

# REVISIÓN TEÓRICA DE LOS CONCEPTOS DE ENLACE IÓNICO Y COVALENTE Y CLASIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS

Dr.C. Blas A. Estévez-Tamayo<sup>1</sup>, Lic. Magnolia Claro-Quintana<sup>2</sup> 

[bestvez@facing.uho.edu.cu](mailto:bestvez@facing.uho.edu.cu)

<sup>1</sup>Universidad "Oscar Lucero Moya", Holguín, Cuba, <sup>2</sup>Universidad Médica "Mariana Grajales", Holguín, Cuba

## ● Resumen

Se presenta la revisión de las definiciones de enlace químico, y se proponen otras más precisa que permiten clasificar las sustancias de manera más sencilla que la que se hace comúnmente. Además, se exponen definiciones para los electrones que participan en los enlaces: electrones de covalencia y electrovalencia.

Palabras clave: enlace iónico, enlace covalente.

## ● Abstract

The revision of the definitions of chemical bond is presented that allow the classification of substances more ease than common. Even more are presented a definition for the electrons that participate in the connections: covalence electrons and electrovalence.

Keywords: ionic bond, covalent bond.

## ● Introducción

Es difícil hablar de definiciones científicas que son pilares de cada ciencia, tal es el caso de la definición de enlace químico y sus tipos. ¿Qué se podría agregar a estas en el siglo en que estamos, cuando los científicos se dedican a realizar estudios de nuevas sustancias y materiales?, ¿qué necesidad hay de transformarlos o agregar determinado rasgo?

Las sustancias tienen sus propiedades, y el modelo las fundamenta. No existe sustancia alguna en la que sus entidades cumplan estrictamente con los de tipos extremos de enlace, de forma tal que cuando se afirma que una sustancia determinada es iónica, esto se debe a que la misma tiene propiedades tales que se corresponden, de alguna manera, con las que tendría una sustancia constituida exclusivamente por iones. En otras palabras, no hay sustancia al 100 % iónica ni al 100 % covalente, sino que a los compuestos se le asigna el enlace en

dependencia de las propiedades que en mayor o menor grado tenga la misma según un modelo.

Las teorías que fundamentan el enlace químico son múltiples y complejas; por consiguiente, al discutir el enlace químico se usan las esencias de los modelos, que resultan mucho más simples y útil para lo cual fueron realizadas.

En la formación del enlace químico intervienen solo los electrones de los orbitales externos, pues la contribución debida a los restantes electrones en la energía total de la estructura química es despreciable en comparación con la contribución de aquellos.

Se reconocen dos tipos extremos de enlace: el iónico y el covalente, y el modelo de la polarizabilidad y el poder polarizante como intermedio de estos.

Sin embargo, si se leen varios libros de química, se nota la gran disparidad que los autores utilizan para

tratar un viejo concepto. Por tal motivo, se revisa el concepto de enlace químico y sus dos tipos fundamentales: el iónico y covalente y se exponen otros relacionados con ellos, y que se estiman son necesarios en el momento de fundamentar las propiedades de las sustancias.

### **Fundamentación teórica**

Los conceptos que están en la base de la estructura de las ciencias permiten entender el significado de las cosas y los fenómenos. El concepto, es una forma del pensamiento abstracto, que refleja los indicios sustanciales de una clase de objetos homogéneos o de un objeto, y se considera como una operación lógica que revela el contenido de un concepto o la significación de un término.

Más aun: "el concepto es una de las formas del reflejo del mundo en el pensar, mediante la cual se entra en conocimiento de la esencia de los fenómenos y procesos, se generalizan los aspectos y los caracteres fundamentales de los mismos. La función lógica básica del concepto estriba en la separación mental, según determinados caracteres, de objetos que nos interesan en la práctica y en el conocer. Gracias a esta función, los conceptos enlazan las palabras con determinados objetos, lo cual hace posible establecer el significado exacto de las palabras y operar con ellas en el proceso del pensar" /1/.

Para definir conceptos, se hace necesario analizar la esencia del fenómeno y determinar su esencia. Entre los pasos metodológicos que de forma general sugieren para la definición de conceptos los autores como R. Concepción /2/ y P. Ballester /3/ proponen la determinación de los rasgos esenciales que se deben de distinguir y reconocer en los objetos y fenómenos.

En las ciencias suele ocurrir que un concepto se desarrolla en la medida que las ciencias amplían sus horizontes. "El desarrollo del concepto científico empieza por el trabajo sobre el concepto mismo como tal, por su definición discursiva, siguiendo operaciones que presuponen el uso no espontáneo de dichos conceptos" /4/.

La química como ciencia tiene sus conceptos que como todo conocimiento se desarrolla, y vistos desde

diferentes puntos de vista, se enuncian de diferentes modos. Entre los conceptos más utilizados en esta ciencia están el de enlace químico y sus tipos fundamentales: el covalente y el iónico, que aparentemente son pilares incommovibles. Sin embargo, existe una amplia gama de definiciones de ellos.

Muchas veces los conceptos de las ciencias no se entienden porque no se utilizan las definiciones del propio diccionario de la lengua. En español y en todas las definiciones, el concepto de enlace siempre tiene entre sus primeras acepciones la de: **unión** /5/.

A través de la historia, el concepto de enlace y sus tipos se han desarrollado, y los libros que explican los contenidos de esta ciencia lo definen de modo semejante, según los autores que los enunciaron; por ejemplo:

Linus Pauling en *The Nature of the Chemical Bond*: "Hay un enlace químico entre dos o grupos de átomos en el caso 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 independiente" /6/.

Reconoce la existencia de enlaces electrostáticos entre los cuales puede estar el enlace iónico y entonces lo caracteriza como: "(...) resultante de las fuerzas de atracción de Coulomb resultante de las fuerzas de atracción opuestas" /6/. Más adelante considera otros tipos de enlaces electrostáticos como la atracción dipolo-dipolo.

En otra obra este autor utiliza un término muy interesante: "valencia iónica", y propone una definición interesante sobre enlace iónico: "(...) las enérgicas fuerzas electrostáticas que actúan entre los iones se le llama enlace iónico" /7/.

En la traducción propone que: "las fuerzas actúan", y no es eso precisamente, sino que **une las partículas**, que es lo que las enlaza. Pero, no refiere la palabra unión.

Tampoco, este destacado autor, expone la existencia de las fuerzas que unen los átomos en el enlace covalente. "Los átomos en estas moléculas están unidos por una clase importante, el enlace por par de electrones compartidos en el enlace covalente" (pág. 206) /7/.

No explica porqué cuando se comparten electrones los átomos se mantienen unidos. Es posible preguntar si los electrones son negativos y se repelen, cómo los átomos se mantienen unidos cuando los comparten?

La explicación es conocida por todos, pero desde el punto estricto de una definición, debe exponerse.

Por otro lado, es importante hacer notar que deja bien determinado que el enlace covalente ocurre por pares de electrones. Elimina otras posibilidades.

W. Luder (1995) en *General Chemistry*, define valencia como: "capacidad de combinación" /8/. Indica que el enlace de valencia: "Es la fuerza que mantiene unidos los átomos". (pág. 88); pero, no explica la naturaleza de esas fuerzas ni qué parte de los átomos son los que atraen o repelen, tal y como sucede en la realidad.

Por otro lado, expone que "(...) la electrovalencia ocurre con los electrones de valencia (...)" (pág. 90), pero no determina si es con todos o parte de ellos. Tampoco muestra un ejemplo donde se vean que unos se transfieren, pero que otros no lo hacen.

Más adelante define en enlace electrovalente: "(...) la transferencia de electrones se define como "electrovalencia" y el enlace como electrovalente". (pág. 90) /8/.

Se aprecia que el enlace ocurre por la transferencia de electrones, y no distingue entre los electrones de valencia cuáles se transfieren y los que no, pues en algunos casos unos átomos transfieren todos sus electrones, pero otros no, que son aquellos que tienen varios números de oxidación.

Cartmell y Fowles (1975) hacen un valioso análisis histórico del enlace químico, el cual se puede utilizar para el objetivo que se propone este trabajo.

Dicen que el enlace covalente es definido por Lewis y Langmuir como: "Enlaces por pares de electrones, es el enlace covalente" /9/.

Exponen que Perkin en 1921 introduce el término de enlace covalente coordinado y las palabras: dador y aceptor, para indicar la especie química que aporta el par de electrones y cual la acepta.

Allí también se analiza la introducción por Heitler y London del método de enlace-valencia, el cual es

reconocido por otros autores como Teoría de Enlace Valencia, donde se toma la acepción del emparejamiento de electrones para el caso del enlace covalente.

Es aceptado por estos autores, y por casi todos, que la definición del enlace iónico es dada por Kossell con la participación de Lewis y Langmuir que propone: "(...) el término electrovalencia y la formación de enlaces electrovalentes (es decir iónicos) (...)" (pág. 127). Tampoco hace distinción de qué electrones de valencia son los que participan, si algunos o todos /9/.

Es interesante el análisis que realiza al enlace metálico, aunque no hace una definición clara, pues en el epígrafe que se espera su definición: "Enlaces metálicos" solo hace una breve caracterización: (...) "un metal puede considerarse como un conjunto de esferas de radio idéntico (el manganeso y el uranio son excepciones) empaquetados de forma que dejen libre el menor espacio posible". (pág. 144) /9/.

No se observa el uso de los términos "unión", "fuerza" ni "energía". Luego, "utiliza" la Teoría de Enlace Valencia para analizar la posibilidad de "híbridos de resonancia" en los metales, algo muy poco probable. Más adelante sí plantea que: "La fuerza del enlace en este tipo de estructuras dependerá del número de electrones de valencia con que pueda contribuir cada átomo". Le faltó que no estén pareados, como es el caso de los elementos de la primera serie de transición de número atómico mayores a 26.

Un enfoque personificado del enlace lo propone B.V. Nekrasov (1981).

Este autor desarrolla un análisis sobre la base del llamado "par compartido". Indica que cuando se comparte un par de electrones se cierra la nube electrónica, y el sistema es más estable. No enfatiza en las fuerzas atractivas, solo en la disminución del contenido energético del sistema /10/.

En el enlace iónico utiliza una derivación de la metodología desarrollada para la definición de enlace covalente y plantea que los electrones compartidos pertenecen a uno de los dos átomos que intervienen en el enlace, razón por la cual se forman los iones y **que estos se atraen por fuerzas electrostáticas formando el enlace iónico.**

En resumen, en este caso acepta que el enlace iónico se forma cuando se originan las fuerzas de atracción, pero no lo define como tal. En este caso se incluye la causa en el efecto.

La profesora Rebeca León (1989) en su texto Química cita a Linus Pauling /11/. Se hace necesario señalar que, según esta autora, L. Pauling deja claro lo que se conoce hoy como rasgo fundamental del concepto de enlace: **enlace es fuerza de atracción entre las partículas que intervienen en él.**

Sin embargo, propone la definición de enlace de igual modo que Nekrasov, "cierre de los electrones de valencia", por pares de electrones.

Rafael León Avendaño (León Avendaño, R. 1991), al igual que Rebeca León, se adscribe a la definición general de enlace de L. Pauling, pero no define enlace covalente ni enlace iónico, solo los caracteriza, sin embargo indica que es posible calcular las fuerzas electrostáticas empleando las Leyes de Coulomb.

Este autor propone una definición de "electrones de valencia" que se debe analizar. "Así decimos electrones de valencia queriendo significar aquellos electrones más débilmente unidos al núcleo y que se ven envueltos en la formación de enlaces" /12/.

A lo que cabe la duda, ¿no son electrones de valencia los electrones aquellos que están en el último nivel y que no participan en la covalencia ni en la transferencia? No diferencia unos de otros. Tampoco lo hacen los demás autores.

Otro aspecto que se destaca en su obra es que cuando estudia la Teoría de la Repulsión de los Pares Electrónicos utiliza los conceptos de pares de "electrones compartidos" y los "no compartidos", con la denominación de "enlazantes" y "no enlazantes", respectivamente.

Los profesores J. Blanco y J. Pereira /13/ también aceptan la definición de Pauling, y de modo semejante la aplican solo al enlace covalente, pero que no explican que se comparten electrones y mucho menos cuáles ni cuántos.

Más adelante, igualmente que la mayoría de los autores de libros de Química General exponen las definiciones de los parámetros del enlace: Longitud de

enlace, Energía de Enlace, Ángulo de enlace, pero que solo tienen significado para las sustancias covalentes que son las moleculares.

En el epígrafe 110 de la obra "Enlace electrovalente. Características generales", exponen que:

"En el modelo del enlace iónico supondremos que las partículas enlazadas son esféricas y poseen cargas positivas o negativas concentradas en el centro de la esfera. Por consiguiente, la mayor simplificación del modelo del enlace iónico: "(...) es que es posible calcular la fuerza electrostática entre los iones usando las leyes de Coulomb, suponiendo los iones como cargas puntuales. Esta proposición no es cierta, pero es un buen ejemplo de cómo una simplificación puede conducir a buenos resultados" /13/.

Se debe señalar que estos distinguidos y respetados profesores en realidad no suponen este modelo, pues que ya existía mucho antes que cuando ellos escribieron el texto, en todo caso debieron decir: "Se adopta el precepto del modelo iónico consistente en que los iones son esferas con sus cargas concentradas en su centro". Pero, lo más importante que dicen: "(...) que la fuerza electrostática se puede calcular, hasta cierto punto" /13/, pero no aclaran que es la fuerza electrostática la que mantiene **unidos** a los iones. En ningún momento se define como enlace iónico, solo se caracterizan. No se explica la transferencia de los electrones y la formación de los iones ni cuáles son los electrones que se transfieren.

En el epígrafe 180 se trata el enlace metálico y las principales características de las sustancias con este tipo de enlace. En él se explica la teoría de las bandas y cómo profundizar algunas de sus propiedades, excepto la plasticidad, pero no dice cómo ocurre la **unión** mediante las fuerzas de atracción entre los núcleos y los electrones de valencia. No indica si todos los electrones de valencia participan en el enlace metálico o no, y tampoco indican que es covalente.

El autor norteamericano Steven S. Zumdall plantea que: "(...) las **fuerzas** que mantienen los átomos juntos en un compuesto se llaman enlaces químicos. Una vía por la cual los átomos pueden formarlos es por el compartimiento de los electrones, este se llama enlace covalente (...)" /14/.

Generaliza, para ambos tipos de enlace, que los átomos están unidos **por fuerzas**, y en el caso del enlace covalente deja claro, que es una **fuerza de unión** de los átomos que se origina por el compartimiento de electrones. No explica más. No expone qué parte de los átomos son los que se atraen o se repelen ni discrepa cuáles son los electrones de valencia que se comparten, sin son todos o parte de ellos y menos los diferencia.

En el caso del enlace metálico (*Bonding in metals*) admite la concepción del mar de electrones de valencia, pero no se fundamenta cómo es que se logra la fuerza de unión ni los factores que afecta su fortaleza.

Se hace necesario resaltar que utiliza la Ley de Coulomb para calcular **la energía** del enlace, lo cual no es estrictamente correcto, pues mediante esta ley lo que se calcula es fuerza electrostática, que se puede interpretar como fortaleza del enlace, pero la energía de enlace es una magnitud termodinámica que puede ser calculada mediante la energía de enlace o la energía reticular, según corresponda al tipo de enlace.

El libro de texto de Química para las carreras de ingeniería de las universidades *Química para Ingenieros*, de Alpha Rosa Lara /15/, en su capítulo 3 dedicado al Enlace Químico, hace una caracterización del enlace, expone las magnitudes que lo caracterizan (Entalpía de enlace, longitud de enlace, y ángulo de enlace), pero al igual que Blanco y Pereira y otros muchos más (casi todos), no indican que son parámetros del **enlace covalente**. Luego los analiza desde el punto de vista energético. En la página 101 comienza el estudio del enlace iónico, lo caracteriza, indica que se cumple y casi se logra la definición, pero no lo hace.

Luego habla de otro tipo de enlace, aunque ya habían clasificado en dos, el enlace metálico.

En la página 117, dice: "En el enlace covalente se produce una compartición de electrones entre los átomos que se enlazan, como consecuencia de esto, disminuye la energía del sistema atómico". Es una caracterización que mezcla dos aspectos, pero que no se argumenta o fundamenta. Tampoco define el concepto.

Reconoce la existencia de enlace covalente en la molécula del ión-molécula hidrógeno:  $H_2^+$ , o sea con

un electrón (pág.120) y con ello el enlace covalente con un electrón.

La definición más precisa de enlace iónico la hace Raymond Chang quien lo define como: "la fuerza electrostática que mantiene unidos los iones en un compuesto iónico es el enlace iónico" /16/.

Esta definición sí permite analizar las propiedades de las sustancias iónicas.

Sin embargo, en el caso del enlace covalente lo explica como que se comparten los electrones y define sintéticamente, que: "un enlace covalente, un enlace en que dos electrones son compartidos por dos átomos" (pág. 338).

## Métodos utilizados

Aparentemente todo está dicho, pero utilizando **el método de análisis y síntesis** se llegan a las siguientes conclusiones parciales:

El término enlace, según los diccionarios de nuestra lengua, y como fenómeno implica la necesidad de unión que en química, desde el punto de vista estructural, implica **fuerzas de atracción** entre las partículas que intervienen en él. Que son dos rasgos fundamentales del concepto.

Para determinar cuáles deben ser las definiciones más precisas de los tipos de enlace químico se debe analizar los siguientes aspectos.

### *En el caso del enlace covalente*

1°. La palabra covalente quiere decir: compartimiento de valencia, por extensión, de electrones de valencia. En ningún caso indica número de electrones que participan en él, ni se hace distinción de cuáles son los que intervienen o no.

2°. El enlace covalente se origina por el compartimiento de electrones, que es causa, no consecuencia.

3°. Enlace quiere decir unión y que intrínsecamente se debe incluir en la definición la fuerza que mantiene unida las unidades que la forman, que es la consecuencia del compartimiento de electrones.

4°. En un enlace covalente sencillo, formado por pares de electrones, donde cada átomo participante debe aportar un electrón (después determinamos que tienen que tener spines contrarios), ocurre que los núcleos de los átomos, que son positivos, atraen los electrones compartidos que son negativos, y que esta fuerza de atracción es superior a las que se oponen: las repulsiones de los núcleos y las envolturas que tienen iguales cargas, positivas y negativas, respectivamente.

5°. Existen diversas estructuras donde centros positivos atraen electrones que son compartidos por dos o más centros positivos y que ese compartimiento origina zonas del espacio negativas que originan fuerzas de atracción mutuas que permiten se mantengan más o menos estables. En las moléculas las estructuras serán más estables cuando los enlaces covalentes se forman por pares de electrones.

Quiere decir que aquellas sustancias cuyas propiedades se explican con el modelo del enlace covalente deben estar incluidas en esta definición, por ejemplo: se debe explicar la existencia del ión molécula de hidrógeno  $H_2^+$ , donde los dos átomos de hidrógeno comparten un solo electrón. También, los enlaces en los diboranos, llamados comúnmente como compuestos deficientes de electrones, por ejemplo: el diborano  $B_2H_6$  donde existen doce electrones y deberían ser catorce. El enlace entre los dos centros  $BH_2$  conocido como tricéntrico se explica por la participación de tres centros con dos electrones.

El caso aparentemente contrario es el del enlace metálico. Al analizar las diversas teorías que se utilizan para fundamentar el enlace covalente, desde Lewis, pasando por la Teoría de Enlace Valencia, Teoría de la Repulsión de los Pares de Electrones, hasta la de los Orbitales Moleculares y su aplicación en los metales, la Teoría de las Tandas, en sus esencias parten del mismo hecho: los núcleos (positivos) de los átomos comparten electrones (negativos) y que las estructuras cristalinas metálicas, se mantienen **unidas por las fuerzas de atracción** de los núcleos sobre los electrones compartidos que están deslocalizados en toda la estructura que comúnmente se le dice de diversas maneras: "orbital molecular", "banda de energía", "nube de electrones" o "cemento químico". Queda claro que indican que

hay **compartimiento de electrones**, pero con la particularidad de que no es uno, dos, ni tres, sino "n", atendiendo al número de átomos que participan y la cantidad de electrones desapareados. Por tanto, si hay compartimiento de electrones, entonces el enlace en los metales es: covalente, aunque sus electrones compartidos están deslocalizados entre todos los núcleos.

#### *Para el caso del enlace iónico o electrovalente*

1°. Las palabras: **enlace iónico**, indican que los iones se deben haber formado.

2°. La transferencia de electrones es la causa que origina la formación de los iones, no consecuencia de enlace.

3°. Si se atiende sólo al aspecto estructural, existe una fuerza de atracción electrostática que mantiene unidos los iones en la estructura.

4°. Las fuerzas de atracción dependen, casi exclusivamente, de la carga de los iones, de su tamaño y de la distancia que los separa.

### ● **Resultados y su discusión**

De la síntesis de los aspectos analizados, se llega a las siguientes definiciones:

Enlace covalente se define como: **La unión de los átomos mediante la fuerza de atracción electrostática que existe entre sus núcleos (+), con los electrones que comparten (-), cuya cantidad puede ser desde uno hasta "n".**

La definición de enlace iónico más precisa de enlace iónico dada, es muy semejante a la de R. Chang: **"Es la unión de los iones (catión +, anión-) mediante fuerzas de atracción electrostáticas en el cristal".**

Por otro lado, se observa que cuando se estudia la Teoría de la Repulsión de los Pares Electrónicos, muchos autores, diferencian los electrones del átomo central que participan en los enlaces (evidentemente covalentes) con los que no intervienen del siguiente modo: compartidos o enlazantes los que participan y antienlazantes o no enlazantes a aquellos que no "se

comparten" (realmente en determinadas ocasiones si se enlazan). En este caso se extrapolan términos que pertenecen a la Teoría de Orbitales Moleculares (T.O.M.) a la de Gillespie. Además, pueden que sean antienlazantes y se compartan con otras moléculas en enlaces covalentes coordinados.

Esto trae como resultado que existe la necesidad de diferenciar los electrones de valencia que participan en el enlace de los otros que no lo hacen.

Por otro lado, en ambos tipos de enlaces se hace referencia a la transferencia o compartimiento de electrones de valencia, pero no se distinguen los que se transfieren en el enlace iónico o los que se comparten en el enlace covalente. No en todos los casos se transfieren o se comparten **todos los electrones de valencia**, por tales motivos se proponen las definiciones siguientes:

**Electrones de covalencia:** Los electrones que se comparten en el enlace covalente.

Los **electrones de electrovalencia:** Los electrones que se transfieren en el enlace iónico.

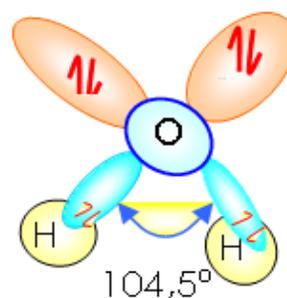
De este modo es muy cómodo y estrictamente más preciso destacar los electrones de valencia que participan o no del enlace. Tal es el caso de los elementos de transición y de transición interna, que son la inmensa mayoría de los elementos metálicos y cuya principal característica química es la de tener varios números de oxidación, cuando participan en un enlace iónico se debe hablar de electrones de electrovalencia a los que se transfieren, por ejemplo: el hierro que tiene dos números de oxidación que se pueden considerar entre los compuestos iónicos: el 2+ y el 3+. Para fundamentar estos se puede utilizar su distribución electrónica:



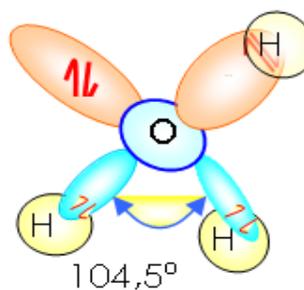
Se propone que los electrones  $4s^2$  son electrones de electrovalencia, pues son los que se ceden y se forma el ion  $\text{Fe}^{2+}$ , estable. Pero,

los electrones  $3d^6$  también pueden participar en los enlaces y siguen siendo de valencia, pues se puede ceder uno más y se forma el ion  $\text{Fe}^{3+}$  y se queda el subnivel 3d con 5 electrones de valencia ( $3d^5$ ), pero que no participaron en el enlace, y que por tanto no son electrovalentes.

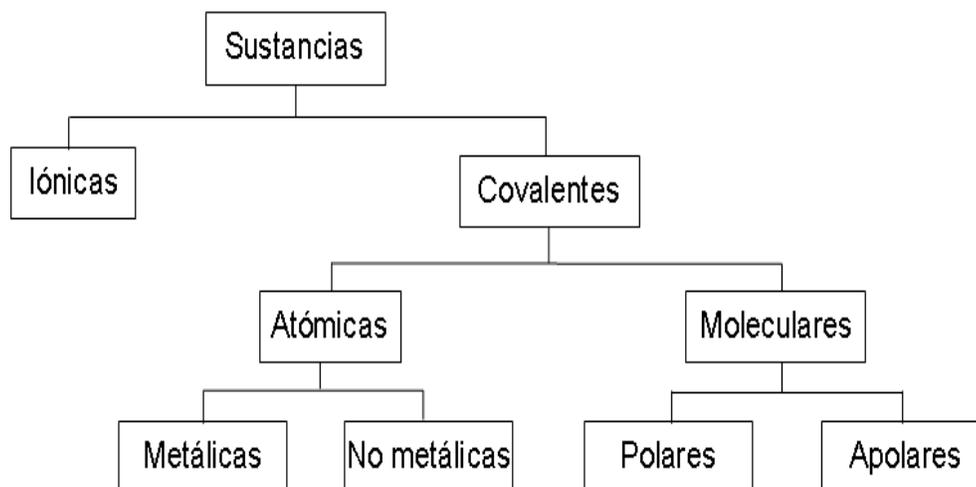
Un simple ejemplo de los aspectos tratados se revela en el caso de la molécula del agua. En su estructura se puede destacar que el oxígeno comparte dos electrones con sendos átomos de hidrógeno, esos electrones son los de covalencia.



Los pares de electrones que no se comparten con los hidrógenos y que R. León Avendaño y otros lo llaman "antienlazantes", aunque sí se pueden enlazar en muchos compuestos, tales como los compuestos complejos (P.ej.  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ), sales hidratadas (P.ej.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), o incluso en la formación del conocido iones hidronio. En este caso, dejan de ser de no covalencia a covalentes de coordinación, atendiendo al tipo de enlace covalente que forman, como se muestra a continuación:



De las definiciones propuestas se deriva una clasificación de las sustancias a pares, según el esquema siguiente:



Se nota como se dividen en pares de contrarios lo cual facilita la fundamentación, las comparaciones y las generalizaciones.



## Conclusiones

*Las definiciones de enlace y sus tipos, enlace iónico y enlace covalente son pilares conceptuales de la química, pero las concepciones de los autores que tratan este crucial aspecto son disímiles y en la mayoría de los casos no se hace o se interpreta de modo incompleto, en ocasiones se confunde la causa con la consecuencia y no permiten realizar el posterior análisis de las propiedades de las sustancias.*

*Enlace quiere decir unión por fuerzas que mantienen asociadas las partículas que en ambos casos está regido por fuerzas electrostáticas, en caso del enlace iónico es unión mediante las fuerzas de atracción electrostática entre los iones y en el caso del enlace covalente la unión se debe a la atracción electrostática de los núcleos, que son positivos, con los electrones que se comparten, que son negativos.*

*El trabajo realizado ha permitido una mejor comprensión del modelo del enlace*

*químico para fundamentar la naturaleza de las sustancias.*

*El análisis realizado se basó en los aspectos estructurales sin considerar los aspectos termodinámicos, pues este es otro modelo y se estima que primero se debe interpretar el aspecto estructural y después el termodinámico.*



## Bibliografía

- ROSENAL, M., P. IUDIN. *Diccionario Filosófico*. Edición Revolucionaria. Habana. Cuba. 1981, pág 78.
- CONCEPCIÓN, M. R. El Sistema de Tareas como medio para la Formación y Desarrollo de los Conceptos Relacionados con las Disoluciones en la Enseñanza General Media, Tesis en Opción al Grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Holguín. Cuba, 1998.
- BALLESTER, P. S. *Metodología de la enseñanza de la Matemática*. Tomo I. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1992.
- DAVIDOV, V. V. *Tipos de generalización en la enseñanza*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1992. pág 220.
- DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Labrys 54 Ediciones. Madrid. España. 1995, pág. 94.
- PAULING, L. *The Nature of the Chemical Bond*. Cornell University Press. Ithaca. New York. U. S.A. Tercera Edición. 1980, pág. 6.
- \_\_\_\_\_. *Química General*. Ediciones Revolucionarias. La Habana. 1975. Pág 187.

8. LUDER, W. F., Arthur A. VERNON, Saverio ZUFFANTI. "General Chemistry". W. B. Saunders Company. Philadelphia. Estados Unidos. 1966. 582 p. pág 82.
9. CARTMELL Y FOWLES. Valencia y Estructura Molecular. Editorial Rerté. Barcelona 1975. págs. 68 y 69.
10. NEKRASOV, B. Química General. Moscú: Editorial Paz. [s/a]. 640 p. 1981. pág. 86.
11. LEÓN, R. Química General Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana], 1989. 388 p. pág. 84.
12. LEÓN, A. Rafael Química General Superior. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1991. 710 p. pág. 539.
13. BLANCO P., JOSÉ, PEREIRA, J. Química Inorgánica 1 (I y II) . La Habana: Editorial Enpes, 1982.— 714 p. pág. 6.
14. ZUMDALL, STEVEN S. Chemical Principles. D.C. Health and Company. Lexiton, Massachusetts, Toronto. Canada . 1999. pág. 33.
15. CALERO M., LABADIÉ S. J., ROSA LARA, A. et al Química General. Ed: Felx Varela. La Habana, 2004. pág. 92.
16. CHANG, R., Química. 7ma Edición. Editorial: McGraw-Hill. Sucursal México. 2002. ISBN 0-07-365601—1. pág. 330.