniendo en cuenta la estructura de la molécula y por último hacer uso de las teorías que rigen el tema.



Ilustración 5. Unidad didáctica. Más allá de simples uniones: título, índice, presentación, introducción y objetivos. Elaboración propia.

En el siguiente orden, se dan a conocer las fases en las cuales se diseñó y se rige la unidad didáctica, que están divididas en tres apartados que son: lo conceptual, procedimental y actitudinal, el primer apartado descrito hace alusión a toda la información recolectada referente a la temática [Ver Ilustración 6], que conforman el “saber”, refiriéndose a las capacidades de formar estructuras conceptuales con las informaciones, conceptos, principios y teorías que forman el saber disciplinar, y de operar exitosamente sobre ellas.

Por lo tanto, estos conocimientos se adquirieron de fuentes confiables y verídicas como son los libros de química general de Petrucci, Brown, Atkins entre otros, cabe destacar que el Enlace Químico comprende gran variedad de conceptos, así que en el diseño de la unidad didáctica solamente se asimilaron los que se consideraron necesarios, es el caso de la definición de enlace, sus tipos, la teoría de Lewis junto a la regla del octeto que expresa las excepciones existentes, teorías de enlace exponiendo la teoría del enlace de valencia (TEV) y el modelo de repulsión de pares electrónicos de la capa de valencia (PRECV), en cada una se realiza un recorrido

teórico con las ideas principales, características, además se hace hincapié en ayudas visuales para complementar la información, Eso si sin dejar aparte la geometría molecular, las hibridaciones que se presentan sp , sp^2 y sp^3 .

Los enlaces polares son una propiedad que posee las moléculas, las cuales brindan sustento y coherencia de la información al ser relacionado con la geometría molecular junto con la electronegatividad. Se han identificado la existencia de dos tipos, el polar y no polar o apolar, donde las densidades electrónicas juegan un papel importante, por último, la definición del enlace covalente, donde se resalta la energía y longitud de enlaces generando concepciones acerca de la relación entre la formación del enlace.

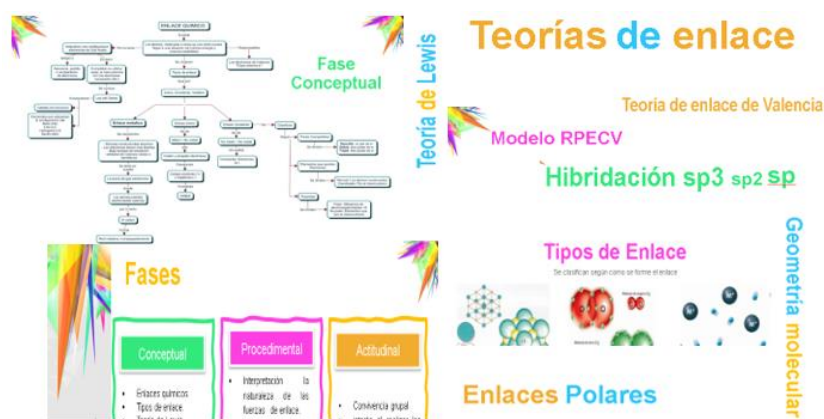


Ilustración 6. Unidad didáctica. Más allá de simples uniones: Fases y contenido. Elaboración propia.

De lo anterior, es necesario entender el porqué del orden de los conceptos, puesto que es la secuencia más apropiada para que sea óptimo el aprendizaje de los estudiantes, dado que tiene en cuenta los cimientos teóricos principales, facilitando el entendimiento de esta clase de unión, las teorías y modelos que lo sustenta, luego como se producen estas interacciones, para que se logre un análisis más profundo del fenómeno que se presenta, por último, su comportamiento y propiedades como por ejemplo la energía y distancias de los enlaces, los cuales son importantes para identificarlos y clasificarlos.

Esta fase conceptual al tener los saberes teóricos, estos no solamente tiene que ser texto, en este caso la UD tiene pequeños párrafos que muestran la idea más relevante para cada concepto, también se encuentran ayudas visuales en forma de

imágenes que logran representar adecuadamente los conceptos a enseñar, adicionalmente se incluyeron mapas conceptuales de elaboración propia, puesto que constituyen una herramienta muy utilizada en los procesos de enseñanza aprendizaje, debido a que deben estar dispuestos, de acuerdo a un orden de importancia o inclusividad, reflejan un resumen de lo más importante, es preciso mostrar de manera simple y llamativa las relaciones entre ideas, de esta manera dirigen la atención del estudiante. De este modo, esta herramienta brinda organización de los contenidos y establecimiento de las relaciones entre ellos, siendo un importante paso en la planificación.

Por lo tanto, los mapas conceptuales fueron desarrollados por Joseph Novak y Bob Gowin quienes dieron a conocer que es un instrumento que representa el conocimiento de manera sencilla y práctica, Esto permite transmitir con claridad mensajes conceptuales complejos y facilitar tanto el aprendizaje como la enseñanza. De este modo, cabe resaltar que, la elaboración de mapas conceptuales permite la utilización de ambos hemisferios del cerebro, potenciando con ello los procesos del pensamiento abstracto y los psicomotrices, de manera que se complementan, sin olvidar que estos fomentan también el desarrollo de la memoria, la reflexión, el espíritu crítico y la creatividad (Nilo, 2007).

Siguiendo el lineamiento de las fases, en el apartado procedimental el estudiante será el actor principal de su aprendizaje, porque a medida que avanza la UD se ira desarrollando la capacidad de saber hacer, que abarca habilidades intelectuales, destrezas, estrategia y procesos, entre otras, categorizando en lo práctico. Por ende, se involucra la realización de varias actividades, como lo ha dejado en conocimiento Díaz y Rojas (s.f.). Con respecto a lo anterior, este apartado se desarrolla a medida que se avanza en la unidad [Ver ilustración 7] por medio de actividades en forma de preguntas que serán socializadas, además de videos interactivos, también existe actividades adicionales al finalizar la fase conceptual, que sirven de complemento en la enseñanza de la temática, puesto que, algunos se desarrollaran por medio del programa Gabedit.



Ilustración 7. Unidad didáctica. Más allá de simples uniones: Fase procedimental, actividades y videos. Elaboración propia.

Al diseñar las actividades el docente debe ser el que tome las decisiones en relación, con lo que se enseña, por medio de ellas, donde se posibilita que el estudiante aborde el conocimiento adecuadamente que, por sí solos, es difícil representa, esto puede ser causado por diferentes factores, una de ellas es el poco desarrollo del pensamiento abstracto.

De esta manera, las actividades que están presentes en el entorno conceptual se caracterizan por ser preguntas abiertas, exceptuando la última que es de opción falso y verdadero, estas deberán desarrollarse bajo la estrategia de cooperación, el cual brinda ventajas, que son descritas en el marco teórico, además que autores como Vas y Littleton (2010, Citado por Mayordomo, 2016), expresan que en este tipo de aprendizaje los estudiantes asumen un compromiso con un objetivo compartido, reciprocidad, mutualidad y renegociación continua, generando condiciones de responsabilidad, rendición de cuentas, interdependencia y al mismo tiempo desarrollando habilidades sociales indispensables en un desarrollo equilibrado de lo personal e intelectual.

El enfoque de aprendizaje cooperativo se implementará antes de desarrollar la unidad didáctica puesto que, es necesario que el docente forme grupos de trabajo heterogéneos en donde los estudiantes alcanzaran metas comunes, con ello se desarrollaran la parte actitudinal en cuanto a mejorar las habilidades sociales

mejorando el trabajo en equipo y sobre todo aumenta la motivación por el proceso educativo y las distintas tareas. En cada actividad de la unidad didáctica se despliega la descripción de cómo se ejecutará cada una, allí se enfatiza el dialogo, la discusión y la toma de decisiones en grupo.

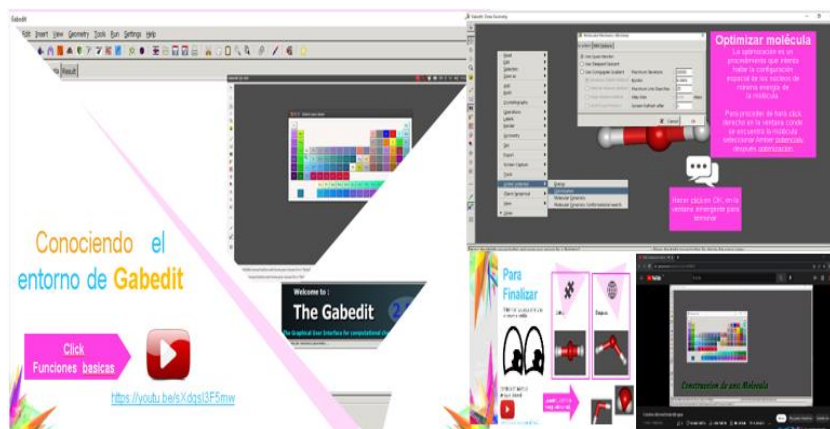


Ilustración 8. Unidad didáctica. Más allá de simples uniones: Entorno Gabbit y videos. Elaboración propia.

Simultáneamente de se involucra el software Gabbit que sirve de apoyo en la ejecución de las actividades finales, con el fin de que el estudiante se familiarice con las representaciones que brinda el programa [Ver ilustración 8], adicionalmente se encuentran algunos videos que se tomaran de guía para la construcción y observación del diseño de moléculas en tres dimensiones, gracias a que Gabbit brinda esas posibilidades de visualización, es una de las razones de haberlo seleccionado, también porque puede generar una serie de imágenes para animación (vibración, convergencia de geometría, rotación, contornos, planos codificados por colores), también para geometría y sobre todo que es de código abierto, los cálculos que genera pueden servir más adelante para realizar análisis (Marzocchi et al., 2013) según la profundidad que el estudiante desee indagar y sacar más provecho de este software.

La unidad didáctica esta disponible en la web por medio del enlace ubicado en el apartado inicial de esta sección.

CONCLUSIONES

En el diseño de la unidad didáctica Más allá de simples uniones, sobre la temática Enlace Químico se determinó, la importancia de especificar la jerarquización de los contenidos en cada uno de los conceptos que la contienen, puesto que se organiza el conocimiento y ayuda a priorizar la información, adicionalmente por medio del software Gabedit propiciando proceso de comprensión y abstracción. Al mismo tiempo, las propiedades de este programa fomentan el proceso de aprendizaje en relación con la temática evidenciando su importancia en la construcción de moléculas y su representación, dado que, los estudiantes se encontrarán en un ambiente interactivo que facilita el autoaprendizaje.

Por consiguiente, la comprensión de la temática de Enlace Químico permitirá fortalecer el proceso enseñanza- aprendizaje de temáticas en la cual se requiere de un adecuado entendimiento, como nomenclatura y estequiometría por medio del diseño de la unidad didáctica apoyada desde Gabedit.

Adicionalmente, el uso de herramientas digitales y programas educativos en la enseñanza de la química permiten mejores procesos en la educación, así mismo en la comprensión y abstracción del contenido que, se ha adquirido en su formación académica, que garanticen el aprendizaje de este tipo de temáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul-Rahman Allouche. (2002-2011). Gabedit (2.5.1). [Software]. <https://bit.ly/3z9PNsS>
- Aguirre, J. y Jaramillo, L. (2015). El papel de la descripción en la investigación cualitativa. *Cinta de moebio*, (53), 175-189. <https://bit.ly/3auslMT>
- Alvarado, C. (2005). La estructura atómica y el enlace químico desde un punto de vista disciplinario. *Revista enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias*. Núm. extra, VII Congreso. Granada, 1-5. <https://bit.ly/3sQWBI6>
- Arias, D. (2018). Unidades didácticas. Herramientas de la enseñanza. *Revista Noria, Investigación educativa*, 42-47. <https://bit.ly/3Pz7sAf>
- Arias, A. (2017). *Anna La Prova A.* (2017). La práctica del aprendizaje cooperativo. Madrid: Narcea de ediciones. *Revista de investigaciones en educación*, 15(1), 85-86. <https://bit.ly/3wD2FoG>
- Atkins, W. y Jones, L. (2005). *Teoría del enlace de Valencia. Principios de química- los caminos del descubrimiento.* Editorial Medica Panamericana. Tercera edición.
- Azorín, C. (2018). El método de aprendizaje cooperativo y su aplicación en las aulas. *Universidad Nacional Autónoma de México. Perfiles educativos*, 40(161), 181 - 194. <https://bit.ly/3MFGTYg>
- Barreto, C. y Irriarte, F. (2017). *Las TIC en la educación superior: experiencias de innovación.* Editorial Universidad del norte. Barranquilla, Colombia. <https://bit.ly/3wKBWqo>
- Beldoménico, H. Marzocchi, V. Vanzetti, N. y Vilchez, A. (2013). Uso del software libre para un portal de compuestos orgánicos persistentes. *Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa.* Universidad Nacional de la plata. Argentina. <https://bit.ly/38GYH6x>
- Belloch, C. (sf). *Las tecnologías de la información y comunicación (T.I.C).* Unidad de tecnología educativa. Universidad de Valencia. <https://bit.ly/39Juvb0>

- Benito, C. (2021). Enseñanza-aprendizaje del enlace químico en 2° de bachillerato. [Tesis de Magister, Universidad de Valladolid], Repositorio UVaDoc. <https://bit.ly/3MCNQZT>
- Brown, T. LeMay, E. Bursten, B. y Burdge, J. (2004). Química. La ciencia central. Novena Edición. Editorial Pearson educación de México SA
- Castro-Cifuentes, M. Cuevas-Caamaño, E. Matamala-Roa, F. y Ramírez-Araneda, C. (2016). Propuesta metodológica basada en la innovación para la enseñanza-aprendizaje de la unidad teórica del enlace en la asignatura de químicas. [Tesis de Pregrado, Universidad de Concepción]. Repositorio DsPace. <https://bit.ly/3alaeZT>
- Chang, R. y College, W. (2002). Química, séptima edición. Editorial McGraw Hill Interamericana Editores S.A. México, D.F.
- Corrales, A. (2010). La programación a medio plazo dentro del tercer nivel de concreción: Las unidades didácticas. Revista digital de educación física Emásf. <https://bit.ly/3NrBa8r>
- Correa, A. (s.f.). Herramientas informáticas [Archivo PDF]. <https://bit.ly/3z4LK1h>
- Díaz, F. y Rojas, G. (s.f.). El aprendizaje de diversos contenidos curriculares. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Editorial Mac Graw Hill. Segunda edición. <https://bit.ly/3LBdAEH>
- Fernández, L. y Campos, A. (2014). Enseñanza del enlace químico desde una perspectiva situación problema. Revista Formación universitaria, 7(6), 45-52. <https://bit.ly/3wB1kQh>
- Fernández, M. y Ortiz, R. (2017). Las TIC: incidencia en el desempeño académico en química de estudiantes de decimo grado. [Tesis de maestría, Universidad de la costa]. Repositorio Redicuc. <https://bit.ly/3sRI3cd>
- García, A. Garriz, A. y Chamizo, J. (2008). Enlace químico. Una aproximación constructivista a su enseñanza. Andoni Garriz; Departamento de Física y Química Teórica. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://bit.ly/3MIqSAW>

- González-Felipe, M., Aguirre-Pérez, C., Fernández-Cezar, R. y Vázquez-Molini, A. (2018). Concepciones alternativas de los alumnos de educación secundaria sobre el enlace químico. *Revista de Didácticas Específicas* 18 (2018), 26-44. <https://bit.ly/3ME4ecV>
- González, M. (2017). El enlace químico en la educación secundaria. Estrategias didácticas que permitan superar las dificultades de aprendizaje. [Tesis de Doctorado, Universidad de Castilla-La Mancha]. <https://bit.ly/3wCv8My>
- Guevara, J. (2019) Enlace químico en topología química cuántica: enlaces de hidrogeno y otros. [Tesis de Doctorado, Universidad de Oviedo]. Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo. <https://bit.ly/3NFxqAh>
- Holubec, E. Johnson, D. y Johnson, E. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Editorial Paidós SAICF. Argentina. <https://bit.ly/3sQcE95>
- Jiménez, C y Anchetta, G. (2020). Elementos educativos en las unidades didácticas en la UNED, Costa Rica 2017 y 2018: frecuencias y posibilidades de mejora. *UNED Research Journal*, 12(1). <https://bit.ly/3sNzw9m>
- Lazo, L y Zuñiga, N. (2013). Estudio sobre las concepciones alternativas de enlace químico en alumno de enseñanza media y enseñanza universitaria. IX Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. <https://bit.ly/3wCTRjT>
- Lobato, A. (2019). Una perspectiva mecánica sobre la estabilidad del enlace químico. [Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio Institucional de la UCM. <https://bit.ly/38S39PW>
- Marzocchi, V., Amato, M., Leonarduzzi, R. y Vanzetti, N. (2013). Avances en la aplicación de TICs en la enseñanza de la química en el inicio de carreras de grado. Facultad de ingeniería química, Universidad Nacional del Litoral. Argentina. <https://bit.ly/3wP1KB>
- Marzocchi, V. Marino, Luis. Amato, M. y Vanzetti, N. (2013). La potencialidad del software de visualización y modelado molecular en la enseñanza universitaria. Una experiencia con alumnos ingresantes de carreras afines a

la Química. VIII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. <https://bit.ly/3LxdK05>

Mateus, L., Benarroch, A. y Nappa, N. (2011). La modelización del enlace químico en libros de texto de distintos niveles educativos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 10(1), 178-201. <https://bit.ly/3GdwgcD>

Mayordomo, R., Onrubia, J., Badia, A., Duran, A., Jiménez, V., Engel, A., Lago, G., Martínez, C., Naranjo, M., Pujolas, P., Riera, G. y Torrego, J. (2016). *El aprendizaje cooperativo*. Editorial Obrta UOC publishing, SL. Primera edición en digital. Barcelona.

Menéndez, M. (2017). *Nuevas herramientas para el estudio del enlace químico en el espacio real: orbitales naturales adaptativos y dominios de probabilidad máxima*. [Tesis de Doctorado, Universidad de Oviedo]. Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo. <https://bit.ly/3LVxRF6>

Mirats, A. (2016). *Programas de visualización molecular como recurso para lograr el aprendizaje significativo del enlace covalente en 2° de bachillerato*. [Tesis de Magister, Universidad Internacional de la Rioja]. Repositorio digital Re-UNIR. <https://bit.ly/3wypXND>

Murillo, E. (2019). *Propuesta para transformar las concepciones sobre enlace químico en estudiantes de secundaria*. [Tesis de Magister, Universidad Pedagógica Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UPN. <https://bit.ly/3wCbNLz>

Nilo, H. (2007). *Fundamento teórico de los mapas conceptuales*. *Revista de arquitectura e ingeniería*, 1(2). <https://bit.ly/3wCbhLr>

Ombita, F. (2016). *Estudio histórico de la ionización y la polaridad para la enseñanza del concepto de enlace químico*. [Tesis de Magister, Universidad Pedagógica Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UPN. <https://bit.ly/3wCbNLz>

Patiño, D. (2017). *Uso de la química computacional como herramienta para la enseñanza de la química en instituciones educativas*. [Tesis de Grado,

Universidad de ciencias aplicadas y ambientales]. Repositorio institucional UDCA. <https://bit.ly/3t3Rtk5>

Pauling, L. (1939). *The Nature of the Chemical Bond and the structure of molecules and crystals: An introduction to modern structural chemistry*. Cornell University Press. Ithaca. New York. U.S.A. Tercera edición, publicada en 1960. <https://bit.ly/3yT0ekD>

Petrucci, R. Herring, G. Madura, J. y Bissonnette, C. (2011). *Química general Principios y aplicaciones modernas*. Décima edición. Editorial Pearson educación SA. Madrid.

Pérez, S. (2010). El aprendizaje cooperativo. *Temas para la educación*. Revista digital para profesionales de la enseñanza. <https://bit.ly/3LEZ3b4>

Pliego, N. (2011). El aprendizaje cooperativo y sus ventajas en la educación intercultural. *Revista educativa digital Hekademos*. <https://bit.ly/3LBr3g0>

Pozas, A. Martín, R. Rodríguez, A. Ruiz, A. y Vasco, J. (2016). *Química 2 Bachillerato* (2da edición). Editorial McGraw-Hill Interamericana de España.

Quintanilla, M; Merino, C y Daza, S (2011). *Unidades Didácticas en Biología y Educación Ambiental*. Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile. <https://bit.ly/3yOh0Br>

Quecedo, R. y Castaño, C. (2003). Introducción a la metodología de investigación. *Revista de Psicodidáctica*. 14(2002), 55-39. <https://bit.ly/38SKfs4>

Reinoso, M. (2017). Unidades didáctica y desarrollo de las habilidades comunicativas en el aula. *Revista interamericana de investigación, educación y pedagogía*, 10(2), 209-231. <https://bit.ly/3wD4txY>

Reyes-Cárdenas, F., Ruiz-Herrera, B., Llano-Lomas, M., Lechuga-Urbe, P., Mena-Zepeda, M. (2021). El aprendizaje de la reacción química: el uso de modelos en el laboratorio. *Revista enseñanza de las ciencias*, 39(2), 103-122. <https://bit.ly/3sQYJzA>

- Reyes, M y Reyes, A. (2017). Aprendizaje cooperativo: estrategia didáctica y su impacto en el aula. XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa. <https://bit.ly/39HwM6z>
- Riboldi, L., Pliego, O., Odetti, H. (2004). El enlace químico: una concepción poco comprendida. Enseñanza de las ciencias revista de investigación y experiencias didácticas, 22(2), 195-212. <https://bit.ly/3GrnQ1u>
- Rojas, Y. (2019). El cambio en las concepciones de una profesora de química de educación básica y media en la enseñanza del enlace químico a partir de la implementación de una unidad didáctica constructivista apoyada en tic. [Tesis de Grado, Universidad Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional Universidad Distrital - RIUD. <https://repository.udistrital.edu.co/>
- Sanmartí, N y Marchan, I. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. Educación química, 26 (4). 267-274. <https://bit.ly/3IRSmZ7>
- Santiago, T. (2014). El aprendizaje cooperativo de la enseñanza de la biología y geología para fomentar la atención a la diversidad. Universidad internacional de la Rioja. <https://bit.ly/3wB3KhP>
- Serna, N. (2020). Enseñanza y aprendizaje del concepto de enlace químico en estudiantes de básica secundaria rural. [Tesis de Magister, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional - Universidad Nacional. <https://bit.ly/3PAZgzg>
- Talanquer, V. (2010). Pensamiento Intuitivo en Química: Suposiciones Implícitas y Reglas Heurísticas. Revista Enseñanza de las Ciencias, 28(2), 165-174. <https://bit.ly/38BNZOR>
- Tolosa, S. (2004). Introducción al enlace químico. Primera Edición. Editorial @bededario.
- Torres-Quezada, C. Varela-Gangas, P. Frías, M y Flores-Morales, P. (2016). Implementación de Avogadro como visualizador y constructor de moléculas

con alumnos de primer año de odontología la asignatura de química general y orgánica. *Educación Química*, 28, 91-98. <https://bit.ly/3yQINRG>

Vega, C., Peña, A., Enrique, L. y Martínez, G. (2016). Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza aprendizaje del cambio químico en una estudiante de inclusión con limitación visual. *Revista Tecné Episteme y Didaxis TED*. Séptimo congreso internacional sobre formación de profesores en ciencias. Bogotá. <https://bit.ly/3sT771E>