



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**“El progreso en las representaciones de las fuerzas de enlace químico.” Propuesta de enseñanza del concepto de enlace químico desde las perspectivas de Aprendizaje Significativo y modelos mentales en estudiantes de grado décimo del Colegio Alcaravanes**

**JUAN CAMILO VASCO SÁNCHEZ**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2014

**“El progreso en las representaciones de las fuerzas de enlace químico.” Propuesta de enseñanza del concepto de enlace químico desde las perspectivas de Aprendizaje Significativo y modelos mentales en estudiantes de grado décimo del Colegio Alcaravanes**

**Juan Camilo Vasco Sánchez**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en enseñanza de las ciencias exactas y naturales**

Directora:  
Gloria Cristina Valencia Uribe, Ph.D.

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de ciencias  
Medellín Colombia  
2014

## Resumen

El trabajo presenta una investigación cualitativa, etnográfica, descriptiva con observación participativa, realizada en el colegio Alcaravanes, con un grupo de 11 estudiantes de décimo grado para el estudio y evaluación del progreso en las representaciones sobre los enlaces químicos, la propuesta de enseñanza incluye el estudio de los significados antecedentes que poseen los y las estudiantes acerca de las fuerzas intramoleculares, haciendo énfasis en el enlace iónico, metálico y covalente. Se considera el diseño y aplicación de la intervención en el aula, a partir de la información colectada donde se tienen en cuenta conceptos claves para el aprendizaje de los enlaces químicos, finalizando con el estudio del progreso conceptual, donde se aplican dos medios de recolección de información, uno de ellos de triangulación en el tiempo, basados en la información del primer y tercer momento, se elabora un análisis comparativo que permite contrastar e identificar el progreso de los significados respecto a los enlaces químicos.

**Palabras clave:** Aprendizaje significativo, Modelos Mentales, enlace químico, iónico, metálico, covalente polar y apolar, representaciones.

## Abstract

This work presents a qualitative, ethnographic, descriptive research with participant observation made in Alcaravanes school with a group of 11 (eleven) tenth grade students for the study and evaluation of progress in the representations of the chemical bonds, the teaching proposal includes study of the background meanings that the students have about intramolecular forces, emphasizing the covalent and metallic ionic bond. The design and implementation of the intervention in the classroom is considered according to the

information collected where are taken into account key concepts for the learning of chemical bonds, ending with the study of the conceptual progress where two different methods to collect data, one of them is triangulation in time, based on information from the first and third moments a comparative analysis that allows to compare and identify the progress of meanings regarding chemical bonds is made.

**Key Words:** Meaningful learning, mind models, chemical bond, ionic, metallic, covalent polar and apolar, representations.

# Contenido

	Pág.
Resumen.....	3
Lista de Esquemas.....	6
Lista de Tablas.....	7
Lista de Matrices.....	8
Introducción.....	9
1. Planteamiento del problema.....	12
1.1. Pregunta problematizadora.....	14
1.2. Pregunta Auxiliar.....	14
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo General.....	15
1.3.2. Objetivos Específicos.....	15
1.4. Justificación.....	16
2. Marco Referencial.....	19
2.1. Teoría de Aprendizaje.....	19
2.1.1. Teoría del aprendizaje Significativo de David Ausubel.....	19
2.1.2. Teoría de los modelos mentales de Jhonson Laird.....	22
2.1.3. Aprendizaje significativo desde la perspectiva de los modelos mentales.....	23
2.1.4. Marco referencial disciplinar.....	25

<b>3. Marco metodológico.....</b>	<b>29</b>
3.1. Investigación cualitativa.....	29
3.2. Estudio de caso.....	29
3.3. Descripción del caso.....	30
3.4. Diseño metodológico.....	32
3.4.1. Primer momento de indagación de significados previos.....	32
3.4.2. Segundo momento, intervención en el aula.....	38
3.4.3. Tercer momento, Indagación del progreso conceptual.....	40
<b>4. Análisis y categorización de los medios empleados para la recolección de información de significados previos y del progreso conceptual.....</b>	<b>47</b>
4.1. Información obtenida a partir del primer instrumento, para la identificación de los significados previos.....	47
4.2. Información obtenida a partir del segundo instrumento, video “Chemical party” para la identificación de significados previos.....	52
4.3. Información obtenida a partir del tercer instrumento, sobre las imágenes de enlaces químicos para la indagación de saberes previos.....	55
4.4. Categorización de la información sobre los saberes previos.....	60
4.5. Matriz de categorización y análisis de los instrumentos 1,2 y 3.....	62
4.6. Análisis de la información colectada a partir del cuarto instrumento de triangulación en el tiempo, para evidenciar el posible progreso conceptual.....	63
4.7. Información obtenida a partir del quinto instrumento, para evidenciar el posible progreso conceptual.....	71
4.8. Matriz de categorización de los medios de recolección de la información, para evidenciar el progreso conceptual.....	77
4.9. Estudio del progreso conceptual a partir de la contrastación de los momentos 1 y 3.....	81
<b>5. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>84</b>
5.1. Conclusiones.....	84
5.2. Recomendaciones.....	85
<b>6. Bibliografía.....</b>	<b>87</b>
<b>7. Anexos.....</b>	<b>89</b>

## Lista de esquemas

	Pág.
<b>Listado de esquemas</b>	
<u>ESQUEMA 1. REPRESENTACIÓN CONCEPTUAL SOBRE ENLACE QUIMICO.....</u>	27
<u>ESQUEMA 2. V HEURÍSTICA. INTERVENCIÓN EN EL AULA DEL CONCEPTO ENLACE QUÍMICO.</u>	39
<u>ESQUEMA 3. RESULTADOS OBSERVADOS EN LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN</u> <u>“UNA FIESTA MUY ELEMENTAL” .....</u>	50
<u>ESQUEMA 4. RESULTADOS OBSERVADOS EN LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN</u> <u>“CHEMICAL PARTY” .....</u>	54
<u>ESQUEMA 5. RESULTADOS OBSERVADOS EN LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN</u> <u>“IMÁGENES SOBRE TIPOS DE ENLACE QUÍMICO” .....</u>	59
<u>ESQUEMA 6. CATEGORÍAS DE MEDIOS DE RECOLECCIÓN DE SIGNIFICADOS PREVIOS. ....</u>	61
<u>ESQUEMA 7. RESULTADOS OBSERVADOS EN LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE</u> <u>TRIANGULACIÓN EN EL TIEMPO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL. ....</u>	68
<u>ESQUEMA 8. RESULTADOS OBSERVADOS EN LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO PARA EL</u> <u>ESTUDIO E IDENTIFICACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL. ....</u>	76

## Lista de tablas

Pág.

<u>TABLA 1. INFORMACIÓN OBTENIDA A PARTIR DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO 1, PARA LA BÚSQUEDA Y EL ANÁLISIS DE CONOCIMIENTOS PREVIOS. ....</u>	48
<u>TABLA 2. INFORMACIÓN OBTENIDA A PARTIR DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO 2, PARA LA BÚSQUEDA Y EL ANÁLISIS DE CONOCIMIENTOS PREVIOS. ....</u>	52
<u>TABLA 3. INFORMACIÓN OBTENIDA A PARTIR DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO 3, PARA LA BÚSQUEDA Y EL ANÁLISIS DE CONOCIMIENTOS PREVIOS. ....</u>	56
<u>TABLA 4. INFORMACIÓN OBTENIDA A PARTIR DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO 4, PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EL ANÁLISIS DEL PROGRESO CONCEPTUAL. ....</u>	63
<u>TABLA 5. INFORMACIÓN OBTENIDA A PARTIR DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO 5, PARA EL ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL PROGRESO CONCEPTUAL. ....</u>	71
<u>TABLA 6. INFORMACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE LOS Y LAS ESTUDIANTES A PARTIR DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DEL PRIMER Y TERCER MOMENTO. ....</u>	81

## Lista de matrices

	<b>Pág.</b>
<u>MATRIZ 1. CATEGORIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN LOS INSTRUMENTOS UNO, DOS Y TRES QUE INDAGA SOBRE LOS SIGNIFICADOS PREVIOS. ....</u>	62
<u>MATRIZ 2. CATEGORIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN LOS INSTRUMENTOS.....</u>	77

## Introducción

Con el fin de estudiar el progreso conceptual de las representaciones que expresan las y los estudiantes sobre los enlaces químicos específicamente el enlace iónico, metálico y covalente se tiene en cuenta como referentes la teoría de Aprendizaje significativo de David Ausubel y los Modelos Mentales de Johnson-Laird<sup>1</sup>

La investigación se centra en el estudio de las representaciones mentales que construyen y expresan los estudiantes con respecto a las fuerzas intramoleculares mencionadas anteriormente e identificar el tipo de asociaciones que hacen sobre el concepto. Además de analizar cómo estas representaciones influyen en la adquisición de un aprendizaje significativo del concepto. Ya que, al parecer, los “estudiantes no perciben el mundo exterior directamente sino, que construyen representaciones mentales (o sea, internas) del mismo” (Johnson-Laird 1983). Representaciones que le permiten al estudiante predecir, comprender y explicar diferentes fenómenos.

Obtenidos los resultados luego de realizar la búsqueda en diferentes fuentes bibliográficas sobre los enlaces químicos, surge la necesidad de investigar acerca de la temática, pues, al parecer son pocas las investigaciones que se socializan en el campo de la educación. De esta forma se contribuye al aprendizaje de la química específicamente al de las fuerzas intramoleculares.

La Teoría de Aprendizaje Significativo presentada por David Ausubel (Ausubel, 1978), hace evidente la importancia de reconocer los conocimientos previos para poder plantear estrategias en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Detectar estos

---

<sup>1</sup> MOREIRA, Marco A. 2000. Aprendizaje significativo, teoría y práctica. Madrid: aprendizaje visor. 100p.

conocimientos previos o conocimiento ancla, incluyen diversas actividades que estimulan a los estudiantes a exponer representaciones orales, escritas o gestuales, derivadas de su interacción con diferentes materiales y procesos, actividades que pueden hacerse y analizarse desde la Teoría de los Modelos Mentales de Johnson Laird (1983).

Estos modelos mentales han sido objeto de estudio desde hace más de cuarenta años, e incluyen los trabajos realizados por Minsky (1968), los esquemas mentales de Norman (1983) y los modelos mentales de Johnson-Laird (1983). Sin embargo fueron representantes más contemporáneos como Marco Antonio Moreira e Ileana Greca, quienes plantean una visión cognitiva conjunta<sup>2</sup> del aprendizaje significativo de David Ausubel y la de Modelos Mentales de Johnson-Laird.

En cada uno de los campos del conocimiento hay conceptos que son piezas claves. Particularmente en el campo de la química, se encuentra que el concepto de enlace químico es crucial, ya que de su correcta comprensión depende que el estudiante pueda avanzar con éxito en ésta y otras áreas de las ciencias, como por ejemplo la biología. Dice Linus Pauling (1992, p, 521) explícitamente que: *“el concepto de enlace químico es el concepto más valioso en química. Su desarrollo en los pasados 150 años ha sido uno de los grandes triunfos del intelecto humano”*. Kutzelnigg (1984), indica que *“el enlace químico es un fenómeno altamente complejo que elude todos los intentos de una descripción sencilla”*.

Debido a su alcance, la unidad de enlace químico se encuentra regularmente al principio de los currículos de química, donde los conceptos introducidos posteriormente deberán relacionarse de forma significativa con los expuestos en el tema de enlace. Se hace necesario, por tanto, promover frecuentes reconciliaciones integradoras (Ausubel et al., 1983) entre los diferentes conceptos; de esta forma, potenciar la posición que debe ocupar el tema de enlace químico como concepto estructurante (Gagliardi y Giordan, 1986). *“La profundidad de los conceptos a tratar debe estar en consonancia con los que posteriormente van a ser utilizados para*

---

<sup>2</sup> RODRIGUEZ PALMERO, María Luz. La teoría del aprendizaje significativo. Centro de Educación a Distancia (C.E.A.D.). C/ Pedro Suárez Hdez, s/n. C.P. nº 38009. 2004, Santa Cruz de Tenerife

*explicar y justificar los fenómenos físicos y químicos en ese nivel*" (De Posada, 1994)<sup>3</sup>.

Entre los artículos consultados toma relevancia la relación que se establece del enlace químico con las representaciones simbólicas, los diagramas de partículas, las fórmulas y ecuaciones químicas como medios esenciales para la comprensión de los modelos de materia y para la comunicación, en general, en el aula de química. Pero también son fines de enseñanza, pues aprenderlos implica apropiarse de los lenguajes que los químicos utilizan en sus interpretaciones de la realidad. Deben por tanto ser considerados partes del lenguaje químico (Hoffman y Laszlo, 1991).

También Guevara y Valdez (2004), al tratar de sintetizar las dificultades asociadas a la enseñanza y aprendizaje de los modelos químicos, señalan que debe trabajarse más en reconocer cómo cada representación del estudiante interactúa con los diversos modelos presentados por los profesores y por los materiales didácticos empleados.

---

<sup>3</sup> DE POSADA, José María. Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. Revista enseñanza de las ciencias, 1999, 17 (2), 227-245

## 1. Planteamiento del problema

Es evidente que en el proceso de enseñanza aprendizaje contribuyen diferentes factores. En el campo de las Ciencias Naturales, específicamente referente al tema del enlace químico, los resultados obtenidos en el aula de clase, evidencian que aún los modelos y estrategias utilizadas no son suficientes y debe tanto guiarse, como motivarse de forma conjunta, el trabajo de autoaprendizaje dentro y fuera del aula.

En este proceso es importante considerar los diferentes niveles de profundización que se corresponden con el nivel de escolaridad y la estructura cognitiva del estudiante, al igual que los subsumidores adecuados con los que cuenta para el anclaje de los nuevos conocimientos, por lo que se hace necesario tratar de sistematizar un poco el proceso de enseñanza y es posible apoyar el análisis del progreso conceptual de las representaciones que expresan los estudiantes sobre el enlace químico, en la teoría de Aprendizaje significativo de David Ausubel y los Modelos Mentales de Johnson-Laird<sup>4</sup>. Según plantea Chang (2002) frente al enlace químico: “...son las fuerzas que mantienen unidos a los átomos entre sí para formar moléculas o iones”. “...son de tipo eléctrico, al formarse un enlace se desprende energía, la distancia a la que se colocan los átomos es a la que se desprende mayor energía produciéndose la máxima estabilidad, los átomos se unen porque, al estar unidos, adquieren una

---

<sup>4</sup> MOREIRA, Marco A. 2000. Aprendizaje significativo, teoría y práctica. Madrid: aprendizaje visor. 100p.

*situación más estable que cuando estaban separados (así tienen una menor energía)<sup>5</sup>*

La investigación y/o propuesta de enseñanza toma relevancia ya que se centra en el estudio de las representaciones mentales que construyen y expresan los estudiantes con respecto al enlace químico e identifica el tipo de asociaciones que hacen sobre el concepto de acuerdo con el enlace metálico, iónico y covalente, además de analizar cómo estas representaciones influyen en la adquisición de un aprendizaje significativo del concepto. Es a través de los modelos mentales que los estudiantes predicen, comprender y explicar diferentes fenómenos, por lo tanto su seguimiento, nos permitirá evaluar su progreso. “...los estudiantes no perciben el mundo exterior directamente sino, que construyen representaciones mentales (o sea, internas) del mismo” (Johnson-Laird 1983).

Adicionalmente, en referencia a los conocimientos previos, las concepciones que los estudiantes presentan sobre el enlace químico pueden girar en torno a las siguientes ideas:

- *Los enlaces químicos se forman para producir conchas llenas o que los átomos necesitan cartuchos llenos, en lugar de expresar que las conchas o niveles electrónicos llenos, son la consecuencia de la formación de enlaces.*
- *Los enlaces iónicos son la transferencia de electrones, en lugar de hablar de la atracción de los iones que resultan de la transferencia de electrones. La razón de transferir electrones es lograr un caparazón completo<sup>6</sup>.*
- *Un enlace covalente mantiene a los átomos juntos, porque el vínculo es compartir electrones.*
- *Las moléculas se forman a partir de átomos aislados.*

---

<sup>5</sup> Notas de clase Enlace químico estructura molecular. elaborado por: Elizabeth Pabón Gelves. Escuela de Química- Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Asignatura: tópicos en química- 3008989

<sup>6</sup> Ozmen, Haluk. 2004. Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding

Reconocer este tipo de ideas en nuestros estudiantes, nos permite guiar el proceso de desaprenderlas o reformarlas, pues en éstas no se están teniendo en cuenta conceptos como la polaridad del enlace, forma molecular, polaridad de la molécula, estabilidad por formación de capas llenas o semillenas, y otros aspectos importantes dentro del enlace, como la electronegatividad, afinidad electrónica y potencial de ionización.

El interés en trabajar sobre el enlace químico se centra en la importancia que éste representa para la comprensión de las propiedades físicas y químicas de los compuestos, por lo que el entendimiento de éste, es fundamental en el aprendizaje de temas como equilibrio químico, termodinámica, estructuras moleculares y reacciones químicas.

Teniendo en cuenta lo anterior, es pertinente evaluar las dificultades que presentan los estudiantes del grado decimo del Colegio Alcaravanes, para comprender el concepto de enlace químico teniendo como base del estudio los conocimientos previos y a partir de éstos, diseñar una propuestas de enseñanza que permita la elaboración de material potencialmente significativo y a su vez, contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje sobre los enlaces químicos.

### **1.1. Pregunta Problematicadora**

¿Cómo propiciar una propuesta de enseñanza desde la teoría de aprendizaje significativo y los modelos mentales sobre el enlace químico en los estudiantes del grado decimo 10º del Colegio Alcaravanes?

### **1.2. Pregunta auxiliar**

¿Cuáles son y cómo influyen las ideas previas que utilizan los estudiantes de grado decimo del Colegio Alcaravanes, en la adquisición de un aprendizaje significativo acerca del enlace químico?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

- Elaborar una propuesta de enseñanza desde la teoría de aprendizaje significativo sobre el enlace químico, en el grado decimo de la Institución Educativa Alcaravanes.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar una secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de enlace químico.
- Indagar el conocimiento antecedente a través de las representaciones que sobre el enlace químico presentan los y las estudiantes.
- Construir instrumentos que permitan evidenciar el progreso conceptual de las representaciones de los y las estudiantes.
- Con ayuda de software sobre la elaboración de estructuras moleculares, generar información mediante una secuencia lógica sobre los conceptos básicos involucrados en el enlace químico.

## 1.4. Justificación

Para realizar la propuesta de enseñanza didáctica debemos tener en cuenta algunas preguntas que permitan de forma paralela iniciar el análisis de los tipos de enlace, específicamente del iónico y covalente, y de lo referente a las fuerzas que los estabilizan. ¿Por qué reaccionan los átomos de los distintos elementos? ¿Cuáles son las fuerzas que mantienen unidos a los átomos en las moléculas y a los iones en los compuestos iónicos? ¿Qué formas adoptan?

Para poder cumplir con los propósitos establecidos sobre la propuesta, se propone la siguiente secuencia didáctica, enfocada a cubrir los contenidos de los temas relacionados con el enlace químico.

- Estudio de estructuras tipo Lewis, donde se representan los electrones de valencia que están involucrados en los enlaces, a la luz de la Teoría del Enlace de Valencia y que están regidas por la “regla del octeto y sus excepciones.” o mejor aún, estructuras electrónicas que permiten a los átomos en iones y/o moléculas, adquirir la configuración electrónica del gas nobles más cercano.
- Caracterizar los tipos de enlace químico y la importancia de la electronegatividad para la comprensión de las propiedades de las moléculas y/o iones.
- Comprender los factores que determinan que en una molécula se presente una distribución desigual de cargas, la cual puede asociarse al momento dipolar y de que manera puede utilizarse en el estudio de sus propiedades.
- Conocer las teorías a partir de las cuales se explica el enlace químico tales como la teoría de enlace de valencia, adicionalmente los modelos desarrollados para explicar la geometría y propiedades de moléculas y/o iones, como hibridación, repulsión de pares electrónicos de nivel de valencia y de orbitales moleculares, e introducir el concepto moderno de teoría cuántica del enlace químico.

Para apoyo y desarrollo de la propuesta de enseñanza se trabajara con herramientas computacionales, que nos permita generar estructuras en las que se evidencien

algunas de las principales características de enlace químico y su consecuencia en las propiedades moleculares. Esta información se podrá obtener mediante una secuencia lógica al momento de estudiar diferentes tipos de moléculas; se abordará el análisis del efecto de algunos sustituyentes típicos en moléculas orgánicas, evaluando cómo va cambiando el comportamiento de las moléculas a medida que se va cambiando de sustituyente, así mismo, características y diferencias entre los enlaces químicos sencillos, dobles y triples.

Para llevar a cabo dicha propuesta se realizan las actividades apoyándonos en el ciclo del aprendizaje propuesto por Karplus (1981).

## Secuencias de actividades

### El ciclo del aprendizaje<sup>7</sup>:

- **Actividad de exploración:** en el ciclo del aprendizaje se fija una fase de exploración en la cual los estudiantes deberían llegar a plantearse cuestiones que en general suponemos, no tienen la suficiente información para responder con sus propias ideas o modos de pensamiento (diagnóstico de las situaciones de partida de cada estudiante y pronóstico del conjunto de la clase, sobre el enlace químico).
- **Actividades de introducción de conceptos:** favorecer que el estudiante pueda identificar nuevos puntos de vista en relación a los temas que son objeto de estudio, formas de abordar y resolver problemas, relaciones entre conocimientos anteriores y los nuevos tipos de contenido a enseñar.
- **Actividades de estructuración del conocimiento:** el proceso a través del cual se pretende ayudar al estudiante a construir el conocimiento está generalmente guiado por el profesor y siempre es consecuencia de la interacción con los compañeros. Lo favorece: las bases de orientación, esquemas, mapas conceptuales, V de Gowin o sencillamente de resúmenes de aprendizaje. Al mismo tiempo deberá ser el instrumento que permita aplicar dichos aprendizajes sobre el enlace químico a nuevas situaciones.

---

<sup>7</sup> JORBA, Jaume y SANMARTÍ, Neus. 1994. Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas. Barcelona. Ministerio de educación y cultura. 319p.

- **Actividades de aplicación:** aplicación del concepto o procedimientos a situaciones reales, concretas, simples o complejas para interpretar la realidad, saber utilizar el nuevo aprendizaje, reconocer su utilidad.
- **Evaluación:** relacionada con los estilos, ritmos y procesos de aprendizaje de cada uno de los estudiantes, partiendo del diagnóstico en un primer momento, procesual durante el tiempo y al final de la intervención, todo esto a partir de las prácticas de laboratorio, instrumentos y herramientas diseñadas para el aprendizaje de los enlaces químicos.

## 2. Marco referencial:

### 2.1. Teoría de aprendizaje

#### 2.1.1. Teoría aprendizaje significativo de David Ausubel.

En el campo de la educación existen diferentes teorías sobre el aprendizaje. Particularmente en esta investigación y/o propuesta didáctica de enseñanza, se trabaja con base en la Teoría de Aprendizaje Significativo de David Ausubel acompañada de la Teoría de los Modelos Mentales de Johnson – Laird y el concepto de esquema manejado en la Teoría de Los Campos Conceptuales de Vergnaud. Estas teorías desde la psicología cognitiva han permitido enriquecer la propuesta inicial de David Ausubel, ampliando su vigencia en las últimas décadas, “...*pues sigue siendo un referente explicativo de gran potencialidad, que da cuenta del desarrollo cognitivo generado en el aula*” (Rodríguez Palmero, María Luz. 2004).

Para empezar a hablar de aprendizaje significativo se debe partir de la premisa de David Ausubel el cual plantea: “*Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio diría lo siguiente: el factor aislado que influye en el aprendizaje, es aquello que el aprendiz ya sabe. Averígüese esto y enséñese de acuerdo con ello.*” (Ausubel 1978, citado por Moreira 2000).

Esta idea constituye el pilar del desarrollo de la teoría, entendiendo “*aquello que el aprendiz ya sabe*” como los conocimientos que se encuentran organizados por bloques en su estructura cognitiva, actuando como subsumidores, es decir, los conceptos que permiten el anclaje de nuevos conocimientos por medio de una interacción entre ellos.

“*Averígüese esto*” tarea difícil que significa conocer la organización interna de los conceptos del individuo, a la cual podemos aproximarnos con la utilización de algunas herramientas de evaluación como cuestionarios abiertos y cerrados entre otros, especialmente, para lograr tener una idea de los conocimientos que puede contener en su estructura.

Finalmente “*Enséñese de acuerdo con ello*” implica al maestro basar su instrucción según los conocimientos previos identificados, utilizando recursos apropiados para que el nuevo conocimiento sea asimilado de forma significativa.

Teniendo en cuenta lo anterior la propuesta se centrara en:

- Indagar por los conocimientos antecedentes que presentan los estudiantes a partir, del diseño de instrumentos que le permitan expresar libremente sus ideas sobre lo que es el enlace químico.
- Teniendo en cuenta los saberes anteriores que presentan los estudiantes, determinar cuáles son los subsumidores necesarios y suficientes para que se realice la interacción entre el conocimiento presente en la estructura cognitiva y el material nuevo potencialmente significativo.
- En caso tal que el concepto sea totalmente nuevo y no contar con subsunores relevantes, se realizara una actividad de organizadores previos que de a los estudiantes una mirada general sobre el concepto de enlace químico.
- Se propondrá de acuerdo al conocimiento antecedente, una secuencia de material con sentido lógico y significativo, apoyados en el ciclo del aprendizaje propuesto por Karplus (1981).

El aprendizaje significativo se puede definir como el proceso a través del cual, nuevas informaciones adquieren significado debido a la interacción con aspectos relevantes, preexistentes en la estructura cognitiva y, a su vez, estos significados van modificándose a través del tiempo.

Para que el aprendizaje sea significativo, se requiere:

- Que el material utilizado sea potencialmente significativo, es decir, que tenga sentido lógico y que, además el estudiante disponga de subsumidores con los cuales el material pueda ser relacionado.
- Que el estudiante tenga disposición para el aprendizaje (aspecto actitudinal).

El aprendizaje significativo puede ser representacional, conceptual y proposicional, específicamente el representacional, implica la adquisición de significados para símbolos unitarios y es básico para el aprendizaje conceptual y proposicional.

Estos tipos de aprendizajes pueden ser:

- **Subordinado:** cuando la nueva información, es asimilada por conceptos o proposiciones superordenados específicos existentes en la estructura cognitiva. Este aprendizaje subordinado puede ser derivativo, cuando el material aprendido es entendido como un ejemplo específico de un concepto ya establecido en la estructura cognitiva, o apenas corrobora o ilustra una proposición general, previamente aprendida; o correlativo cuando el nuevo material se aprende como una extensión, elaboración, modificación o calificación de conceptos o calificaciones previamente aprendidas.
- **Superordenado:** cuando emerge de la relación de significados de ideas preexistentes en la estructura cognitiva y pasa a asimilarlos.
- **Combinatorio:** cuando la nueva información se relaciona de manera general con un contenido amplio y relevante, existente en la estructura cognitiva.

El aprendizaje subordinado a su vez, puede ser derivativo (cuando una nueva información, ejemplifica el subsumidor o idea ancla ya establecida) o correlativo (cuando lo amplía, elabora o modifica).

El olvido, según Ausubel, es una continuación temporal, natural, del mismo proceso de asimilación, que facilita el aprendizaje y la relación significativa de nuevas informaciones.

La diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa son procesos relacionados que se producen a medida que tiene lugar el aprendizaje significativo.

Así, el desarrollo cognitivo, según la teoría de David Ausubel, es un proceso dinámico en el que nuevos y antiguos significados, están constantemente interactuando y dan como resultado, una estructura cognitiva más diferenciada que tiende a ser jerarquizada, en la cual conceptos y proposiciones generales, abarcan progresivamente a conceptos y proposiciones más específicos.

### 2.1.2. Teoría de modelos mentales de Jhonson Laird.

Durante los años noventa el aprendizaje se estudió a la luz de la psicología cognitiva cobrando gran interés las representaciones mentales o internas, las cuales representan el mundo externo (Philip Johnson – Laird 1983). Este trabajo ha sido ampliamente analizado por Moreira, desde su perspectiva, en la cual: *“Las personas operan cognitivamente con modelos mentales, los cuales les permiten comprender un sistema físico o fenómeno natural dando explicaciones y previsiones con respecto a él”*<sup>8</sup>.

El trabajo de representaciones internas que Johnson – Laird desarrollado en 1983 postula tres tipos de representaciones mentales así:

- Las representaciones proposicionales son cadenas de símbolos que corresponden al lenguaje natural, formadas por palabras que captan el contenido abstracto, el cual estaría expresado en los modelos mentales (especie de lenguaje universal).
- Los modelos mentales, análogos estructurales del mundo, son la representación de los conocimientos a través del cual el ser humano construye la realidad y le permite crear simulaciones mentales, concebir alternativas y verificar hipótesis.
- La importancia de los modelos mentales no radica en la construcción de estos, sino, en la confrontación de estos con la realidad para aprobar o desaprobar cualquier conclusión a la que se llegue utilizándolos, es decir los modelos mentales son concebidos como provisionales y pueden ser corregidos a la luz de nuevas informaciones y razonamientos; éstos se elaboran por aproximaciones sucesivas y no de manera definitiva pues las personas están en constante interacción con nuevos conocimientos específicos o con relaciones afines.

---

<sup>5</sup> Moreira, M..A, Greca I. M. Modelos Mentales y Modelos Conceptuales en la enseñanza/ aprendizaje de las ciencias. En: Revista ABREPEC 1997, 2 (3); 36-53.

Por otro lado, los modelos conceptuales son entendidos como aquellos que son diseñados por expertos como científicos, ingenieros o profesores, constituyendo representaciones externas bien delimitadas y definidas que van de acuerdo al conocimiento científico aceptado en el momento, a diferencia de este, los modelos mentales son considerados como representaciones internas cuyo compromiso es la funcionalidad para el sujeto que le permite explicar y predecir, así no sea desde el campo científico. Aunque estos dos tipos de modelos difieren, en el aprendizaje guardan una estrecha relación debido a que los profesores y alumnos trabajan con modelos mentales pero intentan enseñar y aprender modelos conceptuales a través de sus modelos mentales.

### **2.1.3. Aprendizaje significativo desde la perspectiva de los modelos mentales.**

La Teoría de Aprendizaje Significativo es complementada integralmente por la Teoría de los Modelos Mentales de Johnson – Laird y el concepto de esquema utilizado por Vergnaud como referencia para analizar las representaciones que los estudiantes expresan, y en conjunto, ofrecen soporte y marco muy valioso a la presente investigación.

Al construir un esquema, la persona lo usa asimilando de cierto modo una determinada clase de situaciones. Sin embargo al enfrentarse a una situación nueva “un mundo nuevo” para el cual el esquema no es suficientemente eficaz y valido, este ya no funciona, lo que reclama por parte del sujeto un mecanismo de asimilación. Momento en el cual se construye un modelo mental que actúa de intermediario (modelo mental que resulta de la aplicación de elementos de varios esquemas) y que permite hacerle frente a esa nueva realidad.

Ante una situación novedosa que no puede ser tratada cognitivamente con un esquema porque no resulta lo suficientemente explicativo y predictivo, el individuo genera nuevamente un modelo mental que le permite aprehender su mundo, en el momento en el que surge lo inesperado. De este modo se produce una interacción dialéctica entre modelos mentales y esquemas que justifica la asimilación y la

retención del nuevo contenido y, por lo tanto, el Aprendizaje Significativo dado que es un esquema de asimilación modificado, más rico, más explicativo, originado por el modelo mental y el esquema.

De esta manera los constructos de modelo mental y esquema ofrecen una sólida base a la Teoría de Aprendizaje Significativo, ampliando su poder predictivo y explicativo, facilitando así la comprensión de este proceso.

Este aprendizaje es significativo cuando el sujeto puede construir un modelo mental de la nueva información. Por ejemplo cuando una persona es capaz de explicar y hacer previsiones sobre un sistema físico es porque tiene un modelo mental de ese sistema, una representación del mismo en términos estructurales.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los conceptos que nos son familiares tienen algo de tangible, que pueden ser reconocidos por nuestros sentidos, el aprendizaje de este tipo de conceptos nos resulta más sencillo que el de conceptos abstractos.

Johnstone (1991)<sup>9</sup>, plantea que la mayoría de los conceptos que se utilizan en química no tienen un medio sencillo y directo de ser percibidos por vía sensible en el aula de clase, es decir, no tenemos una forma inmediata de hacer percibir estas ideas a los estudiantes. Es por lo anterior que en la propuesta de enseñanza toman relevancia los modelos representacionales, mentales y conceptuales de Johnson – Laird. Lo anterior, debido a que conceptos tales como electrón, unión química, electrones de valencia, fotones y moléculas, entre otros, son ideas que están más allá de nuestros sentidos, y los estudiantes no tienen experiencia previa que les facilite dar un significado preciso a estas palabras y es ahí donde se debe indagar por esos modelos mentales que elaboran los estudiantes y los modelos conceptuales empleados por los docentes al momento de explicar este tipo de conceptos.

---

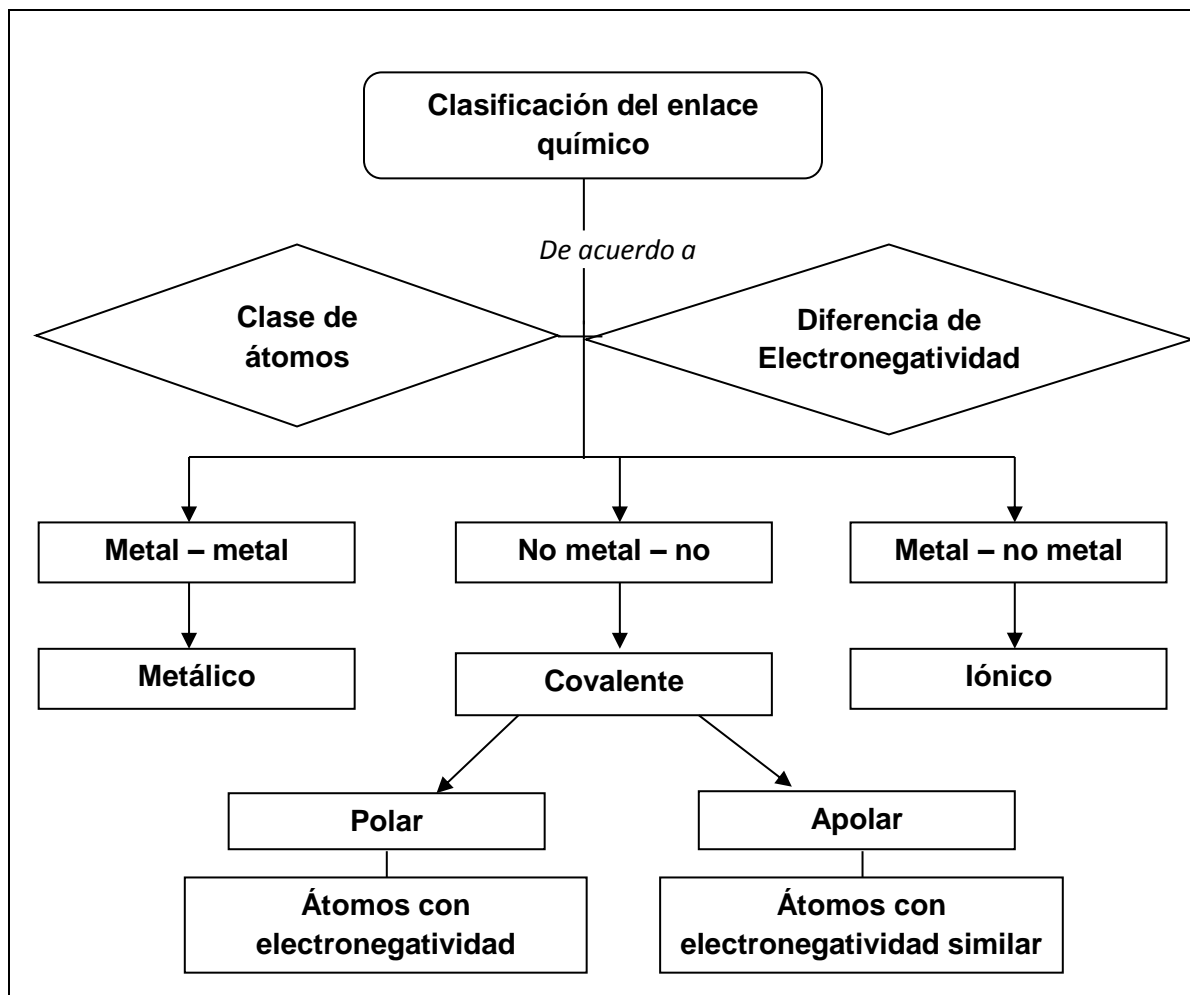
<sup>9</sup> GALAGOVSKY, Lydia R. Rodríguez, María Alejandra, Stamati, Nora Y Morales, Laura F. Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. Revista enseñanza de las ciencias, 2003, 21 (1). Pág. 107 – 121.

Específicamente se tendrán en cuenta de los modelos mentales las representaciones proposicionales (cadenas de símbolos), modelos mentales entendidos como análogos estructurales y las imágenes como las perspectivas de un modelo mental, todas ellas necesarias para poder explicar las maneras en las que las personas razonan, hacen inferencias, comprenden lo que los otros hablan y entienden el mundo.

Lo anterior tiene relación con las prácticas en el aula a partir de materiales concretos, gráficos, virtuales, tecnológicos y representacionales, así como la sistematización de las prácticas en el aula: a partir de la implementación de estrategias y didácticas con los estudiantes de acuerdo a como aprenden, como acceden al conocimiento, que me sirve y que no, en el ambiente de aprendizaje; así mismo el empleo de estrategias como al hacer dibujos, analogías y algunas experiencias de laboratorio para explicar conceptos, como por ejemplo el uso de estructuras tipo Lewis a través de su simbología de puntos, las representaciones simbólicas, los diagramas de partículas, las representaciones de átomos y elementos, sus electrones, fórmulas y ecuaciones químicas, todo esto se constituye como medios esenciales para la comprensión de las interacciones que se dan entre los átomos y para la comunicación, en general, de la asignatura de química.

#### **2.1.4. Marco referencial disciplinar**

Dentro del marco teórico disciplinar sobre los enlaces químicos se partirá de las siguientes preguntas ¿Por qué reaccionan los átomos de los distintos elementos? ¿Cuáles son las fuerzas que mantienen unidos a los átomos en las moléculas y a los iones en los compuestos iónicos? ¿Qué formas adoptan? Es así como abordaremos el tema de enlace químico, específicamente analizando con mayor profundidad dos tipos de enlaces: el iónico y el covalente, adicionalmente también se entrará en detalle acerca de las fuerzas que los estabilizan.



Esquema 1. Representación conceptual sobre enlace químico

Se entenderá el **enlace químico** (atracciones de tipo electrostático entre entidades químicas con cargas opuestas), como las fuerzas que mantienen unidos a los átomos entre sí para formar moléculas o iones. Es importante resaltar que la formación de un enlace implica liberación de energía, y que es la misma que se requiere al momento de romperlo. También se aclara que la distancia óptima de enlace (teniendo en cuenta que nunca las moléculas están completamente estáticas) es aquella que le confiere en la molécula o ión mayor estabilidad o lo que es lo mismo, mínima energía.

Se tendrá en cuenta el modelo de símbolos de **Estructuras tipo Lewis**, el cual incorpora en el entorno de los símbolos de cada átomo que constituyen una molécula o ión, un conjunto de puntos, los cuales representan cada uno de los electrones de nivel de valencia del átomo enlazado (es requisito aclarar previamente a que se

refiere la Teoría del enlace de valencia y lo referente a la distribución electrónica, o verificar que se cuenta con esta información como conocimientos previos). Por razones estratégicas, se aplicará de forma inicial utilizando ejemplos de compuestos cuyos átomos cumplan la regla del octeto. Se introducirá poco a poco el concepto de dar o compartir electrones, en referencia a los enlaces iónicos y covalentes, en el marco del concepto de electronegatividad introducido por Linus Pauling y que se constituye como el punto de referencia para evaluar la tendencia de los átomos a ceder o compartir su densidad electrónica.

**El enlace iónico** propio de las uniones entre metales y no metales, es la unión de tipo electrostático entre iones de carga opuesta, en la que previamente los átomos individuales han presentado transferencia de electrones de un átomo a otro.

**Enlace covalente** en el que uno, dos o tres pares de electrones son compartidos por dos átomos (dependiendo de la multiplicidad del enlace: simple, doble o triple); este tipo de enlace químico puede ser **polar** cuando se da entre átomos no metálicos diferentes, donde la densidad de carga del enlace será atraída con mayor fortaleza por el átomo más electronegativo, es decir por el átomo con mayor capacidad para atraer hacia sí los electrones. Por su parte, el enlace **covalente apolar** se da por la unión entre átomos no metálicos de un mismo elemento y la nube electrónica del enlace, se distribuye por igual entre ambos átomos.

La comprensión y asimilación del concepto de enlace químico es fundamental en el aprendizaje de otros temas en química, como equilibrio químico, termodinámica, estructuras y geometría molecular, y reacciones químicas, entre otros. Todo esto ligado, nos permite el análisis y razonamiento frente a las propiedades químicas y físicas de los compuestos

## 3. Marco metodológico

### 3.1. Investigación cualitativa

Esta investigación se enmarca en el paradigma postpositivista de la metodología cualitativa (o paradigma interpretativo), por considerarlo apropiado para la investigación en el campo educativo, puesto que permite la subjetividad en la interpretación, la descripción y el análisis del objeto de estudio.

### 3.2. Estudio de caso

Dentro de este enfoque metodológico, esta investigación se lleva a cabo a través del estudio de casos, método que según Stake 1998 *“es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes”*, en donde el caso puede ser una institución, una persona o un grupo de personas.

A continuación se presentan algunas de las ventajas que ofrece la implementación de estudios de casos en la presente investigación, y que previamente han sido descritos por Stake (1981). Éstos son:

- Es más concreto. Está vinculado con nuestra propia experiencia, es más vivo, concreto y sensorial.
- Está contextualizado. Nuestras experiencias están enraizadas en el contexto como lo está el estudio de casos.
- Más desarrollado. Por la interpretación del lector que aporta su experiencia personal y su comprensión al estudio de casos.

- Está basado en poblaciones de referencia cercanas al lector, lo que le permite implicarse más fácilmente<sup>10</sup>.

Adicionalmente, también se pueden resaltar otros aspectos importantes del porqué la pertinencia del estudio de casos en esta investigación, como son:

- Permite la particularidad del problema (entendiendo como problema para este caso el aprendizaje del concepto de enlace químico en el grado decimo del Colegio Alcaravanes).
- Es un método descriptivo que pretende a través de la descripción realizar análisis profundo del fenómeno.
- Es heurístico porque partiendo del informe, el lector puede comprender detalladamente el caso.
- Es inductivo ya que facilita la generalización partiendo de la información.
- Brinda flexibilidad en cuanto al tiempo de la investigación, puesto que esta se puede desarrollar a corto o largo plazo.

### 3.3. Descripción del caso

El presente estudio se desarrolla en el Colegio Alcaravanes con una población de 11 estudiantes del grado decimo, grado en el que de acuerdo a los estándares curriculares se han incluido contenidos relacionados con el estudio del enlace químico (enlace iónico, covalente, metálico), específicamente en los siguientes ítems:

- *Explica la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías.*
- *Explica la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo.*
- *Identifica cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente.*
- *Explica los cambios químicos desde diferentes modelos.*
- *Explica la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza<sup>11</sup>.*

---

<sup>10</sup> LATORRE, Beltrán Antonio, IGEA, Delio del Rincón Y AGUSTÍN, Arnal justo. Bases metodológicas de la investigación educativa. Pág. 237. 1996.

<sup>11</sup> Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales. Ministerio de educación nacional 2004.

Entre otros conceptos relacionados con los tipos de enlace.

Es importante anotar que en la presente investigación de tipo cualitativo, los participantes se eligen de forma intencionada y los criterios para la selección de los participantes que de forma general:

- Manifiestan el grado de comprensión sobre los temas.
- Se caractericen por ser participativos dentro de la clase.
- Manifiesten gran interés por las Ciencias Naturales dentro y fuera de clase.
- Presenten disponibilidad y responsabilidad en las diferentes actividades planteadas.
- Llevan organizadas sus notas de clase.

Es importante resaltar que gracias a la observación y a la información registrada en el diario pedagógico, en el cual se describían claramente los comportamientos y actitudes del grupo al que pertenecen los estudiantes (participantes), se detectan las cualidades inmersas en los criterios de selección propuestos en esta investigación.

Luego de la elección de las participantes que cumplen con dichas cualidades, se diseñan los medios a través de los cuales en un primer momento se indaga por sus conocimientos y representaciones previas; en un segundo se hace la intervención en el aula (dirigido no solo a las participantes sino al grupo en general), y en un tercero permiten evidenciar su posible progreso conceptual. Dichos medios de indagación son: cuestionarios abiertos, cuestionarios cerrados, entrevistas y puestas en común entre pares y el docente.

Los anteriores instrumentos se aplican tanto a los estudiantes que cursan el grado decimo, como también a los estudiantes del grado once, con el fin de observar y realizar comparaciones con otro grupo de estudiantes que en años anteriores, trabajaron los contenidos sobre los enlaces químicos.

---

### **3.4. Diseño metodológico**

La metodología empleada para el desarrollo de esta investigación se divide en tres importantes momentos, debido a los requerimientos de los objetivos propuestos en la investigación que no se limita a la indagación de los subsumidores. Estos incluyen la indagación de saberes previos, la intervención en el aula al introducir toda la red conceptual sobre los enlaces químicos y posteriormente el indagar el progreso conceptual.

#### **3.4.1. Primer momento: indagación de significados previos**

Se realizan diferentes actividades con el fin de tener un primer acercamiento a los significados previos de los estudiantes, con miras a analizar los subsumidores relevantes para la adquisición de un aprendizaje significativo, por medio de las representaciones que expresan los estudiantes sobre los enlaces químicos. Para dicho objetivo se diseñan tres medios de recolección de información, utilizando imágenes y textos que contextualizan las situaciones en las cuales se presentan los enlaces.

El primer y segundo medio se diseñan con el objetivo de indagar por el conocimiento antecedente que presentan los y las estudiantes del grado 10<sup>o</sup> del Colegio Alcaravanes sobre el enlace químico, fuerzas que mantienen unidos a los átomos o iones entre sí para formar moléculas o iones (enlace iónico, covalente y metálico). Estas herramientas favorecen la identificación de la presencia o ausencia de subsumidores y en el primer caso, se puede analizar cómo influyen estos en el aprendizaje del concepto que tienen los y las estudiantes.

Los instrumentos utilizados son cuestionarios abiertos sobre los enlaces químicos, los cuales permiten la verbalización las formas de interpretar las situaciones planteadas, utilizando el lenguaje escrito por parte de los estudiantes.

El Instrumento 1, consta de una lectura que describe de manera implícita las fuerzas intramoleculares que se dan entre los átomos, y a partir de la cual deben:

1. Expresar mediante dibujos lo que entiende de la lectura.
2. Responder las siguientes preguntas:
  - ¿Cuáles son los conceptos claves involucrados en la lectura según tu criterio?
  - ¿Por qué piensas que se unen los átomos?
  - ¿Qué es la electronegatividad?
3. Realizar un listado de átomos metálicos y no metálicos.

A continuación se presenta un fragmento del texto: **Una fiesta muy elemental**, tomado de: <http://saladelestudio.blogspot.com/2010/01/una-fiesta-muy-elemental.html>, adaptado como instrumento para indagar las ideas previas y el cual presenta algunas modificaciones en su contenido, a partir de la revisión y evaluación realizada después de hacer la intervención en el aula.

**Instrumento 1.**  
**UNA FIESTA MUY ELEMENTAL**

Todos los elementos invitados a la fiesta habían acudido, desde el más liviano el Hidrógeno, hasta uno de los más pesados, el Uranio, otros elementos como el Cesio, Francio, Galio, Bromo y el único metal líquido el Mercurio, algunos gases imperceptibles como el Nitrógeno y el Oxígeno, y otros olorosos como el Flúor y el Cloro. Era una buena ocasión para conseguir amistades o parejas.

El Flúor y el cloro eran los más activos porque al contar con 7 electrones en su última capa o nivel más exterior gozaban de mejores atributos físicos y químicos para llamar la atención y entrar a reaccionar con otros elementos como el cesio, francio, rubidio, potasio y el sodio, que tienden a ceder electrones y son muy activos, dejándose llevar con el primer acercamiento. Sin embargo, como en todas las reuniones ocurre que se forman grupos aislados, muy apáticos, estos son los apodados gases nobles o inertes (grupo VIIIA de la tabla), que no se interesan por nadie, puesto que se ufanan de ser autosuficientes por tener todo lo necesario; es decir, presentan 8 electrones en su última capa.

Al transcurrir el tiempo se empiezan a notar elementos que reaccionan con otros, para así formar molécula o iones, como un agregado atómico. En la búsqueda de la pareja juega un papel importante la distribución electrónica y en especial los electrones de las capas externas que van a participar directamente en la reacción.

Aparte de los electrones de la capa externa también cuentan otras características del elemento como la electronegatividad y la polarizabilidad. La primera juega un papel importante al establecer o definir afinidad o no, tanto por sus electrones, como por los electrones de otros elementos. Por ejemplo los elementos del grupo IA y IIA de la tabla (Alcalinos y Alcalinotérreos), tienen una tendencia a donar o transferir los electrones, mientras que los elementos de mayor electronegatividad, los no metálicos, siendo el fluor el más electronegativo, roban o quita electrones. Por otra parte la polarizabilidad, se relaciona con la facilidad de distorsionar la densidad o distribución de carga o nube electrónica, por la cercanía de otros elementos o compuestos.

El primer ejemplo de reacción es la formación de la sal común, donde el cloro más electronegativo, con siete electrones en su último nivel, “conquista” al sodio que es un elemento que queda positivo al entrar en contacto con él, pues le transfiere el único electrón de su capa externa. Esta relación es exitosa debido a que cada uno de sus integrantes completa ocho electrones en el último nivel y así, el cloro negativo y el sodio positivo, se atraen uno a otro a través de sus cargas opuestas formando la sal.

Siguiendo los sucesos de la fiesta, se observa que los átomos de algunos metales se unen entre ellos mismos, formando agregados, en los que cada átomo aporta sus electrones de la capa externa o de valencia formando así, asociaciones de metales que comparten una nube electrónica común, lo que permite explicar la alta conductividad eléctrica y calorífica de los metales.

Otras parejas que se formaron fueron las de los no metales entre ellos mismos. Estos átomos poseen una electronegatividad semejante, y por consiguiente los electrones son compartidos entre los átomos que conforman el enlace. Allí las electronegatividades de los miembros de la pareja pueden ser iguales, por ejemplo al enlazarse oxígeno con otro oxígeno y ambos atraen de forma similar. También se puede tratar de la unión entre elementos no metálicos diferentes, que no tengan igual electronegatividad. En este tipo de uniones uno de los átomos es parcialmente positivo y otro parcialmente negativo, debido a la tendencia diferencial de atraer electrones, como por ejemplo el agua.

#### **ACTIVIDAD:**

**A partir de la lectura y de los conocimientos que usted tiene de respuesta a las preguntas que se proponen a continuación**

- 1. Expresa mediante dibujos lo que entiendes de la lectura**
- 2. ¿Cuáles son los conceptos claves involucrados en la lectura según tu criterio?**
- 3. ¿Por qué piensas que se unen los átomos?**
- 4. ¿Qué es la electronegatividad?**
- 5. Realiza un listado de átomos metálicos y no metálicos.**

La aplicación del Instrumento 1 sobre los enlaces químicos, se desarrolló el día 18 de marzo de 2013 en el Colegio Alcaravanes, dentro del horario habitual de la mañana cuando los y las estudiantes asisten a la clase de química.

El procedimiento por el cual se llevó a cabo esta actividad, comenzó con la reunión de los y las estudiantes, y el docente en el salón; en este lugar se les hizo entrega de la lectura uno a uno (para enfocar la concentración en las situaciones planteadas),

indicándoles que analizaran y respondieran las preguntas de forma individual. El tiempo utilizado en promedio por los estudiantes fue de 30 minutos.

El segundo instrumento incluye un video, el cual ofrece una analogía de las interacciones que se dan entre algunos elementos químicos, los cuales han sido representados por personas. Los y las estudiantes deben seguir las instrucciones citadas explícitamente en el Instrumento 2, el cual se presenta a continuación:

**Instrumento 2**  
"Chemical Party".

En el siguiente link <http://www.youtube.com/watch?v=HDw4gk5pYl8> usted podrá observar un video ilustrativo sobre los elementos químicos llamado "Chemical Party".

Actividad: Observa el video y responde las preguntas que se proponen a continuación.

1. A partir de lo observado en el video realice una breve descripción de lo que sucede.

---

---

---

2. En el video se dan algunas situaciones entre los átomos representados por las personas ¿Por qué crees que se dan estos eventos?

---

---

---

3. ¿Qué palabras, términos o conceptos emplearías para nombrar lo que sucede entre los átomos en el video?

---

---

Para el desarrollo del Instrumento 2, se reúnen a los y las estudiantes en la biblioteca del Colegio Alcaravanes y se proyecta tres veces el video "Chemical Party", posteriormente, se hace entrega de la herramienta a cada estudiante. El tiempo promedio utilizado por los estudiantes para responder las preguntas fue de 30 minutos.

Teniendo presente la información recolectada con estos instrumentos, se diseña un tercer instrumento para profundizar e indagar sobre las posibles representaciones que expresan los y las estudiantes, para explicar su conocimiento sobre los enlaces químicos; así mismo, para tener claridad de algunos términos empleados por ellos como: elemento, átomos, compuesto, molécula, mezcla y reacción.

En este Instrumento 3, se incluyen representaciones visuales de los tipos de enlaces químicos. La Figura 1 corresponde a un enlace covalente apolar, la Figura 2 a un enlace iónico, la Figura 3 a un enlace metálico, y la Figura 4 a un enlace covalente polar.

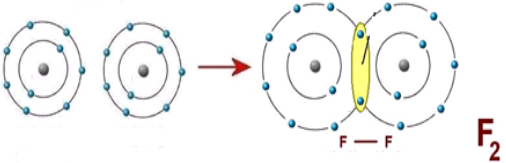
Las representaciones icónicas de este instrumento, permiten percibir como están entendiendo los conceptos mencionados anteriormente, si los átomos comparten electrones, si los ceden o si se unen a través de nubes de cargas electrónicas. A su vez este medio también permite conocer cuales conceptos no comprenden los estudiantes.

A partir de lo observado en las imágenes los y las estudiantes deben:

- Clasificar las representaciones en átomos, elemento, compuesto, molécula, mezcla o reacción.
- Seleccionar si comparten, transfieren electrones o si forman nubes de cargas electrónicas.

**Nota:** el instrumento que se dispone a leer presenta algunas modificaciones en su contenido, a partir de la revisión y evaluación realizada después de hacer la intervención en el aula.

### Instrumento 3 Imágenes de representaciones de los enlaces químicos.

Ilustraciones	PREGUNTAS
<p>Figura 1</p> 	<p><b>1.) En la Figura 1 se representa:</b></p> <p>a. Compuesto    b. Elemento    c. Molécula d. átomo</p> <p><b>2.) Elija la respuesta que cree usted esta representando la imagen.</b></p> <p>a. Transferencia de electrones b. comparten electrones c. Nubes de carga electrica</p>
<p>Figura 2</p>	<p><b>3.) En la Figura 2 se representa:</b></p> <p>a. Compuesto    b. Elemento    c. Mezcla d. átomo</p>

<p>F (2, 7)      Na (2, 8, 1)      →      F<sup>-</sup> (2, 8)      Na<sup>+</sup> (2, 8)</p>	<p><b>4.) De la imagen se puede afirmar que se dio una:</b></p> <p>a. Mezcla    b. Reacción    c. Union    d. No paso nada</p>
<p><b>Figura 3</b></p> <p>a)      b)</p>	<p><b>5.) En la Figura 3 se representa:</b></p> <p>a. Compuesto    b. Elemento    c. Molecula    d. átomo</p>
<p><b>Figura 4</b></p>	<p><b>6.) En la Figura 4 se representa:</b></p> <p>a. Compuesto    b. Elemento    c. átomo    d. Mezcla</p> <p><b>7.) De la imagen se puede deducir:</b></p> <p>a. Transferencia de electrones b. comparten electrones c. Nubes de carga electrica</p>
<p><b>8. De las cuatro imágenes se puede decir que todas representan:</b></p> <p>a. Reacciones químicas    b. Mezclas    c. Átomos estables    d. Compuestos</p> <p><b>Justifica tu respuesta:</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

Este tercer medio de recolección de información se aplica el día 1 de abril de 2013 utilizando el mismo espacio, horario y procedimiento de la actividad anterior. Para lo cual los y las estudiantes emplearon un tiempo promedio de 40 minutos.

Al finalizar la aplicación de los primeros instrumentos 1, 2 y 3 para la indagación de significados previos se selecciona uno de los medios que arroje mayor información utilizándolo para realizar triangulación de tiempo, es decir al inicio, en el transcurso y al final de la investigación en el proceso de recolección de la información.

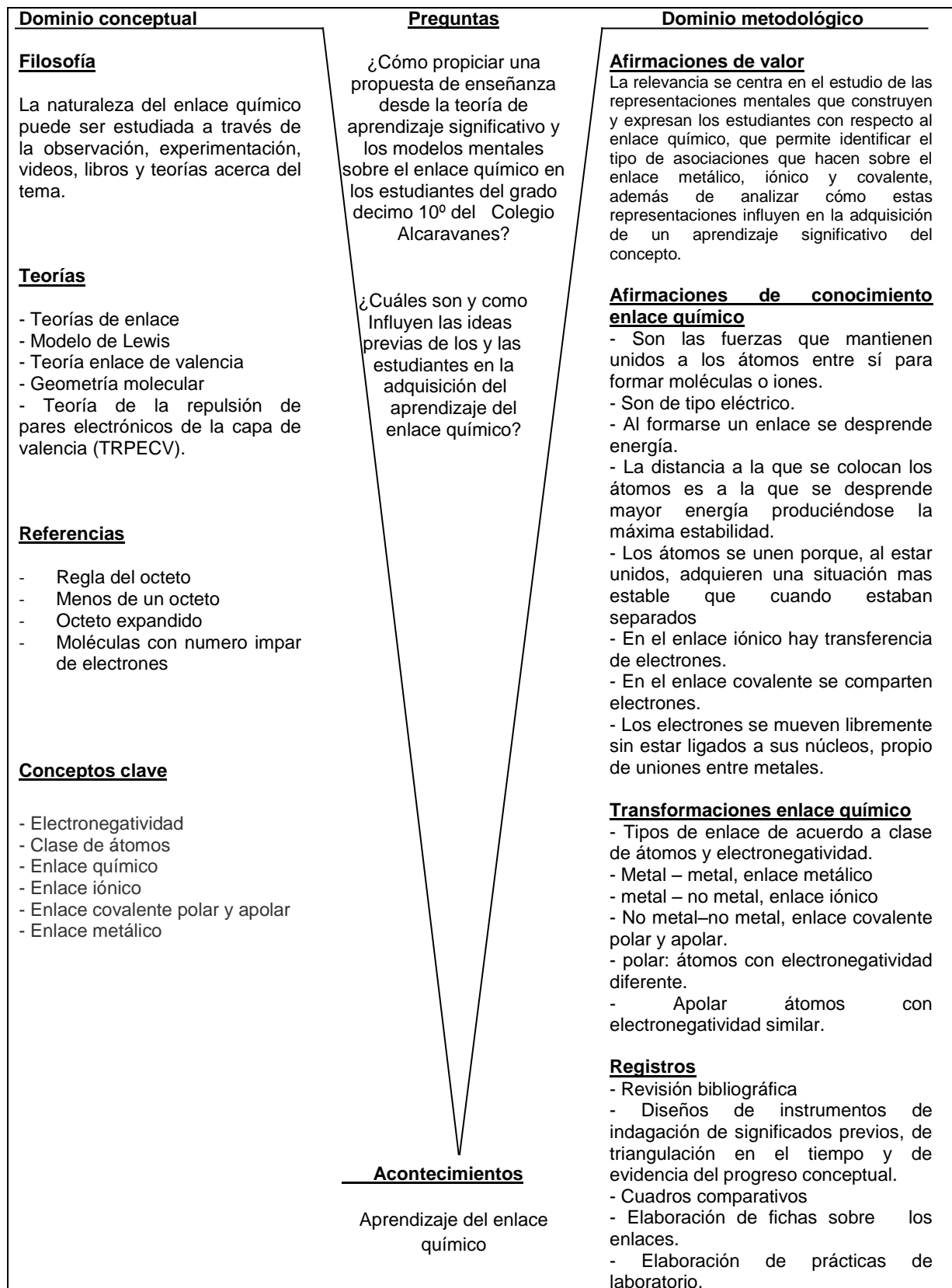
### **3.4.2. Segundo momento: intervención en el aula**

Teniendo en cuenta el análisis realizado a los primeros medios de recolección de información sobre los significados previos, aplicados en el primer momento de la investigación, se diseña y ejecuta la intervención en el aula por parte del docente, en el cual se precisan los conceptos necesarios para el aprendizaje del concepto.

La intervención comienza el día 2 de abril de 2013 con todos los estudiantes del curso de décimo de la media académica al cual pertenecen los participantes de la investigación. La cual se lleva a cabo con una intensidad de 10 sesiones de 60 minutos cada una.

La intervención se divide en tres momentos:

- Precisión de conceptos
- Prerrequisitos para la comprensión de los contenidos
- Introducción del tema



Esquema 2. V heurística. Intervención en el aula del concepto enlace químico.

En un primer momento se comienza con la necesidad de precisar y establecer diferencias entre algunos conceptos como elemento, átomo, molécula, compuesto, mezcla y reacción química, para el aprendizaje de los enlaces químicos.

En un segundo momento se trabajan los temas que son considerados como prerrequisitos para la comprensión de los enlaces químicos y que incluyen los modelos atómicos y propiedades periódicas (configuración electrónica, tamaño atómico, energía de ionización, electronegatividad y afinidad electrónica).

En un tercer momento se realiza la introducción del tema sobre las fuerzas intramoleculares, donde se desarrollan los conceptos de enlaces iónicos, metálico, covalente apolar y polar.

A continuación en el Esquema 2, se sistematiza la información de la intervención en el aula en una V heurística o de Gowin<sup>12</sup>.

### **3.4.3. Tercer momento: indagación del progreso conceptual**

Con la intención de evidenciar el progreso conceptual que los estudiantes han tenido sobre el concepto, se implementan el cuarto y quinto medio de recolección de información. Para esto, se integran el instrumento número uno de la lectura “Una fiesta muy elemental” y el instrumento tres de las imágenes que contiene los distintos tipos de enlace lo cual permite la triangulación de este en el tiempo. Se eligieron ambos instrumentos ya que fueron los que permitieron recolectar mayor información al inicio de la investigación. Estos medios aplicados en el primer momento de la indagación fueron modificados luego de la indagación inicial y utilizados nuevamente, con el objetivo de identificar si las representaciones proposicionales que expresan los y las estudiantes para explicar sus conocimientos sobre el enlace químico permiten evidenciar un posible progreso conceptual.

---

<sup>12</sup> ESCUDERO, Consuelo y MOREIRA, Marco Antonio. *La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. Revista enseñanza de las ciencias. Vol. 17. n° 1. Jun 1999. Pág. 61-68*

**Se presenta a continuación el Instrumento cuatro, de triangulación, para identificar el progreso conceptual.**

**Instrumento 4.  
UNA FIESTA MUY ELEMENTAL**

Todos los elementos invitados a la fiesta habían acudido, desde el más liviano el Hidrógeno, hasta uno de los más pesados, el Uranio, otros elementos como el Cesio, Francio, Galio, Bromo y el único metal líquido el Mercurio, algunos gases imperceptibles como el Nitrógeno y el Oxígeno, y otros olorosos como el Flúor y el Cloro. Era una buena ocasión para conseguir amistades o parejas.

El Flúor y el cloro eran los más activos porque al contar con 7 electrones en su última capa o nivel más exterior gozaban de mejores atributos físicos y químicos para llamar la atención y entrar a reaccionar con otros elementos como el cesio, francio, rubidio, potasio y el sodio, que tienden a ceder electrones y son muy activos, dejándose llevar con el primer acercamiento. Sin embargo, como en todas las reuniones ocurre que se forman grupos aislados, muy apáticos, estos son los apodados gases nobles o inertes (grupo VIIIA de la tabla), que no se interesan por nadie, puesto que se ufanan de ser autosuficientes por tener todo lo necesario; es decir, presentan 8 electrones en su última capa.

Al transcurrir el tiempo se empiezan a notar elementos que reaccionan con otros, para así formar molécula o iones, como un agregado atómico. En la búsqueda de la pareja juega un papel importante la distribución electrónica y en especial los electrones de las capas externas que van a participar directamente en la reacción.

Aparte de los electrones de la capa externa también cuentan otras características del elemento como la electronegatividad y la polarizabilidad. La primera juega un papel importante al establecer o definir afinidad o no, tanto por sus electrones, como por los electrones de otros elementos. Por ejemplo los elementos del grupo IA y IIA de la tabla (Alcalinos y Alcalinotérreos), tienen una tendencia a donar o transferir los electrones, mientras que los elementos de mayor electronegatividad, los no metálicos, siendo el fluor el más electronegativo, roban o quita electrones. Por otra parte la polarizabilidad, se relaciona con la facilidad de distorsionar la densidad o distribución de carga o nube electrónica, por la cercanía de otros elementos o compuestos.

El primer ejemplo de reacción es la formación de la sal común, donde el cloro más electronegativo, con siete electrones en su último nivel, “conquista” al sodio que es un elemento que queda positivo al entrar en contacto con él, pues le transfiere el único electrón de su capa externa. Esta relación es exitosa debido a que cada uno de sus integrantes completa ocho electrones en el último nivel y así, el cloro negativo y el sodio positivo, se atraen uno a otro a través de sus cargas opuestas formando la sal.

Siguiendo los sucesos de la fiesta, se observa que los átomos de algunos metales se unen entre ellos mismos, formando agregados, en los que cada átomo aporta sus electrones de la capa externa o de valencia formando así, asociaciones de metales que comparten una nube electrónica común, lo que permite explicar la alta conductividad eléctrica y calorífica de los metales.

Otras parejas que se formaron fueron las de los no metales entre ellos mismos. Estos átomos poseen una electronegatividad semejante, y por consiguiente los electrones son

compartidos entre los átomos que conforman el enlace. Allí las electronegatividades de los miembros de la pareja pueden ser iguales, por ejemplo al enlazarse oxígeno con otro oxígeno y ambos atraen de forma similar. También se puede tratar de la unión entre elementos no metálicos diferentes, que no tengan igual electronegatividad. En este tipo de uniones uno de los átomos es parcialmente positivo y otro parcialmente negativo, debido a la tendencia diferencial de atraer electrones, como por ejemplo el agua.

**ACTIVIDAD:**

A partir de la lectura y de los conocimientos que usted tiene de respuesta a las preguntas que se proponen a continuación.

1. Represente en cada una de las casillas los tipos de enlaces químicos que se dan entre los siguientes compuestos.

Cloruro de sodio (NaCl)	Lamina de aluminio (Al)	Bromo (Br <sub>2</sub> )	Amoniaco (NH <sub>3</sub> )

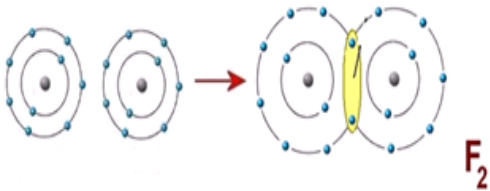
2. ¿Cuáles son los conceptos implícitos que se desarrollan en la lectura sobre los tipos de enlaces químicos que se dan entre los átomos?

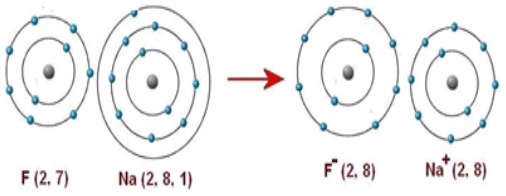
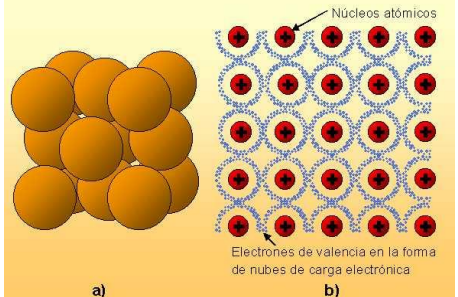
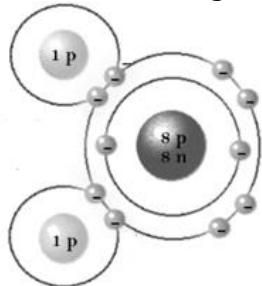
---



---

3. Observa las siguientes imágenes y de respuesta a las preguntas de selección múltiple con única respuesta

IMÁGENES	PREGUNTAS
<p>Figura 1. Molecula de fluor</p> 	<p>3.1) ¿Qué tipo de enlace se da en la Figura 1?</p> <p>a. Ionico    b. Covalente polar    c. Metálico d. Covalente apolar</p> <p>¿Por qué? _____</p> <p>3.2) Elija la respuesta que cree usted esta representando la imagen.</p> <p>a. Transferencia de electrones b. comparten electrones c. Nubes de carga electrica</p>

<p><b>Figura 2. Fluoruro de sodio</b></p>  <p>F (2, 7)    Na (2, 8, 1)    →    F<sup>-</sup> (2, 8)    Na<sup>+</sup> (2, 8)</p>	<p><b>3.3) ¿Qué tipo de enlace se da en la Figura 2?</b>  a. Ionico    b. Covalente polar    c. Metalico  d. Covalente apolar  <b>¿Por qué?</b> _____</p> <p><b>3.4) En cuanto a la relación con los electrones se puede decir que:</b>  a. Transferencia de electrones  b. comparten electrones  c. Nubes de carga electrica</p>
<p><b>Figura 3. Átomos metálicos</b></p>  <p>Núcleos atómicos  Electrones de valencia en la forma de nubes de carga electrónica</p> <p>a)    b)</p>	<p><b>3.5) ¿Qué tipo de enlace se da en la Figura 3?</b>  a. Ionico    b. Covalente polar    c. Covalente apolar  d. Metálico  <b>¿Por qué?</b> _____</p> <p><b>3.6) En cuanto a la relación con los electrones se puede decir que:</b>  a. Transferencia de electrones  b. comparten electrones  c. Nubes de carga electrica</p>
<p><b>Figura 4. Molécula de agua</b></p>  <p>1 p    8 p 8 n    1 p</p>	<p><b>3.7) ¿Qué tipo de enlace se da en la Figura 4?</b>  a. Ionico    b. Covalente polar    c. Metálico  d. Covalente apolar  <b>¿Por qué?</b> _____</p> <p><b>3.8) De la imagen se puede deducir:</b>  a. Transferencia de electrones  b. comparten electrones  c. Nubes de carga electrica</p>
<p><b>4. A partir de todo lo anterior ¿por qué cree usted que se unen los átomos?</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

Este instrumento se aplicó el 21 de mayo de 2013, en el horario habitual en horas de la mañana, cuando los estudiantes asisten a clase, donde se les hizo entrega del material el cual fue leído por parte del docente a los estudiantes para garantizar que las preguntas fueran claras para ellos. Aunque no había tiempo límite para la actividad, esta se desarrolló en un tiempo promedio de 45 minutos.

Después de la aplicación de la herramienta de triangulación en el tiempo, se hace uso del quinto instrumento, con el objetivo de observar si a partir de las bases teóricas dadas, los estudiantes están en capacidad de inferir y dar solución a las preguntas

que se plantean en el instrumento. De igual forma también permite identificar un posible progreso conceptual sobre el concepto de enlace químico con respecto a sus significados previos. Éste se aplica el 28 de mayo de 2013 y paralelamente se constituyó como la evaluación final de periodo en el área de ciencias naturales en el Colegio Alcaravanes, el tiempo promedio de resolución de la actividad fue de 90 minutos.

Esta herramienta consta de preguntas cerradas y abiertas sobre los enlaces químicos (metálico, iónico, covalente), a través del cual los estudiantes deben identificar, clasificar y analizar las características de los enlaces; así mismo permite la verbalización de las formas de interpretar las situaciones que se plantean, utilizando lenguaje representacional, icónico o proposicional, entendido este último como “cadenas de símbolos que corresponden al lenguaje natural, formadas por palabras que captan el contenido abstracto, el cual estaría expresado en el mentales (especie de lenguaje universal)”<sup>13</sup>. por parte de las estudiantes.

**Nota:** El instrumento que se dispone a leer presenta algunas modificaciones en su contenido, a partir de la revisión y evaluación realizada después de hacer la intervención en el aula.

---

<sup>13</sup> Moreira, M..A, Greca I. M. Modelos Mentales y Modelos Conceptuales en la enseñanza/ aprendizaje de las ciencias. En: Revista ABREPEC 1997, 2 (3); 36-53.

### Instrumento 5: Evaluación bimestral enlaces químicos.

RESPONDA LAS PREGUNTAS 1 Y 2 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA

Tabla 1. Características de algunos átomos o iones

ELEMENTO	X	Y	W
Número de electrones (e <sup>-</sup> ) totales	11	6	8
Número atómico (Z), o número de protones	11	6	8
Número de neutrones	12	8	9
Número de e <sup>-</sup> de valencia	1	4	6

1. De acuerdo con la tabla anterior, la estructura de Lewis que representa una molécula de YW<sub>2</sub> es

- A.
- B.
- C.
- D.

2. De acuerdo con la información de la tabla, es válido afirmar que los grupos a los cuales pertenecen X y Y son respectivamente

- A. IIA y VIA B. VA y IVA C. IA y IVA D. IA y VIA

RESPONDA LAS PREGUNTAS 3 Y 4 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA

Tabla 2. Electronegatividad de algunos átomos

Átomo	X	J	Y	L
Electronegatividad	4.0	1.5	0.9	1.6

La tabla presenta la electronegatividad de 4 átomos X, J, Y y L

3. De acuerdo con la información de la tabla, es válido afirmar que el compuesto con mayor carácter iónico es:

- A. LX B. JL C. YJ D. YX

4. De acuerdo con la información de la tabla, es válido afirmar que el compuesto de mayor carácter covalente es:

- A. LY B. JL C. YX D. YJ

5. Un elemento A tiene dos electrones en su última capa y otro elemento B presenta en su capa de valencia la configuración 3s<sup>2</sup> 3p<sup>5</sup>. Si estos dos elementos se combinan entre sí, la posible fórmula del compuesto que originan será:

- a) AB b.) A<sub>2</sub>B c.) AB<sub>2</sub> d.) A<sub>7</sub>B<sub>2</sub>

6. Clasifique los siguientes enlaces como iónicos, covalente polar o covalente apolar:

Tabla 3. Clasificación de tipos de enlace

KCl	NO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Br <sub>2</sub>	CaO	H <sub>3</sub> C-CH <sub>3</sub>

7. Determinar la geometría molecular de cada de las siguientes especies a partir de las estructuras de Lewis:

- a. PCl<sub>5</sub> b. PH<sub>2</sub><sup>-</sup> c. H<sub>2</sub>O d. NF<sub>3</sub> e. CCl<sub>4</sub>

8. Los enlaces entre los siguientes pares de elementos son covalentes. Ordénelos de acuerdo con la polaridad del enlace, de menor a mayor.

- a. H-Br b. H-C c. H-S d. H-H

9. Lewis estableció la regla del octeto como la tendencia de los átomos a formar compuestos, en los que se adquiere una configuración electrónica estable. Escribe la representación

de Lewis de los siguientes compuestos y diga si alguno de ellas no cumple la regla ¿por qué?:

COMPUESTOS	REPRESENTACIÓN DE LEWIS
H <sub>2</sub>	
BCl <sub>3</sub>	
NCl <sub>3</sub>	
BeCl <sub>2</sub>	
SCl <sub>2</sub>	
PCl <sub>5</sub>	
CO <sub>2</sub>	

10. A veces, moléculas similares tienen polaridad muy diferente. Explica por qué el BeCl<sub>2</sub> es apolar mientras que el SCl<sub>2</sub> es polar y por qué el BCl<sub>3</sub> es apolar mientras que el NCl<sub>3</sub> es polar.

11. Escribe la estructura de Lewis del ácido nitroso (HNO<sub>2</sub>).

12. Determina el tipo de enlace que se da cuando se combinan entre sí de los siguientes elementos.

SUSTANCIA	TIPO DE ENLACE
O-O	
Na-Mg	
O-Na	
O-Cl	

13. De acuerdo a lo experimentado en la práctica n. 2 de laboratorio sobre el enlace químico laboratorio llena la siguiente tabla.

**Tabla 4. Conductividad eléctrica de algunos compuestos**

SUSTANCIA	Formula química	Conductividad eléctrica		Tipo de enlace
		SI	NO	

Cloruro de sodio	NaCl			
Azúcar	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>			
Acido clorhídrico	HCl			
Aluminio	Al			
Vinagre (Ácido acético)	CH <sub>3</sub> COOH			
Polietileno	(CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>			
Cobre	Cu			

### Bibliografía

Preguntas tomadas de:

- El enlace químico [internet]. Guía de física y química 1.º bachillerato material fotocopiable Santillana educación, s.L [consulta el 10 de abril de 2013]. Disponible en: <http://www.edu.xunta.es/centros/iessanxillao/system/files/U05.pdf>
- Equipo Pedagógico Ltda. Libro de preparación para el nuevo Icfes. Universidad Pedagógica Nacional. Teaching and tutoring college of Colombia. Bogota, D.C.
- Taller Enlace químico y formas de las moléculas. elaborado por: Elizabeth Pabón Gelves. Asignatura: tópicos en química- 300898.

## **4. Análisis y categorización de los medios empleados para la recolección de la información de significados previos y del progreso conceptual.**

Para la realización del análisis de la información recolectada durante los tres momentos de la investigación, se han empleado matrices donde se pueden visualizar las respuestas literales que los y las estudiantes dieron a los cuestionarios abiertos y cerrados. Además se diseñan algunos esquemas que permiten realizar un análisis interpretativo de la información y relacionar las respuestas dadas por cada uno de ellos con los respectivos instrumentos, al agrupar los datos con características semejantes.

### **4.1. Información obtenida a partir del primer instrumento, para la identificación de los significados previos.**

A partir de los significados previos expresados por los estudiantes, se puede inferir que presentan algunos subsumidores relevantes para la comprensión del concepto del enlace químico, logrando identificar en general, algunos términos claves como electronegatividad, electrones y estabilidad.

Sin embargo, se hace necesario tener precisión en cuanto a la identificación de elementos metálicos y no metálicos de la tabla periódica, pues no todos lo tienen

claro. También se hace necesario ampliar el concepto de la estabilización que se logra al adquirir la configuración de los gases nobles, relativo al referente de la regla del octeto.

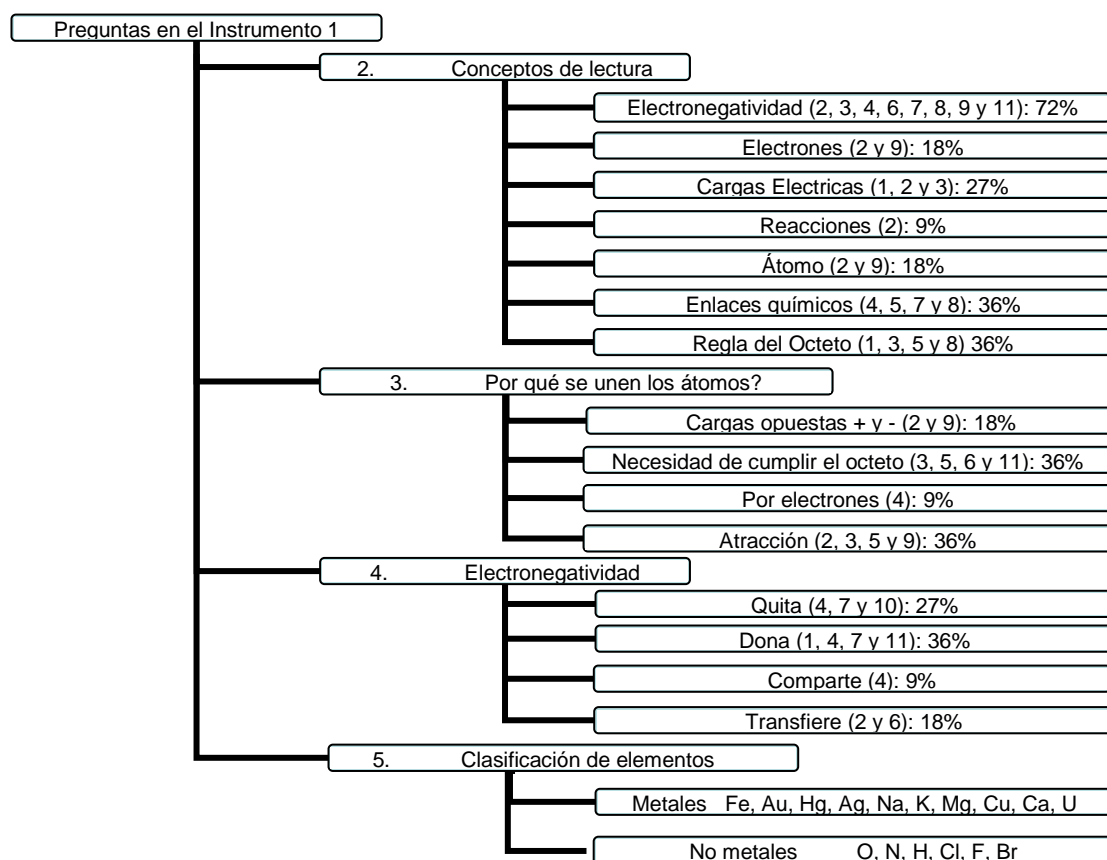
**Tabla 1. Información obtenida a partir de la aplicación del Instrumento 1, para la búsqueda y el análisis de conocimientos previos.**

INSTRUMENTO UNA FIESTA MUY ELEMENTAL	2. ¿Cuáles son los conceptos claves involucrados en la lectura?	3. ¿Por qué piensas que se unen los átomos?	4. ¿Qué es la electronegatividad?	5. Realiza un listado de átomos metálicos y no metálicos	
				ESTUDIANTE	
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hay muchos elementos, cada uno tiene características,</li> <li>■ Los elementos tienen electrones y de su último nivel de energía le pueden dar a otros elementos para que queden con 8 electrones en su última capa,</li> <li>■ Los gases nobles o inertes no necesitan de otros elementos para ser estables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para poder formar nuevos elementos.</li> <li>■ Se unen con el que más sean compatible y tenga parecidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Son los elementos que pueden donar electrones, mientras más mejor.</li> <li>■ Un elemento se une más fácil si es con un elemento con menor electronegatividad con uno de mayor electronegatividad.</li> </ul>	<b>Metales</b>	<b>No metales</b>
				Hierro Oro Mercurio	Potasio Sodio Hidrogeno
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Electronegatividad</li> <li>■ Electrones</li> <li>■ Capas energéticas</li> <li>■ Reacción</li> <li>■ Átomo</li> <li>■ Agregados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Porque las cargas opuestas entre 2 ó varios átomos permiten su atracción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Es la capacidad de los átomos para transferir electrones.</li> </ul>	<b>Metales</b>	<b>No metales</b>
				NR	NR
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Electronegatividad</li> <li>■ Grupos de la tabla periódica: grupos en los cuales se diferencian los grupos por sus características</li> <li>■ Última capa energética: último nivel de energía donde se encuentran los electrones de valencia.</li> <li>■ estructura de Lewis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se unen porque ven la necesidad de formar la ley del octeto, para formar nuevos compuestos</li> <li>■ Un elemento tiene la capacidad de atraer a otro y formar un nuevo compuesto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Es la capacidad o la propiedad que tiene un elemento para perder o ganar electrones.</li> </ul>	<b>Metales</b>	<b>No metales</b>
				Fe Ag Au Mg Cu	Gases nobles IA IVA VA VIA

4	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Enlaces</li> <li>■ Electronegatividad</li> <li>■ Algunas características de los átomos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Por los electrones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Es una propiedad de un elemento con la que a partir de su número de electronegatividad un elemento le quita, le dona o le comparte electrones.</li> </ul>	<b>Metales</b>	<b>No metales</b>
				Hierro Oro	Cloro Flúor Sodio Nitrógeno Oxígeno Potasio
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La ley del octeto</li> <li>■ Enlaces químicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Porque se atraen entre si para que en su última capa de energía tengan 8 electrones y así formar un elemento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La electronegatividad son los electrones negativos.</li> </ul>	<b>Metales</b>	<b>No metales</b>
				Fe-hierro Calcio Mercurio	Nitrógeno Oxígeno Hidrogeno
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Electronegatividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para formar nuevos compuestos.</li> <li>■ para completar la ley del octeto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Es una propiedad que puede donar o transferir los electrones.</li> </ul>	<b>Metales</b>	<b>No metales</b>
				Mercurio	NR
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Electronegatividad</li> <li>■ Unión de átomos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para formar nuevos compuestos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Si la electronegatividad es alta se tiene un elemento que dona o quita electrones.</li> </ul>	<b>Metales</b>	<b>No metales</b>
				NR	NR
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Trata de explicar como los enlaces covalente y iónico.</li> <li>■ La ley del octeto</li> <li>■ Electronegatividad</li> <li>■ Elementos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para formar compuestos y tener una nivelación de electrones y protones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Son electrones de carga negativa.</li> </ul>	<b>Metales</b>	<b>No metales</b>
				Fe	H Cl Na
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Electrones</li> <li>■ Electronegatividad</li> <li>■ Alcalinos</li> <li>■ Alcalinotérreos</li> <li>■ Átomos</li> <li>■ Reacciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se unen porque se atraen y al pasar todo esto de las cargas forman un compuesto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Es como las cargas que lleva el átomo por dentro pueden ser positivas o negativas.</li> </ul>	<b>Metales</b>	<b>No metales</b>
				Mercurio Cesio Francio Galio Bromo Uranio	Nitrógeno Oxígeno Flúor Cloro
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ NR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ por la energía que tienen los electrones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se contiene de electrones, si es alta tiene un elemento que le quita electrones.</li> </ul>	<b>Metales</b>	<b>No metales</b>
				NR	NR
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Elementos</li> <li>■ Gases nobles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Por el aumento de energía y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Es la capacidad de un elemento de</li> </ul>	<b>Metales</b>	<b>No metales</b>

11	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Electronegatividad</li> <li>■ Elementos pesados por su cantidad de electrones como atraen (compartir electrones)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para completar su ultimo nivel de valencia</li> </ul>	donar electrones.	Oro Hierro	NR
----	--	--	-------------------	---------------	----

En el Esquema 3, se reúnen los resultados de la aplicación del primer instrumento, específicamente lo referente a las preguntas 2 a 5, el cual se presenta como un organigrama de tres niveles. En el tercer nivel los números entre paréntesis corresponden a cada estudiante y el porcentaje, a la relación porcentual de estudiantes que respondieron la pregunta. La información correspondiente a la pregunta 1 se puede observar en el Anexo 1 del instrumento de indagación de significados previos.



**Esquema 3. Resultados observados en la aplicación del Instrumento de indagación “Una fiesta muy elemental”**

A partir de la pregunta uno en la cual deben expresar mediante dibujos lo que se entiende de la lectura, cuatro de los estudiantes (2, 6, 7 y 9) se limitan literalmente a dibujar una fiesta, sin evidenciar relación alguna con el tema que se trata en la lectura. La representación mental de estos estudiantes estaría limitada a lo que para ellos representa una fiesta.

Otro grupo de estudiantes (3, 4, 8 y 11), tratan de explicarlo a través de representaciones de los orbitales. Tres de estos estudiante ubican los electrones de manera arbitraria sin establecer un criterio lógico, sin embargo, en este grupo, también hay un estudiante (3) que establece un criterio de acuerdo a la posición que ocupan los átomos en la tabla periódica, dibujando un solo electrón a los que se encuentran en el grupo IA y ocho electrones a los gases nobles. Así mismo representa de manera adecuada la molécula de agua con sus enlaces y sus dos pares de electrones libres y dando la geometría molecular de la misma.

Otros dos estudiantes (1 y 5), por el contrario, tratan de representar lo que se expresa en la lectura por medio de las estructuras de Lewis, sin embargo, no realizan una representación correcta de las mismas.

Es oportuno aclarar que el estudiante 10 no estuvo presente en la aplicación de este instrumento y de forma general, su asistencia a clases fue muy irregular.

En cuanto a las demás respuestas del cuestionario hay una buena aproximación a términos como electronegatividad, electrones, enlaces químicos, regla del octeto y capas energéticas. Específicamente con referencia a la electronegatividad los estudiantes le asignan la capacidad de compartir, donar, quitar o transferir electrones. Con referencia a los electrones, manifiestan que éstos están presentes al momento de unirse los átomos bien sea por la atracción de cargas opuestas o por la necesidad de cumplir con una estabilidad a través de la regla del octeto.

A partir de este primer instrumento se puede concluir que los conocimientos previos que presentan los estudiantes son de importancia y pueden servir de subsumidores para anclar e interaccionar con el nuevo conocimiento.

## 4.2. Información obtenida a partir del segundo instrumento, video “chemical party”, para la identificación de los significados previos.

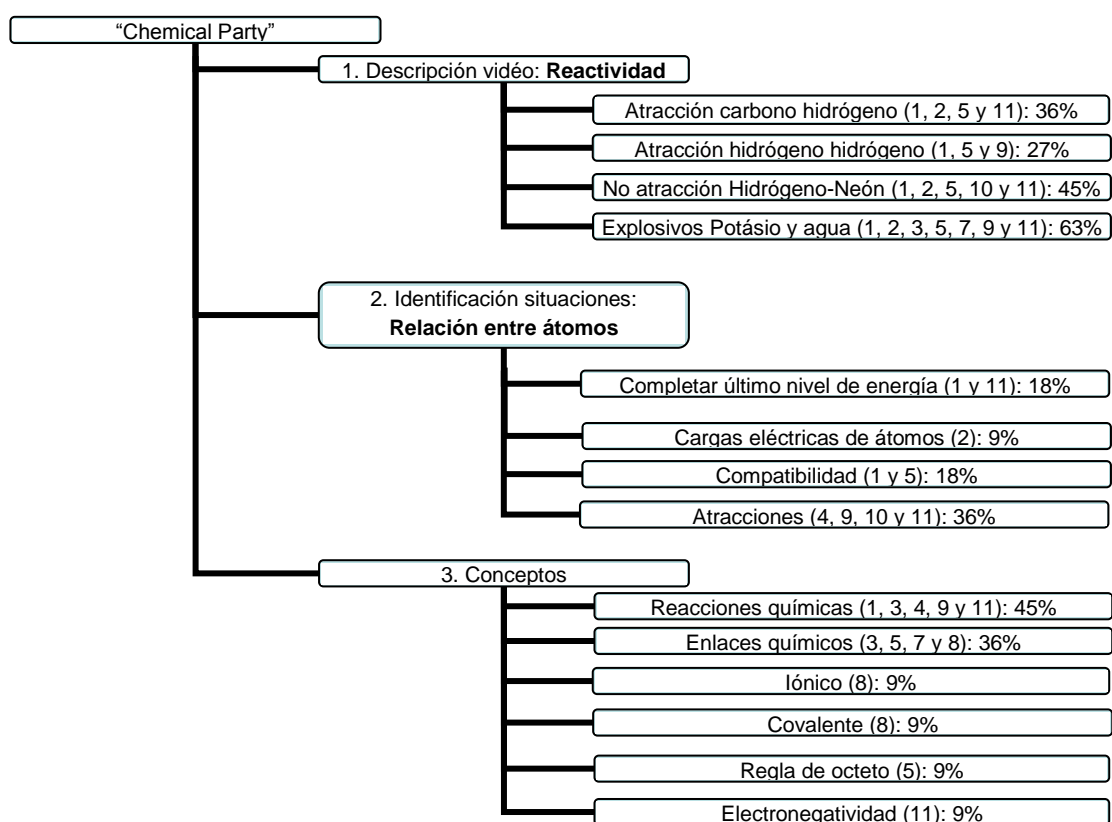
Tabla 2. Información obtenida a partir de la aplicación del Instrumento 2, para la búsqueda y el análisis de conocimientos previos.

INSTRUMENTO : VIDEO “Chemical Party”	1. A partir de lo observado en el video realice una breve descripción de lo que sucede.	2. En el video se dan algunas situaciones entre los átomos representados por las personas ¿Por qué crees que se dan estos eventos?	¿Qué palabras, términos o conceptos emplearías para nombrar lo que sucede entre los átomos en el video?
ESTUDIANTES			
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Neón + H= no se atraen</li> <li>■ El carbono necesita 4 de hidrógenos.</li> <li>■ Cl + Na la electricidad los separa.</li> <li>■ El oxígeno necesita dos pero el hidrogeno puede separarlos.</li> <li>■ Agua + potasio son reactivos explosivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dependiendo de la energía que tengan hay o no compatibilidad.</li> <li>■ También dependiendo de cuantos electrones necesite para completar el último nivel.</li> <li>■ Los que se unen es porque son compatibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reacciones químicas.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Muestra un ejemplo de relación entre átomos causadas por sus componentes y cargas energéticas.</li> <li>■ Neón + Hidrogeno= no hay relación</li> <li>■ Carbono +Hidrogeno= atracción de 4 hidrógenos</li> <li>■ Sodio + cloro + electricidad= separación de elementos.</li> <li>■ agua + potasio= reacción explosiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Debido a los diferentes componentes y cargas electrónicas de los diferentes átomos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Suceden una serie de enlaces entre los diferentes átomos, influenciado esto por sus componentes y la electricidad.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hay elementos que por su naturaleza no son compatibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Por las partículas por las cuales están compuestas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Enlaces químicos</li> </ul>

3	<p>y pueden causar reacciones explosivas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hay elementos que son muy compatibles con otros y a veces se necesitan mas de un elemento del mismo para que sean compatibles.</li> </ul>	<p>los elementos y los factores alternos que se presentan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reacciones químicas</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se observan situaciones que se presentan en la naturaleza de los átomos, como algunos se atraen, como unos se separan, como otros son incompatibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Porque en la naturaleza hay átomos que son incompatibles o se atraen para formar compuestos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reacciones entre los elementos.</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ne + H= no atracción</li> <li>■ El carbono atrae al hidrogeno, se unen y se le pegan cuatro hidrógenos para llegar al nivel de energía 8.</li> <li>■ El sodio y el cloro se separan por medio de la electricidad.</li> <li>■ El hidrogeno separa al O<sub>2</sub> para quedar en O y formar agua H<sub>2</sub>O</li> <li>■ el agua y el potasio hacen explosión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Porque unos son compatibles y otros no, dependiendo de la energía que tengan los átomos, se unen y forman un elemento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La teoría del octeto</li> <li>■ Enlaces químicos.</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Que hay elementos que son compatibles, otros que explotan y otros no son compatibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Que se dan reacciones distintas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Compatibles</li> <li>■ Incompatibles</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La unión de elementos</li> <li>■ La separación de elementos</li> <li>■ Demuestra que hay unos que explotan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Porque es pa representar las uniones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Unión de elementos</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tipos de reacciones químicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ NR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Enlaces iónicos y covalentes</li> </ul>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Algunos atraen varios elementos.</li> <li>■ El hidrogeno disuelve al oxigeno.</li> <li>■ La electricidad separa elementos.</li> <li>■ Algunos elementos sus reacciones son explosiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Porque los elementos tienen diferentes reacciones y atracciones a cada uno de los elementos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Atracción</li> <li>■ separación de elementos.</li> <li>■ Reacciones</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Que hay una fiesta de personas que representan los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Que el carbón y el hidrogeno se atraen pero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ NR</li> </ul>

<b>10</b>	<i>elementos químicos y muestra los que se atraen o no.</i>	<i>la electricidad los separa.</i> ■ <i>El agua y el potasio hacen explosión.</i>	
<b>11</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <i>No atracción en algunos elementos.</i></li> <li>■ <i>El carbono atrae 4 hidrógenos</i></li> <li>■ <i>Separación elemental</i></li> <li>■ <i>Repelencia</i></li> <li>■ <i>Reacciones explosivas entre potasio y agua</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <i>Las atracciones por polaridades energéticas ya que el neón tiene su último nivel de valencia lleno.</i></li> <li>■ <i>Atracción por poder completar sus campos</i></li> <li>■ <i>El Hidrogeno puede separar el O<sub>2</sub></i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <i>Uniones</i></li> <li>■ <i>Electronegatividad</i></li> <li>■ <i>Reacciones</i></li> <li>■ <i>Atracción</i></li> </ul>

Al efectuar el segundo medio de recolección de la información y de acuerdo con el objetivo planteado se pudo indagar sobre las representaciones que expresaron los y las estudiantes para explicar su conocimiento sobre los enlaces químicos, lo anterior en función de la reactividad y la atracción que se presenta entre algunos elementos.



**Esquema 4. Resultados observados en la aplicación del Instrumento de indagación “Chemical party”.**

Los resultados agrupados en el Esquema 4, muestran como los estudiantes a partir de las situaciones que se presentan en el video interpretan la reactividad de los átomos en términos de atracción, no atracción y atracción explosiva. El primer caso se plantea entre el carbono y el oxígeno con el hidrogeno, el segundo caso entre el Neón y el hidrogeno y los explosivos a partir de la reacción entre el potasio con el agua.

Al preguntar a los estudiantes el por qué de lo sucedido (la relación de atracción o no atracción entre los átomos) ellos exponían que esto pasaba debido a la necesidad de cumplir con la ley del octeto en su último nivel de energía, por la compatibilidad o por las cargas eléctricas que se presentan entre los átomos.

A partir de los instrumentos uno y dos se puede concluir que los estudiantes de la muestra relacionan la unión de los átomos con la necesidad de contar en su último nivel de energía con ocho electrones (regla del octeto), desde la cual según Lewis sería la tendencia que se cumple para aquellos átomos que al formar compuestos adquiere una configuración electrónica estable. Sin embargo, no se evidencia en ellos alguna explicación para aquellos compuestos en los cuales algunos átomos son estables con menos de ocho electrones (menos de un octeto) o en aquellos átomos que su estabilidad en ciertos casos los alcanzan con más de ocho electrones (octetos expandidos).

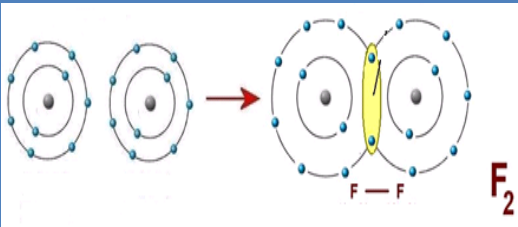
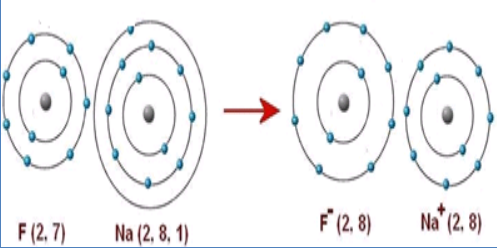
#### **4.3. Información obtenida a partir del tercer instrumento, sobre las imágenes de enlaces químicos para la identificación de los significados previos.**

Al realizar la revisión y análisis de la información recolectada en los dos primeros instrumentos se ve la necesidad de la elaboración de una tercera herramienta que muestre los conocimientos previos acerca de los diferentes tipos de enlace y qué a

su vez, permita hacer claridad sobre los términos átomo, compuesto, mezcla y reacción.

La sistematización de la información obtenida a partir de la aplicación del tercer instrumento de significados previos, se presenta en la Tabla 3 y el Esquema 5.

**Tabla 3. Información obtenida a partir de la aplicación del Instrumento 3, para la búsqueda y el análisis de conocimientos previos.**

IMÁGENES	INSTRUMENTO	PREGUNTAS/RESPUESTAS	
	IMÁGENES	1	2
<p><b>Figura 1</b></p> 	ESTUDIANTE		
	1	b. Elemento	b. Comparte electrones
	2	a. Compuesto	b. Comparte electrones
	3	NR	b. Comparte electrones
	4	a. Compuesto	b. Comparte electrones
	5	NP	NP
	6	b. Elemento	b. Comparte electrones
	7	c. Molécula	b. Comparte electrones
	8	a. Compuesto	b. Comparte electrones
	9	c. Molécula	b. Comparte electrones
	10	a. Compuesto	b. Comparte electrones
11	b. Elemento	b. Comparte electrones	
<p><b>Figura 2</b></p> 		<b>3</b>	<b>4</b>
	1	a. Compuesto	c. Unión
	2	c. Mezcla	a. Mezcla
	3	a. Compuesto	b. Reacción
	4	c. Mezcla	b. Reacción
	5	NP	NP
	6	a. Compuesto	b. Reacción
	7	b. Elemento	d. No paso nada
	8	d. Átomo	b. Reacción
	9	c. Mezcla	b. Reacción
	10	c. Mezcla	b. Reacción
11	NR	c. Unión	
<p><b>Figura 3</b></p>		<b>5</b>	
	1		c. Molécula
	2		d. Átomo

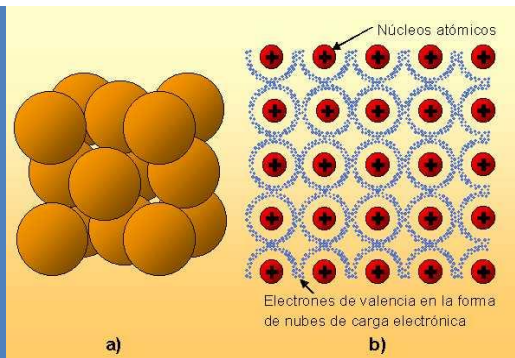
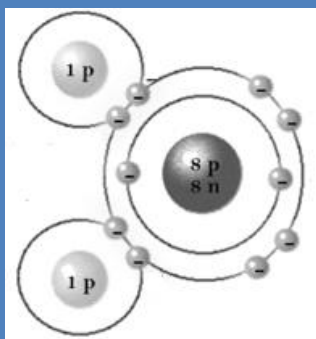
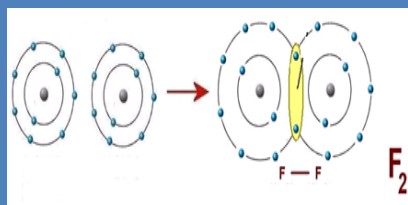


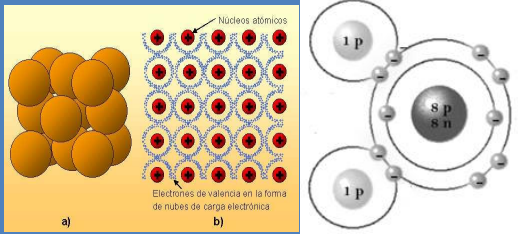
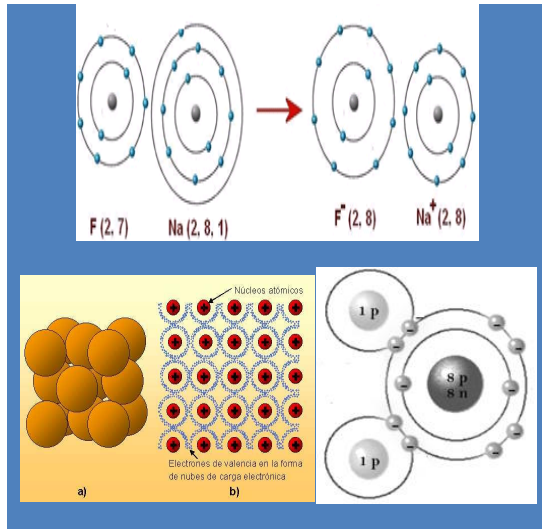
Figura 4



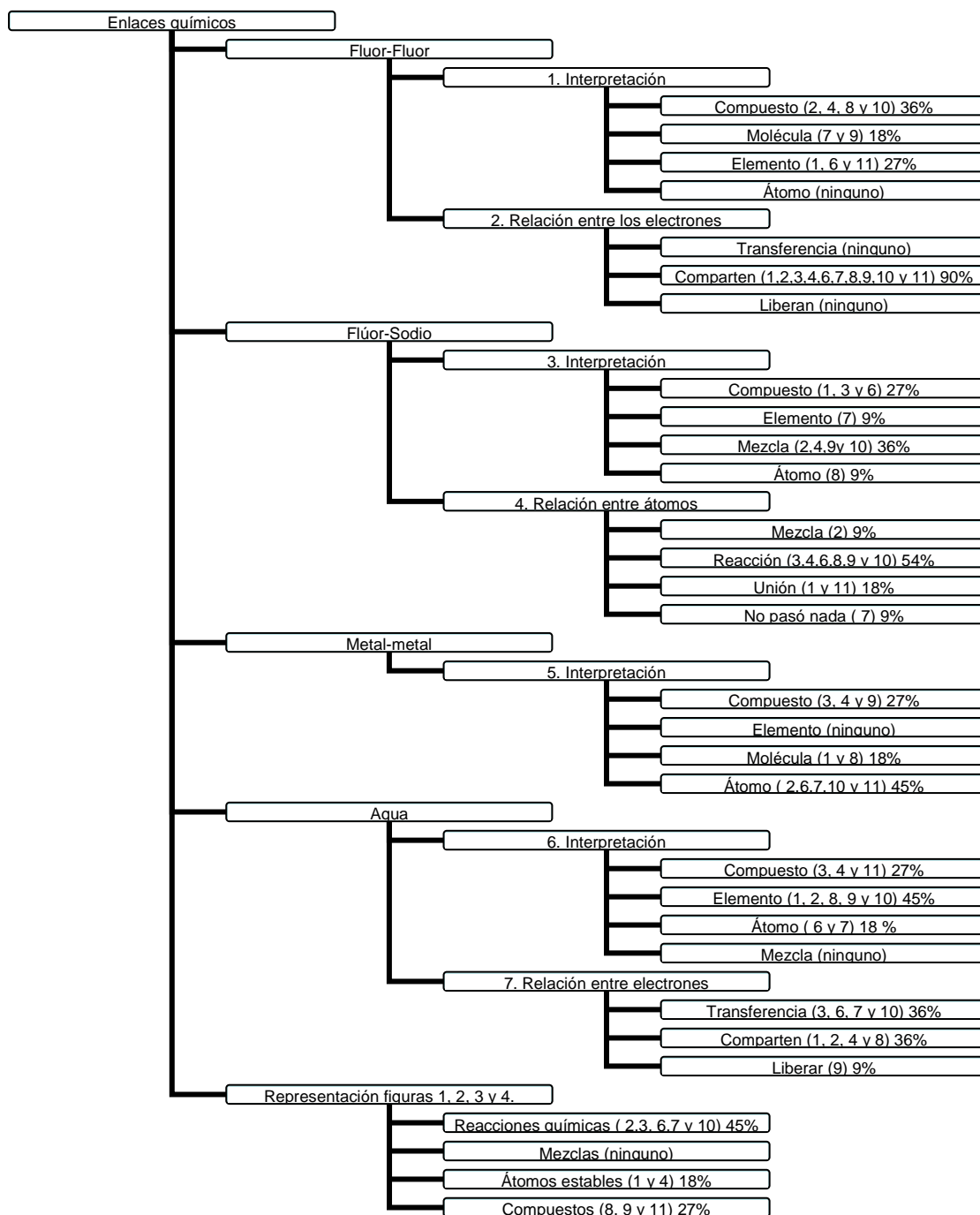
Imágenes



3		a. Compuesto
4		a. Compuesto
5		NP
6		d. Átomo
7		d. Átomo
8		c. Molécula
9		a. Compuesto
10		d. Átomo
11		d. Átomo
	<b>6</b>	<b>7</b>
1	b. Elemento	b. Comparten electrones
2	b. Elemento	b. Comparten electrones
3	a. Compuesto	a. Transferencia de electrones
4	a. Compuesto	b. Comparten electrones
5	NP	NP
6	c. Átomo	a. Transferencia de electrones
7	c. Átomo	a. Transferencia de electrones
8	b. Elemento	b. Comparten electrones
9	b. Elemento	c. Liberan electrones
10	b. Elemento	a. Transferencia de electrones
11	a. Compuesto	NR
	<b>8</b>	<b>Justificación</b>
1	c. Átomos estables	Porque se transfieren electrones para que puedan estar estables y sean elementos.
2	a. Reacciones químicas	Porque hay interacción entre las cargas de las diferentes representaciones.
3	a. Reacciones químicas	Donde algunas moléculas o elementos comparten o toman electrones de otros.
4	c. Átomos estables	Porque se observa como a través de diferentes compuestos y reacciones químicas los átomos se estabilizan.
5	NP	NP



6	a. Reacciones químicas	Porque juntan cosas y combinan lo cual causa reacciones químicas.
7	a. Reacciones químicas	Porque hay varios compuestos y uniones.
8	d. Compuestos	Porque son compuestos.
9	d. Compuestos	No se
10	a. Reacciones químicas	NR
11	c. Átomos estables	NR



**Esquema 5. Resultados observados en la aplicación del Instrumento de indagación “imágenes sobre tipos de enlace químico”.**

En el Esquema 5 se evidencian algunas categorías. Por ejemplo, algunos estudiantes presentan dificultad al momento de clasificar la materia en elemento,

átomo, compuesto, mezcla, lo que no les permite al momento de establecer relaciones a nivel de las fuerzas que actúan en la materia. Así mismo no todos identifican los tipos de enlaces, teniendo en cuenta la clase de átomos que se unen (no metal – no metal, metal – no metal, metal – metal).

Un ejemplo de esto se presenta cuando se analizan las respuestas de la Figura 1 flúor - flúor, para la cual la respuesta podría haber sido compuesto<sup>14</sup> o molécula<sup>15</sup>, ciñéndonos a las definiciones de cada una de ellas. Los participantes 2, 4, 8 y 10, así como 7 y 9, contestaron de manera correcta; sin embargo los estudiantes 1, 6 y 11, identifican la imagen como elemento. Así mismo, lo anterior se corrobora en las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas en la Figura 2 de flúor – sodio, en la Figura 3 metal – metal y en la Figura 4 que representa la molécula de agua.

Cuando se les pregunta por la relación que hay entre los electrones de la Figura 1, todos responden correctamente diciendo que se comparten los electrones y en general los estudiantes atribuyen la estabilidad de los átomos al cumplimiento de la regla del octeto a lo que vamos complementando el análisis en el proceso de socialización, que esta estabilidad se logra cuando los elementos en los diferentes compuestos, logran adquirir la configuración electrónica del gas noble más cercano. Sin embargo para el caso de la molécula de agua, los estudiantes 3, 6, 7 y 10, dicen que hay transferencia de electrones hacia el átomo con más electrones en su último nivel; es decir, no hay claridad aún para ellos en que un átomo pueda ser estable con menos de ocho electrones ni diferencian aún el efecto de transferencia de electrones vs compartir electrones.

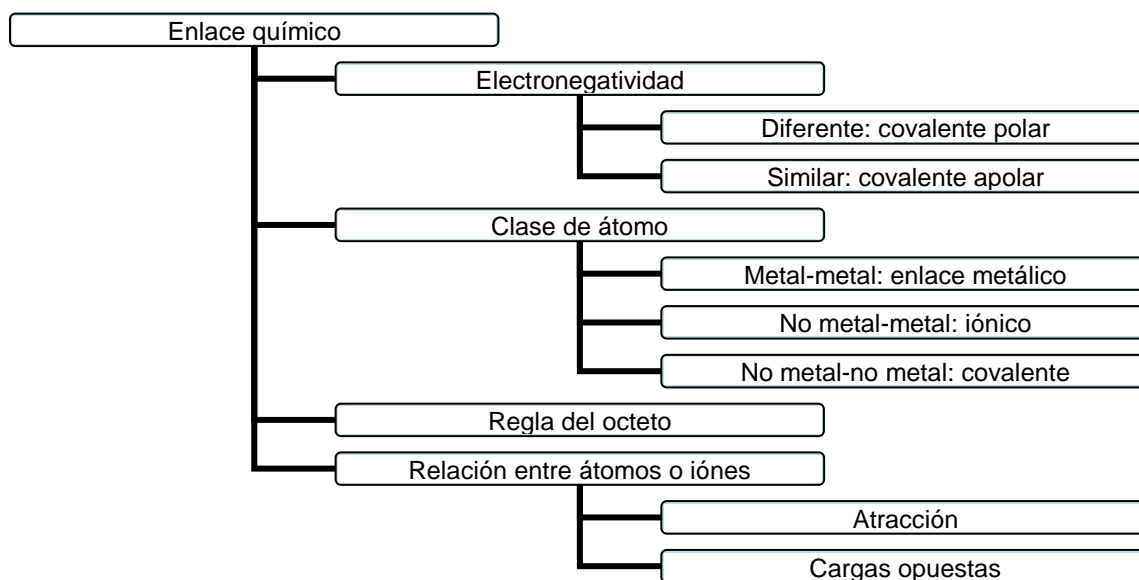
#### **4.4. Categorización de la información sobre los significados previos.**

---

<sup>14</sup> CHANG 2007. Sustancia formada por átomos de dos o más elementos unidas químicamente en proporciones fijas.

<sup>15</sup> CHANG 2007. Agregado de, por lo menos, dos átomos en una colocación definida que se mantienen unidos a través de fuerzas químicas llamadas enlaces químicos.

Con base en el análisis de los instrumentos anteriores, pasamos a organizar el tema de trabajo “Enlace químico” considerando varios aspectos o categorías (Esquema 6). En este se incluye el análisis del tipo de enlace de acuerdo a la diferencia de electronegatividad de los átomos unidos y el tipo de átomos. Así mismo, también se incluye la interacción de atracción que se presenta entre átomos y ó iones, y la búsqueda de estabilidad a través de una aproximación inicial que es la regla del octeto.



**Esquema 6. Categorías de medios de recolección de significados previos.**

Para la realización de la categorización se adaptó la matriz utilizada por Martínez, M Miguel (1998), en su texto La investigación cualitativa etnográfica en educación. Manual teórico-práctico, ya que por medio de ésta se facilita un mejor análisis de los datos.

## 4.5. Matriz de categorización y análisis de los instrumentos uno, dos y tres.

**Matriz 1. Categorización de la información obtenida en los instrumentos uno, dos y tres que indaga sobre los significados previos.**

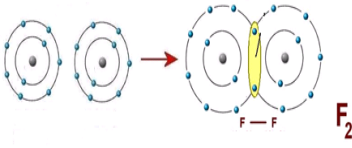
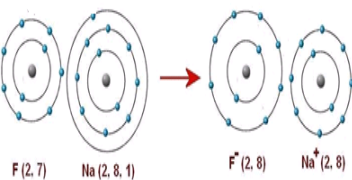
CATEGORIAS Y SUBCATEGORIAS	TEXTO/Estudiante
Electronegatividad	4. "Es una propiedad de un elemento con la que a partir de su número de electronegatividad un elemento le quita, le dona o le comparte electrones. (...)"
Regla del octeto	1. "Los elementos tienen electrones y de su último nivel de energía pueden dar a otros elementos para que queden con 8 electrones en su última capa (...)" "Dependiendo de cuantos electrones necesite para completar el último nivel (...)" 3. "Se unen porque ven la necesidad de formar la ley del octeto, para formar nuevos compuestos (...)" 5. "Porque se atraen entre sí para que en su última capa de energía tengan 8 electrones (...)" 6. "Para completar la ley del octeto (...)" 11. "Para completar su último nivel de valencia (...)"
Relación entre electrones (Atracción - cargas opuestas)	2. "Porque las cargas opuestas entre 2 o varios átomos permiten su atracción (...)" "Debido a los diferentes componentes y cargas electrónicas de los diferentes átomos (...)" "Porque hay interacción entre las cargas de las diferentes representaciones (...)" 3. "Un elemento tiene la capacidad de atraer a otro y formar un nuevo compuesto (...)" 9. "Se unen porque se atraen y al pasar todo esto de las cargas forman un compuesto (...)"
Relación entre electrones (Transferir - compartir)	1. "Porque se transfieren electrones para que puedan estar estables y sean elementos (...)" 3. "Donde algunas moléculas o elementos comparten o toman electrones de otros (...)"

#### 4.6. Análisis de la información colectada a partir del cuarto instrumento de triangulación en el tiempo, para evidenciar el posible progreso conceptual

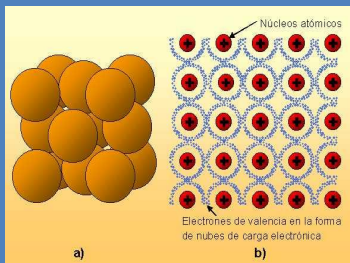
Con el fin de conocer el posible progreso conceptual de los y las estudiantes, se aplica el instrumento de triangulación en el tiempo, a través del cual se evidencia el progreso en la comprensión del concepto enlace químico. Una evidencia de ello es que se percibe explicaciones más elaboradas y con mejor manejo del lenguaje, en el momento de argumentar y representar los tipos de enlaces (metálico, iónico y covalente).

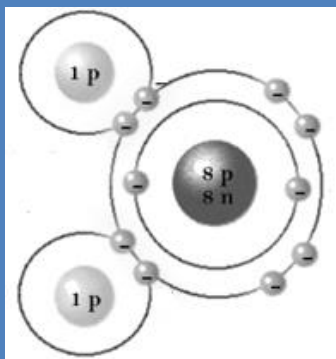
**Tabla 4. Información obtenida a partir de la aplicación del Instrumento 4, para la identificación y el análisis del progreso conceptual.**

PREGUNTAS		ESTUDIANTE	RESPUESTAS			
			Cloruro de sodio (NaCl)	Lamina de aluminio (Al)	(Br <sub>2</sub> )	Amoniaco (NH <sub>3</sub> )
1. Representación de los enlaces químicos entre los siguientes compuestos. Ver anexo 4.		1	Molécula, electrones de valencia, electronegatividad, transferencia de electrones, átomos positivos y negativos, enlaces covalentes, iónicos, metálicos.			
		2	Iónico, covalente, electronegatividad, electrones de valencia			
		3	Enlace iónico: metal – no metal Enlace covalente: polar, distinto elemento no metal. apolar, mismo elemento no metal. Enlace metálico: metal – metal.			
2. ¿Cuáles son los conceptos implícitos que se desarrollan en la lectura sobre los tipos de enlaces químicos que se dan entre los átomos?		4	Electronegatividad, enlace iónico, enlace metálico, enlace covalente: polar y apolar.			
		5	Iónico, covalente, electrones de valencia, polar, apolar, electronegatividad, metal, no metal, conductividad eléctrica.			
		6	NR			
		7	NR			
		8	Compuestos iónicos, covalentes y metálicos, electronegatividad y como influye sobre iónico y covalente.			
		9	NR			
		10	NP			
		11	Electronegatividad, enlaces metálicos, enlaces covalentes.			
3. IMÁGENES			3.1	¿Por qué?	3.2	
	3.1) ¿qué tipo	1	d. Covalente apolar	Son el mismo elemento y es	b. Comparten electrones	

	de enlace se da en la figura?			covalente apolar porque están compartiendo.	
	¿Por qué?	2	d. Covalente apolar	Debido a que es entre átomos no metálicos, es apolar debido a que son los mismos átomos.	b. Comparten electrones
	3.2) elija la respuesta que representa la imagen.	3	d. Covalente apolar	Es un enlace del mismo elemento.	b. Comparten electrones
		4	d. Covalente apolar	Son dos metales del mismo elemento.	b. Comparten electrones
		5	d. Covalente apolar	Comparten electrones y son del mismo elemento.	b. Comparten electrones
		6	d. Covalente apolar	<b>NR</b>	b. Comparten electrones
		7	d. Covalente apolar	<b>NR</b>	c. Liberan electrones
		8	d. Covalente apolar	Comparten sus electrones para lograr cumplir la ley del octeto y son el mismo elemento.	b. Comparten electrones
		9	d. Covalente apolar	Son el mismo elemento y están compartiendo electrones.	b. Comparten electrones
		10	<b>NP</b>	<b>NP</b>	<b>NP</b>
		11	b. Covalente polar	Comparten electrones y van a un mismo lado.	b. Comparten electrones
		<b>3.3</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>3.4</b>	
	3.3) ¿qué tipo de enlace se da en la figura?	1	a. iónico	El Na perdió electrones y se los dio al F	a. Transferencia de electrones
	¿Por qué?	2	a. iónico	Debido que este es propio de metal y no metal y hay interacción de electrones.	a. Transferencia de electrones
	3.4) En cuanto a la relación con los electrones se puede decir que	3	a. iónico	Es un enlace entre un metal y un no metal.	a. Transferencia de electrones
		4	a. iónico	Es un enlace entre un metal y un no metal.	a. Transferencia de electrones
		5	a. iónico	Le dona electrones.	a. Transferencia de electrones
		6	a. iónico	<b>NR</b>	a. Transferencia de electrones
		7	a. iónico	<b>NR</b>	b. comparten electrones
		8	a. iónico	El flúor le roba al sodio un electrón	a. Transferencia de electrones

				del último nivel de energía y así el flúor logra cumplir la ley del octeto y el sodio también gracias a que se da la transferencia de electrones es un compuesto iónico.	
		9	a. iónico	Es unión no metal – metal y el metal pierde un electrón de valencia.	a. Transferencia de electrones
		10	NP	NP	NP
		11	a. iónico	No comparten electrones sino que les roba.	a. Transferencia de electrones
			3.5	¿Por qué?	3.6
	<p><b>3.3) ¿qué tipo de enlace se da en la figura?</b></p> <p><b>¿Por qué?</b></p> <p><b>3.4) En cuanto a la relación con los electrones se puede decir que</b></p>	1	d. Metálico	Forman una nube de electrones sin formar nada.	c. Liberan electrones.
		2	d. Metálico	Se da entre metales	c. Liberan electrones.
		3	d. Metálico	Forman un enlace del mismo elemento.	c. Liberan electrones.
		4	d. Metálico	Son un montón de átomos juntos.	c. Liberan electrones.
		5	d. Metálico	Forman una nube de electrones y no se unen.	c. Liberan electrones.
		6	c. Covalente apolar	NR	c. Liberan electrones.
		7	d. Metálico	NR	c. Liberan electrones.
		8	d. Metálico	Gracias a que los electrones se mueven libremente.	c. Liberan electrones.
		9	d. Metálico	Los electrones no están bien sujetos a su núcleo. Están aglomerados.	c. Liberan electrones.
		10	NP	NP	NP
		11	d. Metálico	Apartan sus electrones a capas externas.	c. Liberan electrones.
			3.7	¿Por qué?	3.8
		1	b. covalente polar	Están compartiendo y el enlace se da entre diferentes elementos.	b. comparten electrones.
		2	b. covalente polar	Se da entre un mismo elemento no metálico.	b. comparten electrones.





3.3) ¿qué tipo de enlace se da en la figura?

¿Por qué?

3.4) En cuanto a la relación con los electrones se puede decir que

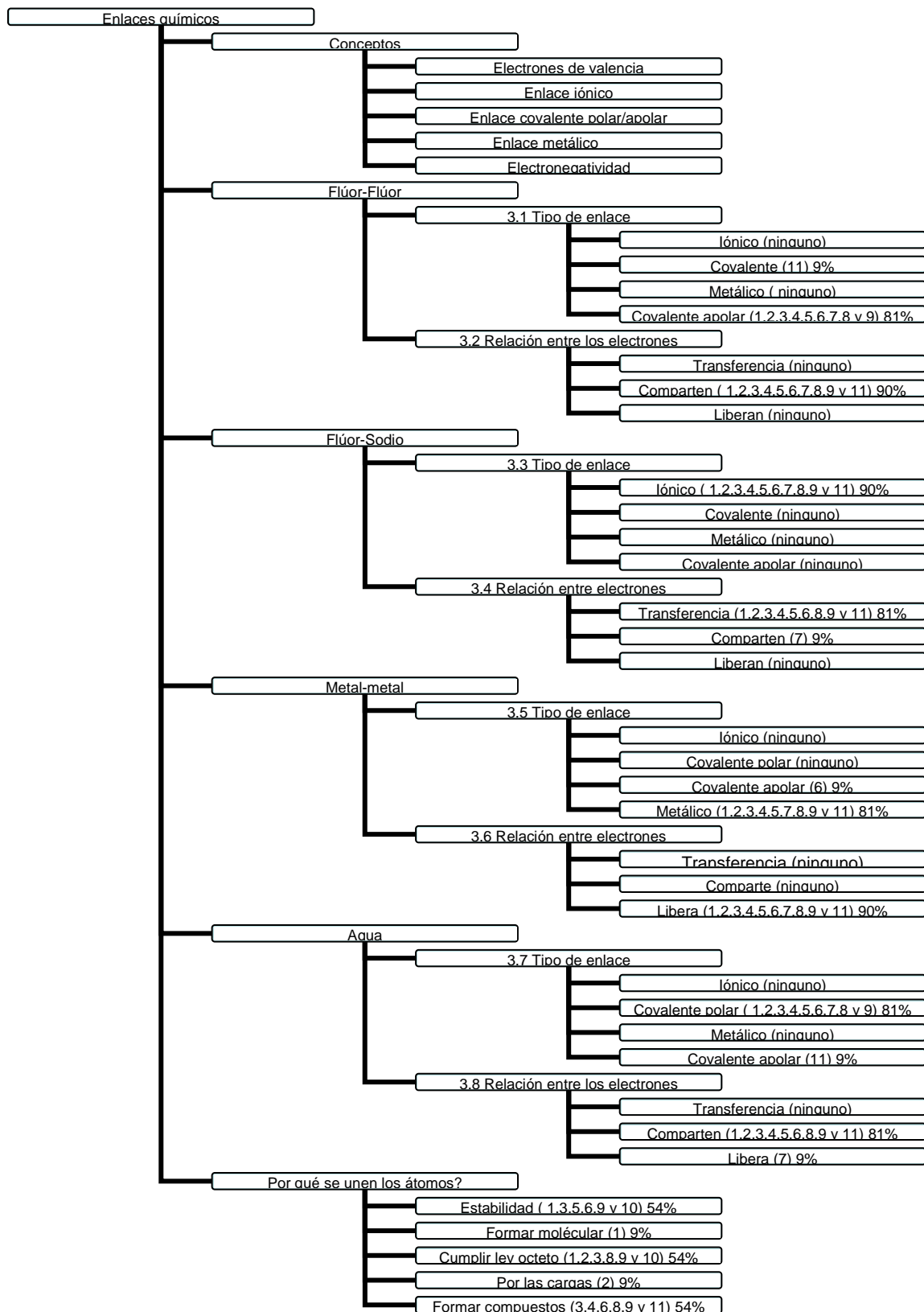
3	b. covalente polar	Están compartiendo electrones, son distinto elemento y son no metales.	b. comparten electrones.
4	b. covalente polar	Los dos átomos de afuera comparten los electrones y no todos los átomos son iguales.	b. comparten electrones.
5	b. covalente polar	Comparten electrones y es polar porque son diferentes elementos.	b. comparten electrones.
6	b. covalente polar	NR	b. comparten electrones.
7	b. covalente polar	NR	c. Liberan electrones.
8	b. covalente polar	Gracias a que los dos hidrógenos se unen con el oxígeno para que el oxígeno logre cumplir con la ley del octeto y porque son diferentes elementos.	b. comparten electrones.
9	b. covalente polar	Son diferentes elementos y están compartiendo los electrones.	b. comparten electrones.
10	NP	NP	NP
11	d. covalente apolar	Comparten pero no son un mismo elemento.	b. comparten electrones.

4. ¿Por qué cree usted que se unen los átomos?

1	Los átomos se unen para encontrar un equilibrio, formar moléculas y cumplir con la ley del octeto y esto sucede porque tienen características que hacen que se unan.
2	Debido a la atracción presente por las cargas, por la necesidad de completar la ley del octeto.
3	Para lograr alcanzar la ley del octeto, también se unen para alcanzar la configuración electrónica de los gases nobles, para formar nuevos compuestos, para buscar estabilidad.
4	Para quedar estable en su último nivel de energía, formar nuevos compuestos, porque algunos se atraen.
5	Para poder quedar estables.
6	Para estabilizar y formar nuevos compuestos.
7	NR
8	Para que algunos elementos logren cumplir con la ley del octeto uniéndose con algunos elementos, donando sus electrones y así formando compuestos covalentes, iónicos y metálicos. En algunos casos puede que tengan menos de un octeto como el hidrógeno y en otros un octeto expandido como el xenón, kriptón, etc.
9	Para formar nuevos compuestos y que los elementos busquen

		una estabilidad, algunos hasta quedar como gases nobles.
	<b>10</b>	NP
	<b>11</b>	Para lograr conseguir ocho en su ultimo nivel (ley del octeto), para formar nuevos compuestos, para estar estable como un gas noble.

Con el propósito de facilitar el análisis del instrumento de triangulación, se agrupan las respuestas en el Esquema 7.



Esquema 7. Resultados observados en la aplicación del Instrumento de triangulación

**en el tiempo de identificación del progreso conceptual.**

De forma general hay comprensión en referencia a los de electrones de valencia, electronegatividad, enlace iónico, covalente polar y apolar y metálico. Esto se evidencia al momento de realizar la interpretación de como los estudiantes responden y argumentan cada una de las preguntas que se plantean a partir de las ilustraciones de los enlaces químicos.

Al observar las representaciones icónicas que realizan los estudiantes de los enlaces químicos entre los compuestos propuestos (Cloruro de sodio (NaCl), lamina de aluminio (Al), molécula de Bromo (Br<sub>2</sub>) y Amoniac NH<sub>3</sub>), se evidencia que un 73% emplean en su mayoría las representaciones de Lewis para explicar los tipos de enlace que se dan entre las clases de átomos que se unen y así mismo, la relación que se establece entre sus electrones de valencia. Solo un 36% emplea la geometría molecular en la molécula de amoniaco (NH<sub>3</sub>) para explicar la distribución espacial de los los átomos. Se incluye en el Anexo 4 una muestra obtenida al aplicar el Instrumento de triangulación.

Cuando se les pregunta a los estudiantes por el tipo de enlace que se presenta en la imagen sobre la molécula de flúor (F<sub>2</sub>), el 81% de los estudiantes responde de manera adecuada diciendo que es un enlace covalente apolar, en el cual se comparten electrones 90%; así mismo, argumentan que es covalente apolar porque: *“Se da entre átomos no metálicos y es apolar debido a que son los mismos átomos”*.

En cuanto al compuesto formado entre el sodio con el flúor (NaF) el 90% responde de manera correcta al decir que se da un enlace iónico, así mismo el 81% menciona que hay transferencia de electrones entre los átomos, argumentando que: *“Debido que este es propio de metal y no metal, hay interacción de electrones y el Na perdió electrones y se los dio al F”*.

En la imagen que representa los núcleos y los electrones de valencia de los átomos de los metales el 81% de los estudiantes responden acertadamente diciendo que este representa un enlace metálico, igualmente el 90% plantean que esto es debido

a que en la relación entre los átomos metálicos se “liberan” nubes de carga eléctrica y como ejemplo general, recogiendo los argumentos presentados por los estudiantes, éstos plantean que: *“Forman una nube de electrones común, sin formar nada, están aglomerados y se da entre metales”*. Solo el 9% dice que es un enlace covalente apolar, esto puede ser debido a que solo lo relaciona con que son átomos iguales; sin embargo, no tiene en cuenta que el tipo de átomos de los que se habla son metales.



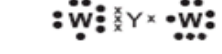

En relación con la imagen que representa la molécula de agua el 81% responden correctamente diciendo que se da un enlace covalente polar, así mismo, el 81% plantean que los átomos que se unen comparten los electrones, argumentando que: *“Están compartiendo y el enlace se da entre diferentes elementos de no metales, los dos átomos comparten los electrones y es polar porque son diferentes elementos, gracias a que los dos hidrógenos se unen con el oxígeno para que el oxígeno logre cumplir con la ley del octeto”*. Solo el 9% que equivale al Estudiante 11 de la muestra, responde que es un enlace covalente apolar y argumenta que: *“Comparten pero no son un mismo elemento”*. Planteamiento que es válido para lo que se plantea en la imagen, mas no hay claridad en cuanto a la diferencia entre lo que es una enlace covalente polar y apolar.

En cuanto a la pregunta ¿Por qué se unen los átomos? Responden que esto se da debido a la necesidad que tienen los átomos de buscar su estabilidad, formar moléculas, nuevos compuestos, por las cargas y finalmente para cumplir con la regla del octeto; se debe aclarar que hasta el momento no se le había explicado a los estudiantes que la estabilidad no solo se logra con ocho electrones, si no que también los átomos pueden presentar menos de un octeto, radicales libres u octetos expandidos.

En general de acuerdo a lo interpretado del instrumento de triangulación y según la teoría de aprendizaje significativo propuesta por Ausubel, se percibe estar en la etapa de aprendizaje proposicional ya que no se quedan en el aprendizaje de significados o palabras aisladas, sino que logran extraer de un enunciado el significado de ideas en forma de proposiciones, pues logran inferir las relaciones entre los tipos de átomos que se unen y entre los electrones para comprender los enlace químicos sin que su nominación este explícita en el texto.

### 4.7. Información obtenida a partir del quinto instrumento, para evidenciar el posible progreso conceptual.

Tabla 5. Información obtenida a partir de la aplicación del Instrumento 5, para el estudio y análisis del progreso conceptual.

PREGUNTAS				ESTUDIANTE	RESPUESTAS																						
					1.	2.																					
<b>RESPONDA LAS PREGUNTAS 1 Y 2 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA</b>  Tabla 1. Características de algunos átomos o iones <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>ELEMENTO</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de electrones (e<sup>-</sup>) totales</td> <td>11</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Número atómico (Z), o número de protones</td> <td>11</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Número de neutrones</td> <td>12</td> <td>8</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Número de e<sup>-</sup> de valencia</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>				ELEMENTO	X	Y	W	Número de electrones (e <sup>-</sup> ) totales	11	6	8	Número atómico (Z), o número de protones	11	6	8	Número de neutrones	12	8	9	Número de e <sup>-</sup> de valencia	1	4	6	1. de acuerdo con la tabla anterior, la estructura de Lewis que representa una molécula de YW <sub>2</sub> es: <div style="margin-left: 20px;">                         A.                            B.                            C.                            D.  </div>	1	A	C
ELEMENTO	X	Y	W																								
Número de electrones (e <sup>-</sup> ) totales	11	6	8																								
Número atómico (Z), o número de protones	11	6	8																								
Número de neutrones	12	8	9																								
Número de e <sup>-</sup> de valencia	1	4	6																								
				2	B	C																					
				3	A	C																					
				4	B	C																					
				5	A	C																					
				6	A	C																					
				7	NP	NP																					
				8	A	C																					
				9	A	C																					
				10	C	NR																					
				11	A	C																					
<b>RESPONDA LAS PREGUNTAS 3 Y 4 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA</b>  Tabla 2. Electronegatividad de algunos átomos <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Elemento</th> <th>X</th> <th>J</th> <th>Y</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Electronegatividad</td> <td>4.0</td> <td>1.5</td> <td>0.9</td> <td>1.6</td> </tr> </tbody> </table>				Elemento	X	J	Y	L	Electronegatividad	4.0	1.5	0.9	1.6		3.	4.											
Elemento	X	J	Y	L																							
Electronegatividad	4.0	1.5	0.9	1.6																							
				1	D	B																					
				2	D	B																					
				3	D	B																					
				4	D	B																					
				5	D	B																					
				6	D	B																					
				7	NP	NP																					
La tabla presenta la electronegatividad de 4 elementos X, J, Y y L  3. De acuerdo con la información de la tabla, es válido afirmar que el compuesto con mayor carácter iónico es:																											

A. LX                  B. JL                  C. YJ                  D. YX

4. De acuerdo con la información de la tabla, es válido afirmar que el compuesto de mayor carácter covalente es:

A. LY                  B. JL                  C. YX                  D. YJ

5. Un elemento A tiene dos electrones en su última capa y otro elemento B presenta en su capa de valencia la configuración  $3s^2 3p^5$ . Si estos dos elementos se combinan entre sí, la posible fórmula del compuesto que originan será:

a) AB      b.)  $A_2B$       c.)  $AB_2$       d.)  $A_7B_2$

6. Clasifique los siguientes enlaces como iónicos, covalente polar o covalente apolar:

Tabla 3. Clasificación de tipos de enlace

KCl	$NO_2$	$H_2O$	$Br_2$	CaO	$H_3C-CH_3$

**CONVENCIONES**

I: iónico

CP: covalente polar

CA: covalente apolar

8	D	B
9	D	B
10	D	B
11	D	B

5.

1	NR
2	D
3	A
4	C
5	C
6	B
7	NP
8	C
9	C
10	D
11	C

6.

	KCl	$NO_2$	$H_2O$	$Br_2$	CaO	$H_3C-CH_3$
1	I	CP	CP	CA	I	CP
2	I	CP	CP	CA	CA	CP
3	I	CP	CP	CA	I	CP
4	I	CP	CP	CA	I	NR
5	I	CP	CP	CA	I	CP
6	I	CP	CP	CA	I	I
7	NP	NP	NP	NP	NP	NP
8	I	CP	CP	CA	I	CP
9	I	CP	CP	CA	I	CA

	10	NR	NR	NR	NR	NR	NR										
	11	I	CP	CP	CA	I	CA										
	<b>7. GEOMETRIA MOLECULAR</b>																
<p>7. Determinar la geometría molecular de cada de las siguientes especies a partir de las estructuras de Lewis: (VER ANEXO # 5 instrumento número cinco, empleado para evidenciar el progreso conceptual)</p> <p><b>CONVENCIONES</b></p> <p>BP: bipirámide</p> <p>A: angular</p> <p>P: piramidal</p> <p>TR: trigonal</p> <p>T: tetraédrica</p> <p>L: lineal</p> <p>CP: cuadrada planar</p>		PCl <sub>5</sub>	PH <sub>2</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O	NF <sub>3</sub>	CCl <sub>4</sub>											
	1	BP	A	A	P	T											
	2	BP	A	A	TR	T											
	3	BP		A	P												
	4	BP	A	A	TR	T											
	5																
	6																
	7																
	8	BP	A	A	P	T											
	9	BP	L	A	P	CP											
	10																
11																	
	<b>9.</b>																
<p>9. Lewis estableció la regla del octeto como la tendencia de los átomos a formar compuestos, en los que se adquiere una configuración electrónica estable. Escribe la representación de Lewis de las siguientes sustancias y diga si alguna de ellas no cumple la regla ¿por qué?:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">SUSTANCIA</th> <th style="width: 50%;">REPRESENTACION DE LEWIS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H<sub>2</sub></td> <td></td> </tr> <tr> <td>BCl<sub>3</sub></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NCl<sub>3</sub></td> <td></td> </tr> <tr> <td>BeCl<sub>2</sub></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	SUSTANCIA	REPRESENTACION DE LEWIS	H <sub>2</sub>		BCl <sub>3</sub>		NCl <sub>3</sub>		BeCl <sub>2</sub>		1	<p>H<sub>2</sub> no cumple porque no tiene 8 electrones.</p> <p>BCl<sub>3</sub> no cumple porque no cumple los 8 electrones de valencia.</p> <p>BeCl<sub>2</sub> no cumple porque no tiene los 8 electrones en la última capa de valencia.</p> <p>PCl<sub>5</sub> no cumple porque tiene octeto expandido</p>					
	SUSTANCIA	REPRESENTACION DE LEWIS															
	H <sub>2</sub>																
	BCl <sub>3</sub>																
	NCl <sub>3</sub>																
BeCl <sub>2</sub>																	
2	NR																
3	<p>BCl<sub>3</sub> no cumple tiene menos de un octeto</p> <p>BeCl<sub>2</sub> no cumple tiene menos de un octeto</p>																
4	<p>H<sub>2</sub> menos de un octeto</p> <p>BCl<sub>3</sub> menos de un octeto</p> <p>BeCl<sub>2</sub> menos de un octeto</p>																
5	PCl <sub>5</sub> no cumple porque tiene octeto expandido																

$\text{SCl}_2$	
$\text{PCl}_5$	
$\text{CO}_2$	

NOTA: las representaciones de Lewis se pueden observar en el anexo # 5 instrumento número cinco, empleado para evidenciar el progreso conceptual.

10. A veces, moléculas similares tienen polaridad muy diferente. Explica por qué el  $\text{BeCl}_2$  es apolar mientras que el  $\text{SCl}_2$  es polar y por qué el  $\text{BCl}_3$  es apolar mientras que el  $\text{NCl}_3$  es polar.

6	NR
7	NP
8	$\text{H}_2$ tiene menos de un octeto $\text{BCl}_3$ tiene menos de un octeto $\text{BeCl}_2$ tiene menos de un octeto $\text{PCl}_5$ tiene octeto expandido
9	NR
10	NR
11	$\text{H}_2$ es una excepción ya que es un átomo terminal $\text{BCl}_3$ no por ser menos de un octeto $\text{BeCl}_2$ no por ser menos de un octeto $\text{PCl}_5$ no, mas de un octeto
<b>10. EXPLICACIÓN</b>	
1	$\text{BeCl}_2$ es apolar porque el Cl va al Be entonces se cancela, el $\text{SCl}_2$ es polar porque tiene pares libres entonces no se puede cancelar, por esta razón el $\text{BCl}_3$ es apolar porque se vuelve a cancelar, el $\text{NCl}_3$ es polar porque quedan pares libres y eso hace que sea imposible cancelarlos.
2	Porque uno presenta gran similitud y el otro no.
3	Por los pares de electrones libres
4	El $\text{SCl}_2$ es polar porque tiene 2 pares libres (tiene resultantes) $\text{NCl}_3$ es polar, tienen un par libre (tiene resultantes)
5	$\text{BeCl}_2$ es apolar porque se cancelan, el $\text{SCl}_2$ es polar porque tienen dos pares libres. El $\text{BCl}_3$ es apolar porque se cancelan, el $\text{NCl}_3$ es polar porque tienen un par libre.
6	NR
7	NP
8	$\text{BeCl}_2$ es apolar gracias a que se cancela su polaridad con el Cl. $\text{SCl}_2$ polar gracias a que tiene pares de electrones libre. $\text{BCl}_2$ apolar se cancela la polaridad con el Cl. $\text{NCl}_3$ polar gracias al par libre de electrones.
9	Se puede observar en el $\text{BeCl}_2$ no tiene electrones para que la polaridad

		fluya mientras que en $SCl_2$ si puede fluir.													
	<b>10</b>	NR													
	<b>11</b>	Explica a partir de vectores resultantes.													
		O - O	Na-Mg	O-Na	O-Cl										
<p><b>12. Determina el tipo de enlace que se da cuando se combinan entre sí de los siguientes elementos.</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SUSTANCIA</th> <th>TIPO DE ENLACE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O-O</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Na-Mg</td> <td></td> </tr> <tr> <td>O-Na</td> <td></td> </tr> <tr> <td>O-Cl</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>CONVENCIONES</b></p> <p>C: covalente I: iónico M: metálico</p>	SUSTANCIA	TIPO DE ENLACE	O-O		Na-Mg		O-Na		O-Cl		<b>1</b>	C	M	I	C
	SUSTANCIA	TIPO DE ENLACE													
	O-O														
	Na-Mg														
	O-Na														
	O-Cl														
	<b>2</b>	C	I	C	C										
	<b>3</b>	C	M	I	C										
	<b>4</b>	C	I	I	C										
	<b>5</b>	C	M	I	C										
	<b>6</b>	C	M	I	C										
<b>7</b>	NP	NP	NP	NP											
<b>8</b>	C	M	I	C											
<b>9</b>	C	M	I	P											
<b>10</b>	NR	NR	NR	NR											
<b>11</b>	C	I	I	C											

**Nota: los puntos 7, 8, 11 y 13, pueden observarse en el anexo # 5 instrumento número cinco, empleado para evidenciar el progreso conceptual.**

Enfocados en evidenciar el posible progreso conceptual, se realiza el análisis del último instrumento, el cual permite evidenciar de manera general que los estudiantes logran identificar los enlaces químicos y los conceptos que hacen parte de este, así mismo inferir y establecer comparaciones entre compuestos similares pero con propiedades químicas diferentes. Es así como el análisis de este material se enfoca específicamente en las fuerzas intramoleculares, geometría molecular y las teorías de enlace, puesto que a partir de estos contenidos podremos identificar el posible progreso conceptual luego de haber realizado la intervención en el aula.

A continuación se presenta un esquema que facilita el análisis del posible progreso conceptual de los estudiantes.

Representación de Lewis		$\text{:}\ddot{\text{W}}\text{:}\ddot{\text{Y}}\text{:}\ddot{\text{W}}\text{:}$ (1,3,5,6,8,9 y 11) 63%	$\text{:}\ddot{\text{W}}\text{:}\overset{\text{xx}}{\ddot{\text{Y}}}\text{:}\ddot{\text{W}}\text{:}$ (2 y 4) 18%
		$\text{:}\ddot{\text{W}}\text{:}\overset{\text{x}}{\ddot{\text{Y}}}\text{:}\ddot{\text{W}}\text{:}$ (10) 9%	$\text{:}\ddot{\text{W}}\text{:}\overset{\text{xx}}{\ddot{\text{Y}}}\text{:}\ddot{\text{W}}\text{:}$ (ninguno)
Carácter iónico		<b>LX</b> (ninguno)	<b>JL</b> (ninguno)
		<b>YJ</b> (ninguno)	<b>YX</b> (1,2,3,4,5,6,8,9,10 y 11) 90%
Electronegatividad		<b>LY</b> (ninguno)	<b>JL</b> (1,2,3,4,5,6,8,9,10 y 11) 90%
	Carácter covalente	<b>YX</b> (ninguno)	<b>YJ</b> (ninguno)
Enlace iónico		<b>KCl</b> (1,2,3,4,5,6,8,9 y 11) 81%	
		<b>CaO</b> (1,3,5,6,8,9 y 11) 63%	
Enlace Covalente	Polar	<b>O-Na</b> (1,3,5,6,8,9 y 11) 63%	
		<b>NO<sub>2</sub></b> (1,2,3,4,5,6,8,9,11) 81%	
	Apolar	<b>H<sub>2</sub>O</b> (1,2,3,4,5,6,8,9,11) 81%	
		<b>CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub></b> (1,2,3,4,5,6 y 8) 63%	
	<b>Br<sub>2</sub></b> (1,2,3,4,5,6,8,9 y 11) 81%		
Enlace metálico		<b>Na-Mg</b> (1,3,5,6,8 y 9) 54%	
Geometría molecular		<b>PCl<sub>5</sub></b> <b>Bipiramidal</b> (1,2,3,4,8 y 9) 54%	
		<b>PH<sub>2</sub><sup>-</sup></b> <b>Angular</b> (1,2,4 y 8) 36%	
		<b>H<sub>2</sub>O</b> <b>Angular</b> (1,2,3,4,8 y 9) 54%	
		<b>NF<sub>3</sub></b> <b>Trigonal/piramidal</b> (1,2,3,4,8 y 9) 54%	
		<b>CCl<sub>4</sub></b> <b>Tetraédrica</b> (1,2,3,4 y 8) 45%	
Menos de un octeto		<b>H<sub>2</sub></b> (1,4,8 y 11) 36%	
		<b>BCl<sub>3</sub></b> (1,3,4,8 y 11) 45%	
	<b>BeCl<sub>2</sub></b> (1,3,4,8 y 11) 45%		
Octeto expandido		<b>PCl<sub>5</sub></b> (1,5,8 y 11) 36%	

Esquema 8. Resultados observados en la aplicación del Instrumento para el estudio e identificación del progreso conceptual.

#### 4.8. Matriz de categorización de los medios de recolección de la información, para evidenciar el progreso conceptual.

A continuación se muestran las categorías que se pudieron deducir luego del análisis de los instrumentos 4 y 5, y la información que dieron los y las estudiantes, para realizar dicha categorización.

##### Matriz 2. Categorización de la información obtenida en los instrumentos.

CATEGORIAS	TEXTO
Enlace iónico	<p>1. <i>“El Na perdió electrones y se los dio al F (...)”.</i>  <i>“Transferencia de electrones (...)”</i></p> <p>2. <i>“Debido que este es propio de metal y no metal y hay interacción de electrones. (...)”</i>  <i>“Transferencia de electrones (...)”</i></p> <p>3. <i>“Es un enlace entre un metal y un no metal. (...)”.</i>  <i>“Enlace iónico: metal – no metal”</i>  <i>“Transferencia de electrones (...)”</i></p> <p>4. <i>“Es un enlace entre un metal y un no metal. (...)”</i>  <i>“Transferencia de electrones”</i></p> <p>5. <i>“Le dona electrones. (...)”.</i>  <i>“Transferencia de electrones”</i></p> <p>8. <i>“El flúor le roba al sodio un electrón del último nivel de energía y así el flúor logra cumplir la ley del octeto y el sodio también gracias a que se da la transferencia de electrones es un compuesto iónico. (...)”</i>  <i>“Transferencia de electrones”</i></p> <p>9. <i>“Es unión no metal – metal y el metal pierde un electrón de valencia. (...)”.</i></p>

	<p><i>“Transferencia de electrones”</i></p> <p><b>11.</b> <i>“No comparten electrones sino que les roba. (...)”</i></p> <p><i>“Transferencia de electrones”</i></p>
<p><b>Enlace covalente apolar</b></p>	<p><b>1.</b> <i>“Son el mismo elemento y es covalente apolar porque están compartiendo (...)”</i></p> <p><i>Comparten electrones (...)”</i></p> <p><b>2.</b> <i>“Debido a que es entre átomos no metálicos, es apolar debido a que son los mismos átomos. (...)”</i></p> <p><i>Comparten electrones (...)”</i></p> <p><b>3.</b> <i>“Comparten electrones y son del mismo elemento. (...)”</i></p> <p><i>Comparten electrones (...)”</i></p> <p><b>8.</b> <i>“Comparten sus electrones para lograr cumplir la ley del octeto y son el mismo elemento (...)”</i></p> <p><i>Comparten electrones (...)”</i></p> <p><b>9.</b> <i>“Son el mismo elemento y están compartiendo electrones (...)”</i></p> <p><b>11.</b> <i>“Comparten electrones (...)”</i></p>
<p><b>Enlace covalente polar</b></p>	<p><b>1.</b> <i>“Están compartiendo y el enlace se da entre diferentes elementos. (...)”</i></p> <p><i>“comparten electrones (...)”</i></p> <p><b>2.</b> <i>“comparten electrones (...)”</i></p> <p><b>3.</b> <i>“Están compartiendo electrones, son distinto elemento y son no metales (...)”</i></p> <p><i>“comparten electrones (...)”</i></p> <p><b>4.</b> <i>“comparten electrones (...)”</i></p> <p><b>5.</b> <i>“Comparten electrones y es polar porque son diferentes elementos (...)”</i></p> <p><i>“comparten electrones (...)”</i></p> <p><b>8.</b> <i>“Gracias a que los dos hidrógenos se unen con el oxígeno para que el oxígeno logre cumplir con la ley del octeto y porque son diferentes elementos. (...)”</i></p> <p><i>“comparten electrones (...)”</i></p> <p><b>9.</b> <i>“Son diferentes elementos y están compartiendo los electrones. (...)”</i></p> <p><i>“comparten electrones (...)”</i></p> <p><b>11.</b> <i>“Comparten pero no son un mismo elemento. (...)”</i></p>

	<p><i>“comparten electrones (...)”</i></p>
<p><b>Enlace metálico</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>“Forman una nube de electrones (...)”</i></li> <li>2. <i>“Se da entre metales (...)”</i></li> <li>4. <i>“Son un montón de átomos juntos. (...)”</i></li> <li>5. <i>“Forman una nube de electrones (...)”</i></li> <li>8. <i>“Gracias a que los electrones se mueven libremente. (...)”</i></li> <li>9. <i>“Los electrones no están bien sujetos a su núcleo. Están aglomerados (...)”</i></li> <li>11. <i>“Apartan sus electrones a capas externas. (...)”</i></li> </ol>
<p><b>Regla del octeto</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>“Los átomos se unen para encontrar un equilibrio, formar moléculas y cumplir con la ley del octeto (...)”</i></li> <li>2. <i>“Debido a la atracción presente por las cargas, por la necesidad de completar la ley del octeto. (...)”</i></li> <li>3. <i>“Para lograr alcanzar la ley del octeto, también se unen para alcanzar la configuración electrónica de los gases nobles (...)”</i></li> <li>8. <i>“Para que algunos elementos logren cumplir con la ley del octeto uniéndose con algunos elementos, donando sus electrones y así formando compuestos covalentes, iónicos y metálicos. (...)”</i></li> <li>11. <i>“Para lograr conseguir ocho en su último nivel (ley del octeto) (...)”</i></li> </ol>
<p><b>Menos de un octeto / Octetos expandidos</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>“H<sub>2</sub> no cumple porque no tiene 8 electrones. BCl<sub>3</sub> no porque no cumple los 8 electrones de valencia. BeCl<sub>2</sub> no porque no tiene los 8 electrones en la última capa de valencia. PCl<sub>5</sub> no cumple porque tiene octeto expandido (...)”</i></li> <li>3. <i>“BCl<sub>3</sub> no cumple tiene menos de un octeto BeCl<sub>2</sub> no cumple tiene menos de un octeto (...)”</i></li> <li>4. <i>“H<sub>2</sub> menos de un octeto BCl<sub>3</sub> menos de un octeto BeCl<sub>2</sub> menos de un octeto (...)”</i></li> <li>5. <i>“PCl<sub>5</sub> no cumple porque tiene octeto expandido (...)”</i></li> <li>8. <i>“En algunos casos puede que tengan menos de un octeto como el hidrogeno y en otros un octeto expandido como el xenón, kriptón, etc. (...)”</i></li> </ol> <p><i>“H<sub>2</sub> tiene menos de un octeto BCl<sub>3</sub> tiene menos de un octeto BeCl<sub>2</sub> tiene menos de un octeto PCl<sub>5</sub> tiene octeto expandido (...)”</i></p>

	<p>11. “<math>\text{BCl}_3</math> no por ser menos de un octeto  <math>\text{BeCl}_2</math> no por ser menos de un octeto  <math>\text{PCl}_5</math> no, mas de un octeto (...)”</p>
<p><b>¿Por qué se unen los átomos?  Estabilidad/equilibrio</b></p>	<p>1. “Los átomos se unen para encontrar un equilibrio (...)”</p> <p>5. “Para poder quedar estables (...)”</p> <p>6. “Para estabilizar y formar nuevos compuestos (...)”</p> <p>9. “Para formar nuevos compuestos y que los elementos busquen una estabilidad (...)”</p> <p>11. “para estar estable como un gas noble (...)”</p>

Al comparar las categorías iniciales que arrojaron los medios de recolección de significados previos, Tablas 1, 2 y 3: con las establecidas luego del análisis de los instrumentos del progreso conceptual registrados en las Tablas 4 y 5: encontramos que surgen nuevas categorías como las de los tipos de enlace iónico, metálico, covalente polar y apolar, así mismo, como las excepciones a la regla del octeto lo que deja entrever que hay un progreso en cuanto a la comprensión de los conceptos, pues hay una mayor elaboración del discurso, en tanto logran interpretar y argumentar las relaciones que se establecen entre los electrones y los átomos en general, bien sea haciendo uso o no de las nominaciones apropiadas.

Es de resaltar que para este posible progreso conceptual, se hizo necesario contar con subsumidores relevantes, que permitieran el anclaje de los nuevos conocimientos, entre los que se encuentran, en primera instancia los modelos atómicos y las propiedades del átomo, subsumidores que fueron identificados en la indagación de significados previos, y en segunda instancia las propiedades periódicas como energía de ionización y electronegatividad, así mismo como la clase de átomos que se unen y la forma como se clasifica la materia los cuales necesitaron de una precisión y aclaración por parte del docente. Al contar los participantes con dichos conocimientos se facilitó la interacción entre el conocimiento previamente establecido en su estructura cognitiva con la nueva información, ampliándose de esta manera el modelo mental, debido a la adquisición de nuevos elementos.

#### 4.9. Estudio del progreso conceptual a partir de la contrastación de los momentos uno y tres.

Después del análisis de los medios de recolección de la información del primer momento de indagación de conocimiento antecedente y del tercer momento, posterior a la intervención en el aula, se elabora la siguiente tabla, la cual permite evidenciar el posible progreso conceptual con respecto a los enlaces químicos.

**Tabla 6. Información del progreso conceptual de los y las estudiantes a partir de la contrastación de los instrumentos del primer y tercer momento.**

MOMENTOS	Estudiante (1)	Estudiante (4)	Estudiante (8)	Estudiante (11)
Indagación de ideas previas.	<p><b>¿Por qué se unen los átomos?</b></p> <p>Para poder formar nuevos elemento. Se unen con el que mas sean compatibles y tenga parecidos.</p> <p>Dependiendo de la energía que tengan hay o no compatibilidad. También dependiendo de cuantos electrones necesite para completar el último nivel. Los que se unen es porque son compatibles.</p>	<p><b>¿Por qué se unen los átomos?</b></p> <p>Por los electrones.</p> <p>Porque en la naturaleza hay átomos que son incompatibles o se atraen para formar compuestos.</p>	<p><b>¿Por qué se unen los átomos?</b></p> <p>Para formar compuestos y tener una nivelación de electrones y protones.</p>	<p><b>¿Por qué se unen los átomos?</b></p> <p>Por el aumento de energía y para completar su ultimo nivel de valencia</p> <p>Las atracciones por polaridades energéticas ya que el neón tiene su último nivel de valencia lleno.</p> <p>Atracción por poder completar sus campos</p>
	<p><b>¿Por qué se unen los átomos?</b></p> <p>Los átomos se unen para encontrar un equilibrio, formar moléculas y cumplir con la ley del octeto y esto sucede porque tienen características que</p>	<p><b>¿Por qué se unen los átomos?</b></p> <p>Para quedar estable en su ultimo nivel de energía, formar nuevos compuestos, porque algunos se atraen.</p>	<p><b>¿Por qué se unen los átomos?</b></p> <p>Para que algunos elementos logren cumplir con la ley del octeto uniéndose con algunos elementos, donando sus electrones y así formando</p>	<p><b>¿Por qué se unen los átomos?</b></p> <p>Para lograr conseguir ocho en su ultimo nivel (ley del octeto), para formar nuevos compuestos, para estar estable como un gas noble.</p>

<p><b>Estudio del progreso del conocimiento</b></p>	<p>hacen que se unan.</p>	<p>compuestos covalentes, iónicos y metálicos. En algunos casos puede que tengan menos de un octeto como el hidrogeno y en otros un octeto expandido como el xenón, kriptón, etc.</p>	
<p><b>¿Cual es el tipo de enlace que se presenta en los siguientes compuestos?</b></p>	<p><b>¿Cual es el tipo de enlace que se presenta en los siguientes compuestos?</b></p>	<p><b>¿Cual es el tipo de enlace que se presenta en los siguientes compuestos?</b></p>	<p><b>¿Cual es el tipo de enlace que se presenta en los siguientes compuestos?</b></p>
<p><b>F<sub>2</sub>:</b> Covalente apolar, son el mismo elemento y es covalente apolar porque están compartiendo.  Comparten electrones</p>	<p><b>F<sub>2</sub>:</b> Covalente apolar Son dos metales del mismo elemento.  Comparten electrones</p>	<p><b>F<sub>2</sub>:</b> Covalente apolar Comparten sus electrones para lograr cumplir la ley del octeto y son el mismo elemento.  Comparten electrones</p>	<p><b>F<sub>2</sub>:</b> Covalente polar Comparten electrones y van a un mismo lado.  Comparten electrones</p>
<p><b>NaCl:</b> Iónico El Na perdió electrones y se los dio al F a. Transferencia de electrones.</p>	<p><b>NaCl:</b> iónico es un enlace entre un metal y un no metal.  Transferencia de electrones</p>	<p><b>NaCl:</b> iónico el flúor le roba al sodio un electrón del último nivel de energía y así el flúor logra cumplir la ley del octeto y el sodio también gracias a que se da la transferencia de electrones es un compuesto iónico.  Transferencia de electrones.</p>	<p><b>NaCl:</b> iónico No comparten electrones sino que les roba.  Transferencia de electrones.</p>
<p><b>Lamina de cobre (Cu):</b> Metálico Forman una nube de electrones sin formar nada.  H<sub>2</sub>O: covalente polar, están compartiendo y el enlace se da entre diferentes elementos. comparten electrones.</p>	<p><b>Lamina de cobre (Cu):</b> Metálico, son un montón de átomos juntos. .  H<sub>2</sub>O: covalente polar, los dos átomos de afuera comparten los electrones y no todos los átomos son iguales. Comparten electrones.</p>	<p><b>Lamina de cobre (Cu):</b> Metálico, gracias a que los electrones se mueven libremente.</p>	<p><b>Lamina de cobre (Cu):</b> Metálico apartan sus electrones a capas externas.</p>
		<p><b>H<sub>2</sub>O:</b> covalente polar, gracias a que los dos hidrógenos se unen con el</p>	

<p><b>Excepciones de la regla del octeto</b></p>	<p><b>Excepciones de la regla del octeto</b></p>	<p>oxígeno para que el oxígeno logre cumplir con la ley del octeto y porque son diferentes elementos. Comparten electrones.</p>	<p><b>Excepciones de la regla del octeto</b></p>
<p><math>H_2</math> no cumple porque no tiene 8 electrones.  <math>BCl_3</math> no porque no cumple los 8 electrones de valencia.  <math>BeCl_2</math> no porque no tiene los 8 electrones en la última capa de valencia.  <math>PCl_5</math> no cumple porque tiene octeto expandido</p>	<p><math>H_2</math> menos de un octeto  <math>BCl_3</math> menos de un octeto  <math>BeCl_2</math> menos de un octeto</p>	<p>Excepciones de la regla del octeto  <math>H_2</math> tiene menos de un octeto  <math>BCl_3</math> tiene menos de un octeto  <math>BeCl_2</math> tiene menos de un octeto  <math>PCl_5</math> tiene octeto expandido</p>	<p><math>H_2</math> es una excepción ya que es un átomo terminal  <math>BCl_3</math> no por ser menos de un octeto  <math>BeCl_2</math> no por ser menos de un octeto  <math>PCl_5</math> no, mas de un octeto</p>
<p>Comparación en la polaridad de las moléculas</p>	<p>Comparación en la polaridad de las moléculas</p>	<p>Comparación en la polaridad de las moléculas</p>	<p>Comparación en la polaridad de las moléculas</p>
<p><math>BeCl_2</math> es apolar porque el Cl va al Be entonces se cancela, el <math>SCl_2</math> es polar porque tiene pares libres entonces no se puede cancelar, por esta razón el <math>BCl_3</math> es apolar porque se vuelve a cancelar, el <math>NCl_3</math> es polar porque quedan pares libres y eso hace que sea imposible cancelarlos.</p>	<p>El <math>SCl_2</math> es polar porque tiene 2 pares libres (tiene resultantes)  <math>NCl_3</math> es polar, tienen un par libre (tiene resultantes)</p>	<p><math>BeCl_2</math> es apolar gracias a que se cancela su polaridad con el Cl.  <math>SCl_2</math> polar gracias a que tiene pares de electrones libre.  <math>BCl_2</math> apolar se cancela la polaridad con el Cl.  <math>NCl_3</math> polar gracias al par libre de electrones.</p>	<p><math>BeCl_2</math> es apolar gracias a que se cancela su polaridad con el Cl.  <math>SCl_2</math> polar gracias a que tiene pares de electrones libre.  <math>BCl_2</math> apolar se cancela la polaridad con el Cl.  <math>NCl_3</math> polar gracias al par libre de electrones.</p>

## 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

En el marco de las teorías de Aprendizaje Significativo de David Ausubel, y la Teoría de los Modelos Mentales de Jhonson-Laird, se desarrolla un análisis de la información recolectada por medio de los instrumentos de indagación, empleados en el primer y tercer momento, de lo cual se puede concluir que:

- A partir de las representaciones expresadas por los y las estudiantes, se muestra que los subsumidores relevantes son facilitadores en la adquisición de un aprendizaje significativo del concepto de enlace químico, y éstos son: modelos atómicos, electronegatividad, electrones y estabilidad a partir de la regla del octeto de Lewis y la consideración de excepciones, pues estos son necesarios para que el nuevo conocimiento sea relacionable a la estructura cognitiva del aprendiz de manera no arbitraria y no literal.
- A partir de los instrumentos uno y dos se puede concluir que los estudiantes de la muestra relacionan la unión de los átomos con la necesidad de contar en su último nivel de energía con ocho electrones y posteriormente ampliado con la tendencia general de los átomos a enlazarse con el propósito de adquirir la configuración electrónica de los elementos más estables.
- Se puede confirmar la adquisición de un aprendizaje proposicional en algunos estudiantes, en tanto no se quedan con el aprendizaje de significados o palabras aisladas, sino que logran extraer de un enunciado el significado de ideas en forma de proposiciones, pues logran inferir los tipos de enlaces químicos sin ser nominadas de manera explícita en el texto.
- Se pueden inferir algunos rasgos de aprendizaje subordinado derivativo en tanto el material aprendido sobre las fuerzas intramoleculares, es entendido como un

ejemplo concreto de un concepto ya establecido en la estructura cognitiva, o apenas corrobora o ilustra una proposición general, previamente aprendida.

- Como evidencia de un progreso conceptual se identifican algunas características de aprendizaje superordenado puesto que partiendo de un concepto más completo, como el de enlace químico logran establecer relaciones con conceptos subordinados a este, tales como enlace iónico, metálico, covalente polar y apolar.
- En general los estudiantes logran comprender la estabilidad de los átomos no solo con la ocupación de ocho electrones en su último nivel de energía, sino también con las excepciones como menos de un octeto u octetos expandidos.
- Basados en las formas como los y las estudiantes argumentan sus respuestas en los últimos instrumentos de indagación, se evidencia una mejor elaboración del lenguaje, lo que puede ser un indicador del refinamiento de las representaciones proposicionales, que tienen sobre los enlaces químicos.
- La relación entre los electrones en los enlaces iónico y covalente son los que los estudiantes más comprenden y reconocen ya que los modelos conceptuales, específicamente las imágenes que se manejan en los libros de texto son más explícitas, lo cual propicia que los estudiantes tengan una mejor elaboración en sus modelos mentales, a diferencia del enlace metálico que no cuentan con la suficiente ilustración.

## 5.2. Recomendaciones

- Trabajar en detectar los conocimientos previos, como un material necesario para considerar estrategias de enseñanza, bien grupales o en algunos casos individuales.
- Procurar no basarse o ceñirse a la representación del octeto, más bien ubicarse en configuración de gas noble.
- Si se hace uso de forma inicial de lenguaje más coloquial, recordemos que una de nuestras metas es poseer un lenguaje científico.

- Generar compromisos filiales estudiante-profesor, que facilitan el cumplimiento de ambas partes.
- Ir paso a paso revisando la solidez de lo aprehendido.
- Realizar una adecuada socialización de los resultados de investigación
- Para el aprendizaje de los enlaces químicos se precisa tener un conocimiento y manejo adecuado de la tabla periódica en la diferenciación entre los elementos metálicos y no metálicos, así mismo como de las propiedades periódicas.
- Es necesario tener en cuenta las representaciones que expresan los estudiantes sobre los enlaces químicos porque es a partir de estas que se anclan los nuevos conocimientos. Así mismo, las imágenes a utilizar para abordar el tema de los enlaces químicos, deben ser lo suficientemente explícitas.
- Se hace necesario la elaboración de prácticas de laboratorio que permita a los y las estudiantes vivenciar los conceptos trabajados en el aula en otros contextos.
- La utilización de software sobre la modelación de enlaces químicos permite a los estudiantes la comprensión de aspectos tan abstractos como lo son la longitud de enlace, el momento dipolar y la geometría molecular.

## 6. Bibliografía

- DE POSADA, José María. Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. Revista enseñanza de las ciencias. Vol. 17. n° 2. Jun 1999. Pág. 227-245
- CHANG, Raymond. Química, novena edición. Enlace químico I, conceptos básicos. Capítulo 9 McGraw-Hill interamericana.
- ESCUDERO, Consuelo y MOREIRA, Marco Antonio. La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. Revista enseñanza de las ciencias. Vol. 17. n° 1. Jun 1999. Pág. 61-68
- GALAGOVSKY, Lydia R. RODRIGUEZ, María Alejandra, STAMATI, Nora Y MORALES, Laura F. Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. Revista enseñanza de las ciencias Vol. 21. n° 1. Mar. 2003. Pág. 107-121.
- GARCIA Franco, Alejandra y GARRITZ RUIZ, Andoni. Desarrollo de una unidad didáctica: El estudio del enlace químico en el bachillerato. Revista enseñanza de las ciencias. Vol. 24. n° 1. Mar. 2006. Pág. 11-124.
- JORBA, Jaume y SANMARTÍ, Neus. Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas. Barcelona. Ministerio de educación y cultura. 1994. Pág. 313-319p.
- LATORRE, BELTRÁN Antonio, IGEA, Delio del Rincón Y AGUSTÍN, Arnal justo. Bases metodológicas de la investigación educativa. Pág. 237. 1996.
- MARTÍNEZ, M Miguel. La investigación cualitativa etnográfica en educación. Manual teórico-práctico. 3ª ed. México: trillas, 1998.

- MATUS LEITES, Liliana; BENARROCH BENARROCH, Alicia y PERALES PALACIOS, Francisco Javier. Imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. Revista enseñanza de las ciencias. Vol. 26. nº 2. Jun. 2008. Pág. 153-176.
- MOREIRA, M.A, Greca I. M. Modelos Mentales y Modelos Conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 2. nº 3. 2002. Pág. 36-56.
- MOREIRA, Marco A. 2000. Aprendizaje significativo, teoría y práctica. Madrid: aprendizaje visor. 100p.
- MOREIRA, Marco A. investigación en enseñanza: aspectos metodológicos. Brasil. 1999.
- OZMEN, Haluk. Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding. Journal of Science Education and Technology, Vol. 13. nº 2. 2004. Pág. 147-159.
- Prof. Elizabeth Pabón Gelves. Escuela de Química- Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. TOPICOS EN QUIMICA – 3008989.
- RIBOLDI, Liliana; PLIEGO, Oscar y ODETTI, Hector. El enlace químico: una conceptualización poco comprendida. Revista enseñanza de las ciencias. Vol. 22. nº 2. 2004. Pág. 195-212.
- RODRIGUEZ PALMERO, María Luz. La teoría del aprendizaje significativo. Centro de Educación a Distancia (C.E.A.D.). C/ Pedro Suárez Hdez, s/n. C.P. nº 38009. 2004, Santa Cruz de Tenerife

## 7. Anexos

### A. Anexo 1. Instrumento uno de muestra empleado para indagar las ideas previas. Estudiante (1).

CIENCIAS NATURALES  
 Química  
 Grado: 10<sup>o</sup> y 11<sup>o</sup>

INSTRUMENTO DE INDAGACION DE SABERES ANTECEDENTES

El cuestionario que se presenta no es de modo alguno una evaluación que tendrá una calificación en la asignatura de química. Te pedimos que nos ayudes respondiéndolo porque queremos conocer más sobre tus ideas respecto de tal asignatura. Es por ello que te solicitamos que respondas a cada cuestión de modo sincero y reflejando lo mejor que puedas tus ideas. La encuesta es anónima, pero necesitamos que nos facilites algunos datos a fin de poder trabajar mejor. Por favor, no los omitas.

Sexo: masculino Edad: 16

Muchas gracias por tu colaboración.

Nombre: Carolina Lobo F Fecha: 10 de marzo Grado: \_\_\_\_\_

**UNA FIESTA MUY ELEMENTAL**

Todos los elementos invitados a la fiesta habían acudido, desde el más liviano el **Hidrógeno**, hasta uno de los más pesados el **Uranio**; el único metal líquido el **Mercurio**, con los del mismo estado como el **Cesio**, **Francio**, **Galio** y **Bromo**; algunos gases imperceptibles como el **Nitrógeno** y el **Oxígeno**, y otros olorosos como el **Flúor** y el **Cloro**. Era una buena ocasión para conseguir amistades o parejas.

El **Flúor** y el **cloro** eran los más activos porque al contar con 7 electrones en su última capa energética gozaban de mejores atributos físicos y químicos para llamar la atención y entrar a reaccionar; claro que también hay otros como el **cesio**, **francio**, **rubidio**, **potasio** y el **sodio** que son muy activos y que se dejan llevar con el primer acercamiento. Sin embargo, como en todas las reuniones ocurre que se forman grupos aislados, muy apáticos, estos son los apodados **gases nobles** o **inertes** (grupo VIIIA de la tabla), que no se interesan por nadie, puesto que se ufanan de ser autosuficientes por tener todo lo necesario; es decir, presentan 8 electrones en su última capa. Pero a veces al transcurrir el tiempo se empiezan a notar elementos que reaccionan con otros, para así formar una molécula, un agregado atómico. En la búsqueda de la pareja juega un papel importante la apariencia física, entendida ésta como la parte que el átomo deja ver, es decir, la parte externa; el vestido de los átomos son los electrones de valencia o electrones que están en la capa más externa y que van a participar directamente.

Aparte de la apariencia física también cuenta la "personalidad" del elemento, en este caso la **electronegatividad**. Mediante esta propiedad un elemento puede donar o transferir los electrones, como por ejemplo, los elementos del grupo IA y IIA de la tabla (Alcalinos y Alcalinotérreos). Si la electronegatividad es alta se tiene un elemento que roba o quita electrones, como los no metálicos. De esta forma tenemos que el elemento más negativo es el **flúor** con una electronegatividad de 4.

Al aumentar la energía se comienza a ver parejas de átomos. La primera es la formación de la sal común, donde el **cloro** muy negativo, con una capa de 7 electrones, "conquista" al **sodio** que es un elemento que queda positivo al entrar en contacto con él, ya que le pasa el único electrón de su capa externa para completar 8 electrones en el último nivel. En él existe transferencia de electrones desde un átomo con menor electronegatividad a uno de mayor electronegatividad; el átomo de cloro atrae fuertemente al sodio formando la sal.

Siguiendo los sucesos de la fiesta, se observa que los átomos de algunos metales se unen entre ellos mismos, formando agregados, en los que cada átomo aporta sus electrones de la capa externa o de valencia formando así, asociaciones de metales que comparten una nube electrónica común, lo que permite explicar la alta conductividad eléctrica y calorífica de los metales.

Otras parejas que se formaron fueron las de los no metales entre ellos mismos o con otros. Estos exigen igualdad de condiciones; es por eso que los átomos poseen una electronegatividad semejante, y por consiguiente los electrones son compartidos mutuamente.

Allí las electronegatividades de los miembros de la pareja son semejantes, por ejemplo en dos elementos iguales como oxígeno con oxígeno. No obstante, en otros uno domina al otro, aunque no totalmente. En este tipo un átomo es parcialmente positivo y otro parcialmente negativo, como por ejemplo el agua.

**B Anexo 2. Instrumento dos de muestra, empleado para indagar las ideas previas. Estudiante (1).**

CIENCIAS NATURALES  
Química  
Grado: 10° y 11°

ACTIVIDAD:

A partir de la lectura y de los conocimientos que usted tiene de respuesta a las preguntas que se proponen a continuación

1. Exprese mediante dibujos lo que entiende de la lectura

$\begin{matrix} +1 & & -1 \\ \text{Na} & & \text{Cl} \\ | & & | \\ \text{Na} & & \text{Cl} \end{matrix}$

$\begin{matrix} +2 & & -2 \\ \text{He} & & \\ | & & \\ \text{He} & & \end{matrix}$

$\begin{matrix} + & & - \\ \text{H}_2 & & \text{O} \\ | & & | \\ \text{H}_2 & & \text{O} \end{matrix}$

Fluor

2. ¿Cuáles son los conceptos claves involucrados en la lectura según tu criterio?

Algunos metales como cada uno tiene sus propiedades los elementos tienen electrones y de su último nivel de energía lo que da a otros elementos que que están con el electrones en su nivel pero los gases nobles o metales no necesitan de otros elementos para estar estables

3. ¿Por qué piensas que se unen los átomos?

Para poder formar nuevos elementos y se unen con el que más sean compatible y tenga similitud

4. ¿Qué es la electronegatividad?

son los elementos que pueden dar electrones mientras más metales un elemento se unen más fácil si es con un elemento con menor electronegatividad con uno de mayor electronegatividad

5. Realiza un listado de átomos metálicos y no metálicos.


metálicos- - litio - Clio - mercurio	No metálicos- - Potasio - Calcio - Hidrogeno
---	---

Has visto el tema antes-  
 Si pero no todo la lectura

### C. Anexo 3. Instrumento tres de muestra, empleado para indagar las ideas previas. Estudiante (1).

(1)

**CIENCIAS NATURALES**  
Química  
Grado: 10° y 11°



El cuestionario que se presenta no es de modo alguno una evaluación que tendrá una calificación en la asignatura de química. Te pedimos que nos ayudes respondiéndolo porque queremos conocer más sobre tus ideas respecto de tal asignatura.

Es por ello que te solicitamos que respondas a cada cuestión de modo sincero y reflejando lo mejor que puedas tus ideas.

La encuesta es anónima, pero necesitamos que nos facilites algunos datos a fin de poder trabajar mejor. Por favor, no los omitas.

Sexo: Femenino Edad: 16

Muchas gracias por tu colaboración.

**INSTRUMENTO DE INDAGACION DE SABERES ANTECEDENTES**

Nombre Catalina Uribe F Fecha: 10 de marzo Grado: \_\_\_\_\_

**Video #1: "Chemical Party".**

En el siguiente link <http://www.youtube.com/watch?v=HDw4gk5pYl8> usted podrá observar un video ilustrativo sobre los elementos químicos llamado "Chemical Party".

**Actividad: Observa el video y responde las preguntas que se proponen a continuación.**

**1. A partir de lo observado en el video realice una breve descripción de lo que sucede.**

El  $H_2 + N_2$  se atraen, el oxígeno necesita 4 de hidrogeno al tener dos electrones, los sales, cuando necesitan dos para el hidrogeno puede separarlos agua + potasio son reacciones exotermicas

**2. En el video se dan algunas situaciones entre los átomos representados por las personas ¿Por qué crees que se dan estos eventos?**

Dependiendo de la energía que tienen hay o no compatibilidad también dependiendo de cuántos electrones necesitan para completar el último nivel y los que se atraen es porque son compatibles

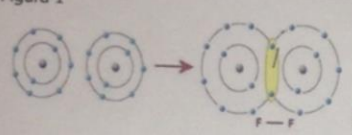
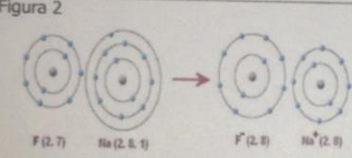
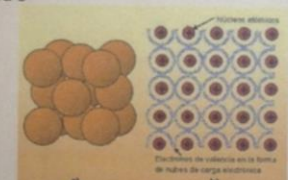
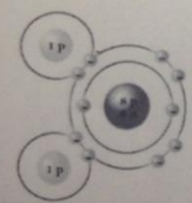
**3. ¿Qué palabras, términos o conceptos emplearías para nombrar lo que sucede entre los átomos en el video?**

Reacciones químicas

CIENCIAS NATURALES  
Química  
Grado: 10º

INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN DE SABERES ANTECEDENTES

Nombre Cristina Dibe Fiano Fecha: 1 de abril Grado: \_\_\_\_\_

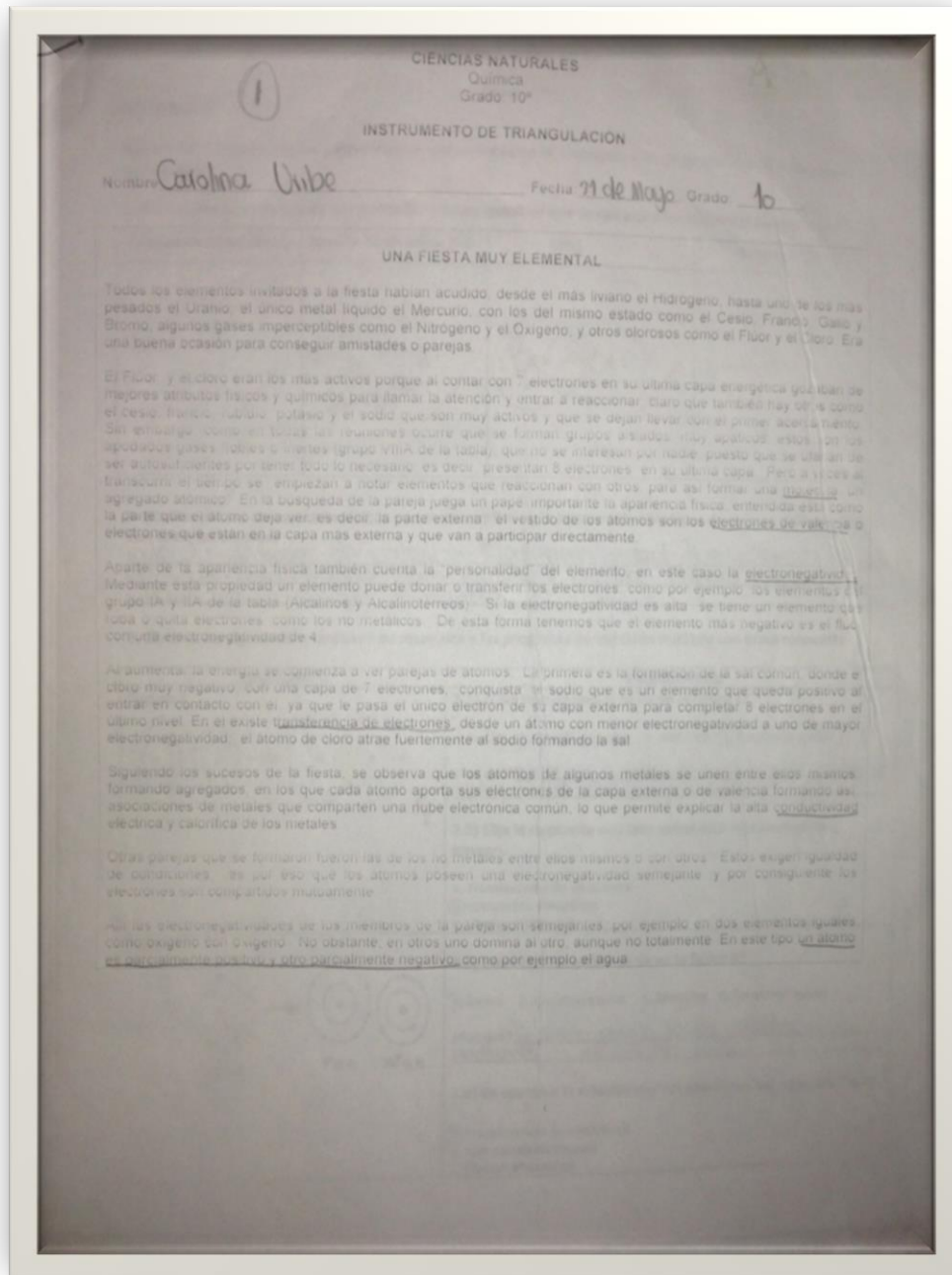
IMÁGENES	PREGUNTAS
<p>Figura 1</p> 	<p>1.) En la figura #1 se representa:</p> <p>a. Compuesto <input checked="" type="radio"/> b. Elemento c. Molécula d. átomo</p> <p>2.) Elija la respuesta que cree usted esta representando la imagen.</p> <p>a. Transferencia de electrones  <input checked="" type="radio"/> b. comparten electrones                  c. Liberan electrones</p>
<p>Figura 2</p> 	<p>3.) En la figura #2 se representa:</p> <p>a. Compuesto b. Elemento c. Mezcla d. átomo</p> <p>4.) De la imagen se puede afirmar que se dio una:</p> <p>a. Mezcla b. Reacción <input checked="" type="radio"/> c. Union d. No paso nada</p>
<p>Figura 3</p> 	<p>5.) En la figura #3 se representa:</p> <p>a. Compuesto b. Elemento <input checked="" type="radio"/> c. Molécula d. átomo</p>
<p>Figura 4</p> 	<p>6.) En la figura #4 se representa:</p> <p>a. Compuesto <input checked="" type="radio"/> b. Elemento c. átomo d. Mezcla</p> <p>7.) De la imagen se puede deducir:</p> <p>a. Transferencia de electrones                  b. comparten electrones                  c. Liberan electrones</p>

8. De las cuatro imágenes se puede decir que todas representan:

a. Reacciones químicas b. Mezclas  c. Átomos estables d. Compuestos

Justifica tu respuesta: Porque se transfieren electrones para que queden estables y sean elementos.

**D. Anexo 4. Muestra del cuarto instrumento de triangulación, para identificar el progreso conceptual. Estudiante (1).**



CIENCIAS NATURALES  
Química  
Grado: 10º



ACTIVIDAD:

A partir de la lectura y de los conocimientos que usted tiene de respuesta a las preguntas que se proponen a continuación.

1. Represente en cada una de las casillas los enlaces químicos que se dan entre los siguientes compuestos.

Cloruro de sodio (NaCl)	Lamina de aluminio (Al)	(Br <sub>2</sub> )	Amoniaco (NH <sub>3</sub> )
Na <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>			

2. ¿Cuáles son los conceptos implícitos que se desarrollan en la lectura sobre los tipos de enlaces químicos que se dan entre los átomos?

molécula - electrones de valencia - Electronegatividad - Transferencia de electrones - conductividad - átomos neutros y cargados - Enlaces covalentes - enlaces iónicos - enlaces metálicos

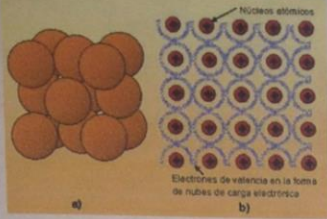
3. Observa las siguientes imágenes y de respuesta a las preguntas de selección múltiple con única respuesta

IMÁGENES	PREGUNTAS
<p>Figura 1</p> <p style="text-align: center;">F<sub>2</sub></p>	<p>3.1) ¿Qué tipo de enlace se da en la figura 1?</p> <p>a. Iónico b. Covalente polar c. Metálico <input checked="" type="radio"/> d. Covalente apolar</p> <p>¿Por qué? <u>Porque son el mismo elemento y es covalente apolar porque están compartiendo</u></p>
<p>Figura 2</p> <p style="text-align: center;">F (2, 8)    Na (2, 8, 1)    F<sup>-</sup> (2, 8)    Na<sup>+</sup> (2, 8)</p>	<p>3.2) Elija la respuesta que cree usted esta representando la imagen.</p> <p>a. Transferencia de electrones <input checked="" type="radio"/> b. comparten electrones c. Liberan electrones</p> <p>3.3) ¿Qué tipo de enlace se da en la figura 2?</p> <p><input checked="" type="radio"/> a. Iónico b. Covalente polar c. Metálico d. Covalente apolar</p> <p>¿Por qué? <u>Es iónico porque la Na perdió un electrón y se los dio al F</u></p> <p>3.4) En cuanto a la relación con los electrones se puede decir que:</p> <p><input checked="" type="radio"/> a. Transferencia de electrones b. comparten electrones c. Liberan electrones</p>

CIENCIAS NATURALES  
Química  
Grado: 10º



Figura 3



3.5) ¿Qué tipo de enlace se da en la figura 3?

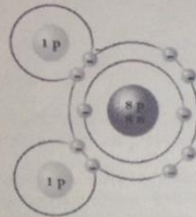
- a. Iónico   b. Covalente polar   c. Covalente apolar    d. Metálico

¿Por qué? Es metálico porque forman una nube de electrones sin formar nada

3.6) En cuanto a la relación con los electrones se puede decir que:

- a. Transferencia de electrones  
b. comparten electrones  
 c. Liberan electrones

Figura 4



3.7) ¿Qué tipo de enlace se da en la figura 4?

- a. Iónico    b. Covalente polar   c. Metálico   d. Covalente apolar

¿Por qué? Es covalente polar por que están compartiendo y el enlace se da entre diferentes elementos

3.8) De la imagen se puede deducir:

- a. Transferencia de electrones  
 b. comparten electrones  
c. Liberan electrones

4. A partir de todo lo anterior por qué cree usted que se unen los átomos

los átomos se unen para encontrar un equilibrio, forman moléculas y cumplen la ley del octeto y esto sucede porque tienen características que hacen que se unan.

E. Anexo 5. Muestra del instrumento cinco, empleado para evidenciar el progreso conceptual. Estudiante (1).

**CIENCIAS NATURALES: Química**  
Evaluación Bimestral  
Periodo II Grado: 10º

**PARTIR DEL ESQUEMA RESPONDE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS**

El radio atómico disminuye  
El radio iónico disminuye (iones isoelectrónicos)  
La energía de ionización aumenta  
La electronegatividad aumenta

El radio atómico aumenta  
El radio iónico aumenta (iones de igual carga)  
La energía de ionización disminuye  
La electronegatividad disminuye

**RESPONDA LAS PREGUNTAS 12 Y 13 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA**

La tabla presenta la electronegatividad de 4 elementos X, J, Y y L

Elemento	X	J	Y	L
Electronegatividad	4.0	1.5	0.9	1.6

12. De acuerdo con la información de la tabla, es válido afirmar que el compuesto con mayor carácter iónico es  
 A. LX      B. JL      C. YJ      **D. YX**  
 2.9      0.1      0.6      3.1

13. De acuerdo con la información de la tabla, es válido afirmar que el compuesto de mayor carácter covalente es  
 A. LY      **B. JL**      C. YX      D. YJ  
 0.7      0.1      3.1      0.6

14. Un elemento A tiene dos electrones en su última capa y otro elemento B presenta en su capa de valencia la configuración  $3s^2 3p^5$ . Si estos dos elementos se combinan entre sí, la posible fórmula del compuesto que originan será:  
 a.) AB      b.)  $A_2B$       c.)  $AB_2$       d.)  $A_3B_2$

11. Clasifique los siguientes enlaces como iónicos, covalente polar o covalente apolar:

KCl	NO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Br <sub>2</sub>	CaO	H <sub>3</sub> CCH <sub>3</sub>
iónico	covalente polar	covalente polar	covalente apolar	iónico	covalente polar

12. Determinar la geometría molecular de cada de las siguientes especies a partir de las estructuras de Lewis:

a.  $PCl_5$       b.  $PH_2^-$       c.  $H_2O$       d.  $NF_3$       e.  $CCl_4$

13. Los enlaces entre los siguientes pares de elementos son covalentes. Ordénelos de acuerdo con su polaridad, de menor a mayor.

a. H-Br      b. H-C      c. H-S      d. H-H  
 1      2      3      4

Selecciona de cada pareja de elementos:

8. el mayor tamaño atómico:  
 a. Ca y Ga      b. He y Cl      c. Ge y As      d. B y Tl

9. la mayor electronegatividad:  
 a. Br y Na      b. K y Cl      c. F y Fr      d. O y Ca

**RESPONDA LAS PREGUNTAS 10 Y 11 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA**

átomo o ión del elemento	X	Y	W
características			
numero de e <sup>-</sup>	11	6	8
numero de p <sup>-</sup>	11	6	8
numero de n	12	8	9
e <sup>-</sup> de valencia	1	4	6

10. De acuerdo con la tabla anterior, la estructura de Lewis que representa una molécula de  $YW_2$  es

A.  $W \cdot Y \cdot W$   
 B.  $W : Y : W$   
 C.  $W : Y : W$   
 D.  $W : Y : W$

11. De acuerdo con la información de la tabla, es válido afirmar que los grupos a los cuales pertenecen X y Y son respectivamente  
 A. IIA y VIA      B. VA y IVA      **C. IA y IVA**      D. IA y VIA

CIENCIAS NATURALES: Química  
Evaluación Bimestral  
Periodo II Grado: 10º

14. Lewis estableció la regla del octeto para justificar el enlace entre los átomos. Escribe la representación de Lewis de las siguientes sustancias y diga si alguna de ellas no cumple la regla ¿por qué?:

SUSTANCIA	REPRESENTACION DE LEWIS
H <sub>2</sub> : No cumple la ley porque no tiene 8 electrones	$H \cdot \cdot H$
BCl <sub>3</sub> : No porque no cumple los 8 electrones de valencia	$\begin{array}{c} : \ddot{Cl} : \\   \\ : \ddot{B} : \\   \\ : \ddot{Cl} : \end{array}$
PCl <sub>5</sub>	$\begin{array}{c} : \ddot{Cl} : \\   \\ : \ddot{P} : \\   \\ : \ddot{Cl} : \end{array}$
BeCl <sub>2</sub> : No porque no tiene los 8 electrones en la última capa de valencia	$Cl : : Be : : Cl$
SCl <sub>2</sub>	$\begin{array}{c} : \ddot{Cl} : \\   \\ : \ddot{S} : \\   \\ : \ddot{Cl} : \end{array}$
No cumple por que este tiene un octeto expandido	$\begin{array}{c} : \ddot{Cl} : \\   \\ : \ddot{P} : \\   \\ : \ddot{Cl} : \end{array}$
CO <sub>2</sub>	$O :: C :: O$

17. Determina el tipo de enlace que se da cuando se combinan entre sí átomos de los siguientes elementos. Establece la fórmula química de la sustancia que resulta.

SUSTANCIA	TIPO DE ENLACE
O-O	Covalente
Na-Mg	Metálico
O-Na	Iónico
O-Cl	Covalente

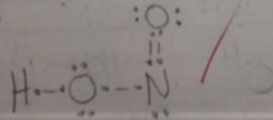
18. De acuerdo a lo experimentado en el laboratorio llena la siguiente tabla.

SUSTANCIA	Formula química	Conductividad eléctrica		Tipo de enlace
		SI	NO	
Cloruro de sodio	NaCl	X		Iónico
Azúcar	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	X	X	Covalente
Acido clorhídrico	HCl	X		Covalente
Aluminio	Al	X		Metálico
Vinagre (Acido acético)	CH <sub>3</sub> COOH	X		Covalente
plástico	(CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>		X	Covalente
Cobre	Cu	X		Metálico

15. A veces, moléculas similares tienen polaridad muy diferente. Explica por qué el BeCl<sub>2</sub> es apolar mientras que el SCl<sub>2</sub> es polar y por qué el BCl<sub>3</sub> es apolar mientras que el NCl<sub>3</sub> es polar.

- BeCl<sub>2</sub> es apolar porque el Cl va al Be entonces se cancela, el SCl<sub>2</sub> es polar porque tiene pares libres entonces no se puede cancelar por esta razón el BCl<sub>3</sub> es apolar porque se vuelve a cancelar, el NCl<sub>3</sub> es polar por que quedan pares libres y eso hace que sea imposible cancelarlos.

16. Escribe la estructura de Lewis del ácido nitroso (HNO<sub>2</sub>).



## F. Anexo 6. Práctica 1. Tabla periódica de los elementos químicos



### CIENCIAS NATURALES

#### Química

Laboratorio: Tabla Periódica y Enlaces Químicos # 1  
PERIODO II 10º

Práctica compilada por: Juan Camilo Vasco S.

### PRÁCTICA 1. TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

#### 1. OBJETIVOS

1.1 Identificar características físicas y químicas de algunos elementos químicos de la tabla periódica.

1.2 Evidenciar la reactividad de algunos elementos químicos de los grupos IA y IIA con el agua.

1.3 Identificar a través de las distintas reacciones entre los elementos químicos, la basicidad y acidez de los compuestos.

#### 2. INTRODUCCIÓN

Existe una profunda relación entre las propiedades físicas y químicas de los elementos y su ubicación en la tabla periódica.

En la práctica que se realizara, conocerá las propiedades de algunos elementos en su estado natural.

#### 2.1 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS METALES

**Metales:** se encuentran localizados en la parte izquierda y en el centro de la tabla periódica.

PROPIEDADES FÍSICAS	PROPIEDADES QUÍMICAS
<p><b>Estado de agregación.</b> Sólidos a temperatura ambiente con excepción del mercurio que es líquido.</p> <p><b>Conductibilidad.</b> Son buenos conductores de la energía calórica y eléctrica.</p> <p><b>Apariencia.</b> Presentan brillo característico llamado metálico.</p> <p><b>Ductilidad:</b> se pueden convertir en hilos.</p> <p><b>Maleabilidad:</b> se pueden extender fácilmente en láminas.</p> <p><b>Elasticidad y tenacidad:</b> son elásticos y presentan resistencia a la ruptura.</p>	<p><b>Propiedades periódicas.</b> Los metales retienen débilmente los electrones de la capa más externa, por eso los pierden en una reacción química.</p> <p><b>Reactividad.</b> La mayoría reaccionan con los no metales, principalmente con el oxígeno formando óxidos y con los halógenos formando halogenuros.</p>

<b>Color:</b> es parecido al de la plata.	
---	--

## 2.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS NO METALES

**No metales:** se encuentran situados en la parte derecha de la tabla periódica.

PROPIEDADES FÍSICAS	PROPIEDADES QUÍMICAS
<p><b>Estado de agregación.</b> A temperatura ambiente pueden ser sólidos como el carbono, líquidos como el bromo y gaseosos como el oxígeno.</p> <p><b>Apariencia.</b> Presentan variedad de colores como el bromo que es rojo, el nitrógeno incoloro, azufre amarillo.</p> <p><b>Conductibilidad térmica y eléctrica.</b> Son malos conductores de calor y de la electricidad.</p> <p><b>Ductilidad y maleabilidad.</b> No son dúctiles ni maleables; no se pueden convertir en láminas ni en hilos.</p> <p><b>Alotropía.</b> Son formas diferentes del mismo elemento en el mismo estado físico.</p>	<p><b>Propiedades periódicas.</b> Retienen con fuerza los electrones de la capa externa y tienden a atraer los electrones de otros elementos en una reacción química.</p> <p><b>Electrones en la capa externa o de valencia.</b> Tienen en su capa de valencia 4 o más electrones.</p> <p><b>Reactividad.</b> Es variable. Muy reactivos como el flúor y el oxígeno, otros no se combinan con ninguno como los gases nobles.</p>

## 3. EXPERIMENTOS

### 3.1 EXPERIMENTO 1: Tabla periódica de los elementos químicos

REACTIVOS	MATERIALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Azufre en polvo</li> <li>- Calcio</li> <li>- Carbono</li> <li>- Cobre</li> <li>- Estaño</li> <li>- Hierro</li> <li>- Magnesio en polvo o cinta</li> <li>- Potasio metálico</li> <li>- Sodio metálico</li> <li>- Zinc en granallas</li> <li>- Aluminio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espátula</li> <li>- Hoja de papel</li> <li>- Pinza para crisol</li> </ul>

### PROCEDIMIENTO

- Coloca muestras de 0.5g de cada uno de los elementos sobre una hoja de papel y observa sus propiedades físicas: color, brillo, estabilidad al aire, consistencia etc. Tenga

precaución de no manipular directamente con las manos el sodio y el potasio.

- Comprueba con ayuda de la tabla periódica, que tú lista tiene semejanzas

con la clasificación periódica de los elementos químicos.

- Forma diferentes grupos con las muestras teniendo en cuenta sus semejanzas.

### 3.2 EXPERIMENTO 2: Reactividad de algunos metales con el agua

REACTIVOS	MATERIALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agua</li> <li>- Fenolftaleína</li> <li>- Calcio metálico</li> <li>- Potasio metálico</li> <li>- Sodio metálico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tubos de ensayo</li> <li>- Vasos de precipitado</li> </ul>

#### PROCEDIMIENTO

- En tres tubos de ensayo o vasos de precipitado coloca 1 mL de agua.

- Una vez terminada la reacción, adiciona a cada tubo 2 gotas de fenolftaleína y observa.

- Adiciona a cada tubo pequeñas muestras de sodio, potasio y calcio. Agita suavemente.

### 3.3 EXPERIMENTO 3: Magnesio y agua

REACTIVOS	MATERIALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agua</li> <li>- Fenolftaleína</li> <li>- Magnesio en polvo o en cinta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuchara de combustión</li> <li>- Mechero</li> <li>- Vaso de precipitado de 50 mL</li> <li>- Pinza para crisol</li> </ul>

#### PROCEDIMIENTO

- Corta un pedazo de cinta de magnesio de 3 cm aproximadamente y retira el óxido que la recubre. Si lo que tienes es magnesio en polvo pesa 0.5 g.

- En un vaso de precipitado coloca 10 mL de agua.

- Con la pinza toma por un extremo la cinta y llévala a la llama del mechero, hasta que se prenda. Observa la luz emitida.

- Deja caer los residuos o cenizas dentro del vaso de precipitado con agua. Agita suavemente para que las cenizas se disuelvan.

- Añade a la solución 3 gotas de fenolftaleína y agita. Observa.

**3.4 EXPERIMENTO 4: acidez y basicidad**

<b>REACTIVOS</b>	<b>MATERIALES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Cloruro de potasio</li><li>- Yoduro de potasio</li><li>- Bromuro de potasio</li><li>- Nitrato de plata</li><li>- Hidróxido de amonio</li><li>- Ácido sulfúrico</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ocho tubos de ensayo</li><li>- Pipeta</li><li>- Papel tornasol</li></ul>

**PROCEDIMIENTO**

- Toma 5 mL de agua en tres tubos de ensayo y adiciona a cada uno pequeñas cantidades de cloruro, bromuro y yoduro de potasio, agitando para que la sal se disuelva.

- Agrega unas gotas de nitrato de plata. Observa y copia la coloración que toma cada uno de los precipitados. Luego deja sedimentar y añade 3 mL de hidróxido de amonio a cada uno.

- En otros tres tubos de ensayo, prepara nuevamente soluciones de cloruro, bromuro y yoduro de potasio y ahora agrégalas 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado.

- Humedece Varias tiras de papel tornasol y ponlas en contacto con los gases desprendidos. Registra las observaciones.



4. PREINFORME:

4.1 Tabla periódica de los elementos químicos

CRITERIO ELEMENTO	COLOR	ESTABILIDAD AL AIRE	BRILLO	TEXTURA DEL MATERIAL	METAL	NO METAL

Conclusiones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

4.2 Reactividad de algunos metales con el agua

SUSTANCIAS	TIEMPO PARA LA REACCIÓN	REACCIÓN	OBSERVACIONES
Sodio y agua			
Potasio y agua			
Calcio y agua			

Conclusiones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

4.3 Magnesio y agua

SUSTANCIAS	REACCIÓN	OBSERVACIONES
Magnesio y fuego (oxidación)		
Magnesio y agua		

Conclusiones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

4.4 Prueba de solubilidad y precipitación

SAL	SOLUBILIDAD	COLORACIÓN	OBSERVACIONES
Cloruro de potasio (KCl)			
Yoduro de potasio (KI)			
Bromuro de			

potasio (KBr)			
---------------	--	--	--

Conclusiones:

---



---



---

#### 4.5 Prueba de acidez y basicidad

COMPUESTO	PRUEBA	COLOR DEL PAPEL	BÁSICO	ÁCIDO
Cloruro de potasio (KCl)	Hidróxido de amonio			
Yoduro de potasio (KI)	Hidróxido de amonio			
Bromuro de potasio (KBr)	Hidróxido de amonio			
Cloruro de potasio (KCl)	Ácido sulfúrico			
Yoduro de potasio (KI)	Ácido sulfúrico			
Bromuro de potasio (KBr)	Ácido sulfúrico			

Conclusiones:

---



---



---

#### 5. PREGUNTAS

1. Sugiere algunos elementos que posiblemente presenten las mismas propiedades que las muestras observadas en la práctica.

---



---



---



---



---

2. ¿Qué significa el cambio de color que se observan en los experimentos 2 y 3 cuando se agrega fenolftaleína?

---



---



---



---

3. Consulta las ecuaciones químicas de cada uno de los procesos de los experimentos 2 y 3

---



---



---



---

4. ¿Qué propiedades tiene la luz emitida por el magnesio? ¿Qué aplicaciones puede tener?

---



---

5. ¿Qué concluyes de las reacciones del cloro, yodo y bromo con los metales?

## F. Anexo 7. Práctica 2. Enlace químico



CIENCIAS NATURALES  
Química  
Laboratorio: Enlaces Químicos # 2  
PERIODO II 10º

Practica compilada por: Juan Camilo Vasco S.

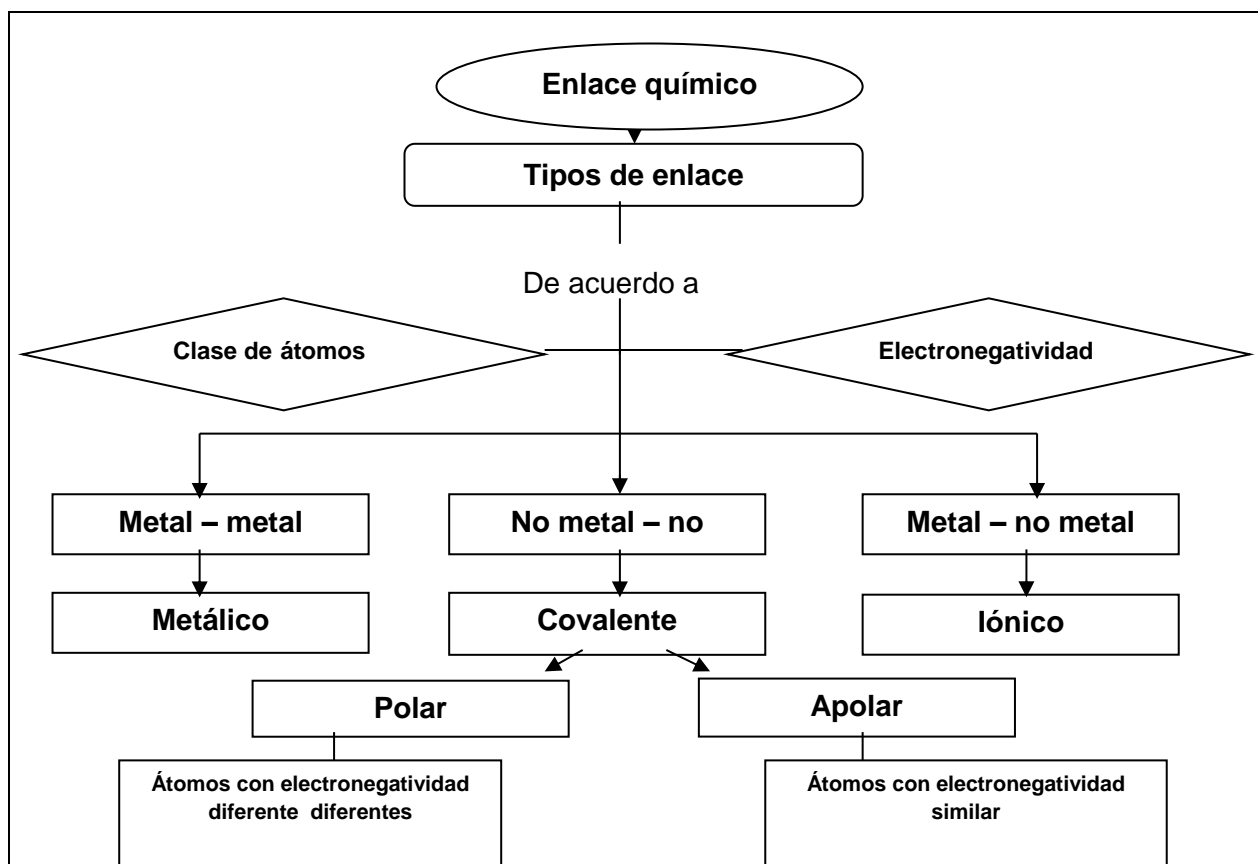
PRÁCTICA N. 2 ENLACE QUÍMICO

1. OBJETIVOS

- 1.1 Utilizar la conductividad eléctrica de las sustancias para determinar el tipo de enlace que se da entre sus átomos.
- 1.2 Relacionar la composición y el tipo de enlace con las propiedades químicas y físicas que pueden tener diferentes materiales en estado solido.

2. INTRODUCCIÓN

Figura # 1: Esquema conceptual sobre enlace químico.



Se entenderá el **enlace químico** (atracciones de tipo electrostático entre entidades químicas con cargas opuestas), como las fuerzas que mantienen unidos a los átomos entre sí para formar moléculas o iones. Es importante resaltar que la formación de un enlace implica liberación de energía, que es la misma que debe

ser suministrada al momento de romperlo. También se aclara que la distancia óptima de enlace (teniendo en cuenta que nunca las moléculas están completamente estáticas) es aquella que le confiere a la molécula o ión mayor estabilidad o lo que es lo mismo, de mínima energía.

En el caso del **enlace iónico** se presenta transferencia de electrones de un átomo a otro, propio de las uniones entre **metales y no metales**.

**Enlace covalente** en el que uno, dos o tres pares de electrones (dependiendo de la multiplicidad del enlace: enlace simple, doble o triple) son compartidos por dos átomos; este tipo de enlace químico puede ser **polar** cuando se da **entre átomos no metálicos diferentes**, donde la densidad de carga del enlace será atraída con mayor fortaleza por el átomo más electronegativo. El enlace **covalente apolar** se da por la unión **entre átomos no metálicos de la misma especie** y la nube electrónica del enlace se distribuye por igual entre ambos átomos. Una propiedad útil para distinguir el enlace covalente no polar del polar es la **electronegatividad**, que en el caso de los átomos se define como la capacidad de un átomo para atraer hacia sí los electrones, de un enlace químico.

COMPUESTOS IÓNICOS	COMPUESTOS COVALENTES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Son sólidos con punto de fusión altos (por lo general, &gt; 400°C)</li> <li>2. Muchos son solubles en disolventes polares, como el agua.</li> <li>3. La mayoría es insoluble en disolventes no polares, como el hexano C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>.</li> <li>4. Los compuestos fundidos conducen bien la electricidad porque contienen partículas móviles con carga (iones)</li> <li>5. Las soluciones acuosas conducen bien la electricidad porque contienen partículas móviles con carga (iones).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Son gases, líquidos o sólidos con punto de fusión bajos (por lo general, &lt; 300°C)</li> <li>2. Muchos de ellos son insolubles en disolventes polares.</li> <li>3. La mayoría es soluble en disolventes no polares, como el hexano C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>.</li> <li>4. Los compuestos líquidos o fundidos no conducen la electricidad.</li> <li>5. Las soluciones acuosas suelen ser malas conductoras de la electricidad porque no contienen partículas con carga.</li> </ol>

### 3. EXPERIMENTOS

#### 3.1 EXPERIMENTO 1: Conductividad eléctrica de las sustancias en función del enlace entre sus átomos

REACTIVOS	MATERIALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cloruro de sodio</li> <li>- Azúcar</li> <li>- Ácido clorhídrico</li> <li>- Lamina de aluminio</li> <li>- Vinagre</li> <li>- Jugo de limón</li> <li>- Cobre metálico</li> <li>- Clavos</li> <li>- Cristal de sulfato de cobre pentahidratado CuSO<sub>4</sub> * 5H<sub>2</sub>O</li> <li>- Acetato de sodio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vasos de precipitado</li> <li>- Roseta con bombillo y suficiente cable o Circuito eléctrico abierto formado por una pila conectada a una bombilla.</li> <li>- Mezclador</li> </ul>



pentahidratado									
Hidróxido de amonio									
Acetato de sodio									
Hidróxido de sodio									
Cloruro de calcio									
Cloruro de bario									
Parafina									

**M-M:** metal – metal; **M-Nm:** metal – no metal; **Nm – Nm:** no metal – no metal

**Conclusiones:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 5. INFORME:

1. ¿Qué relación encuentras entre la capacidad de conducir electricidad de las sustancias y el tipo de enlace que estas presentan?
2. ¿Qué sustancias fueron las mejores conductoras de electricidad y por qué?
3. ¿Cuáles sustancias no fueron buenas conductoras de electricidad y por qué?

#### BIBLIOGRAFÍA

- CHANG, Raymond. Química, novena edición. Enlace químico I, conceptos básicos. Capítulo 9 McGraw-Hill interamericana.
- MONDRAGÓN MARTÍNEZ, Cesar Humberto. Química inorgánica. Santillana 2005, Santa fe de Bogotá.

## H. Anexo 8. Reglas – Estructuras de Lewis – polielectrónicos

CIENCIAS NATURALES  
Química Tema: Enlace Químico PERIODO II 10º



### Reglas – Estructuras de Lewis – polielectrónicos

La estructura de Lewis es útil para representar los enlaces en muchos compuestos y explicar las propiedades y reacciones de las moléculas.

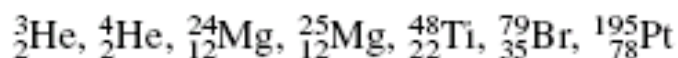
1. Sumar los electrones de valencia de todos los átomos. En el caso de iones poliatómicos, si es un **ANIÓN** sume un electrón por cada carga negativa. En el caso de un **CATIÓN**, reste un electrón por cada carga positiva.
2. Escriba los símbolos de los átomos para indicar cuáles están unidos entre sí, y conéctelos con un enlace sencillo (dibuje una estructura esquemática). En general, el átomo menos electronegativo ocupa la posición central. El hidrógeno y el flúor suelen ocupar las posiciones terminales en las estructuras de Lewis.
3. Complete los octetos de los átomos enlazados al átomo central. Tenga presente que la capa de valencia del átomo de hidrogeno se completa con solo dos electrones. Los electrones pertenecientes al átomo central o a los átomos que lo rodean deben quedar representados como pares libres si no participan en el enlace. Coloque los electrones que sobren en el átomo central, incluso si ello da lugar a más de un octeto. **Ojo** --- El número total de electrones empleados es el que se determinó en el paso 1.
4. Si no hay suficientes electrones para que el átomo central tenga un octeto, pruebe con enlaces múltiples entre este átomo y los que lo rodean (**la formación de enlaces múltiples puede presentarse con los siguientes átomos: C, N, O, S, P**)

# I. Anexo 9. Taller de número atómico, número de masa e isótopos

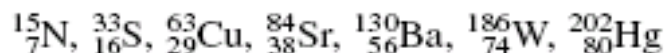
CIENCIAS NATURALES  
Química  
Tema: número atómico, número de masa e isótopos  
PERIODO II 10º



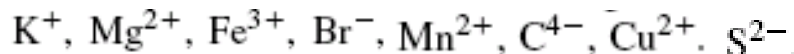
1. What is the mass number of an iron atom that has 28 neutrons?
2. Calculate the number of neutrons of Pu-239.
3. For each of the following species, determine the number of protons and the number of neutrons in the nucleus:



4. Indicate the number of protons, neutrons, and electrons in each of the following species:



5. Write the appropriate symbol for each of the following isotopes: **(a)**  $Z = 11$ ,  $A = 23$ ; **(b)**  $Z = 28$ ,  $A = 64$ .  
**(c)**  $Z = 74$ ,  $A = 186$ ; **(d)**  $Z = 80$ ,  $A = 201$ .
6. Give the number of protons and electrons in each of the following common ions:



7. Las masas atómicas de  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$  (75.53%) y  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$  (24.47%) son 34,968 uma y 36,956 uma, respectivamente. Calcule la masa atómica promedio del cloro. Los porcentajes entre paréntesis indican la abundancia relativa.
8. Las masas atómicas de dos isótopos estables de boro,  ${}^{10}_5\text{B}$  (19.78%) con una masa de 10.0129 uma y  ${}^{11}_5\text{B}$  (80.22%) y una masa de 11.0093 uma, respectivamente. Calcule la masa atómica promedio del boro.



## K. Anexo 11. Taller de enlace químico y geometría molecular



Ciencias naturales química, Grado 10º Periodo II

- Dibuje los electrones de valencia para cada una de las especies químicas: **Na, Be, Al, Si, P, Te, Br, O, Ne**
- Con los símbolos de puntos de Lewis muestre la transferencia de electrones entre los siguientes átomos para formar cationes y aniones.
  - Na y F**
  - K y S**
  - Ba y O**
  - Al y Cl**
  - Na y O**
  - Mg y O**
- Con los símbolos de puntos de Lewis de muestre la regla del octeto entre los siguientes átomos: **F<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, P<sub>4</sub>**
- Use Lewis dot symbols to show the formation of aluminum oxide (**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**)
- Escribe la estructura de Lewis del propeno y del ácido propionico, mostrando todos los electrones de valencia.
- Write the Lewis structure for nitrogen trifluoride (NF<sub>3</sub>) in which all three F atoms are bonded to the N atom.
- Classify the following bond as ionic, polar covalent, or covalent:
  - The bond in **NaCl**
  - the bond in **CO<sub>2</sub>**
  - the bond in **H<sub>2</sub>O**
  - the bond in **Cl<sub>2</sub>**
  - the bond in **MgO**
  - the bond in **CH<sub>4</sub>**
  - the bond in **CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>**
  - the bond in **N<sub>2</sub>** and
  - the bond in **KBr**
- Determinar la forma molecular de cada de las siguientes especies:
  - PF<sub>5</sub>**
  - PH<sub>2</sub><sup>-</sup>**
  - BrF<sub>4</sub><sup>+</sup>**
  - XeF<sub>4</sub>**
  - H<sub>2</sub>O**
  - NH<sub>3</sub>**
  - CH<sub>4</sub>**
- Los enlaces entre los siguientes pares de elementos son covalentes. Ordénelos de acuerdo con su polaridad, de menor a mayor.
  - H-Cl**
  - H-C**
  - H-O**
  - H-H**

# L. Anexo 12. Ficha geometría molecular



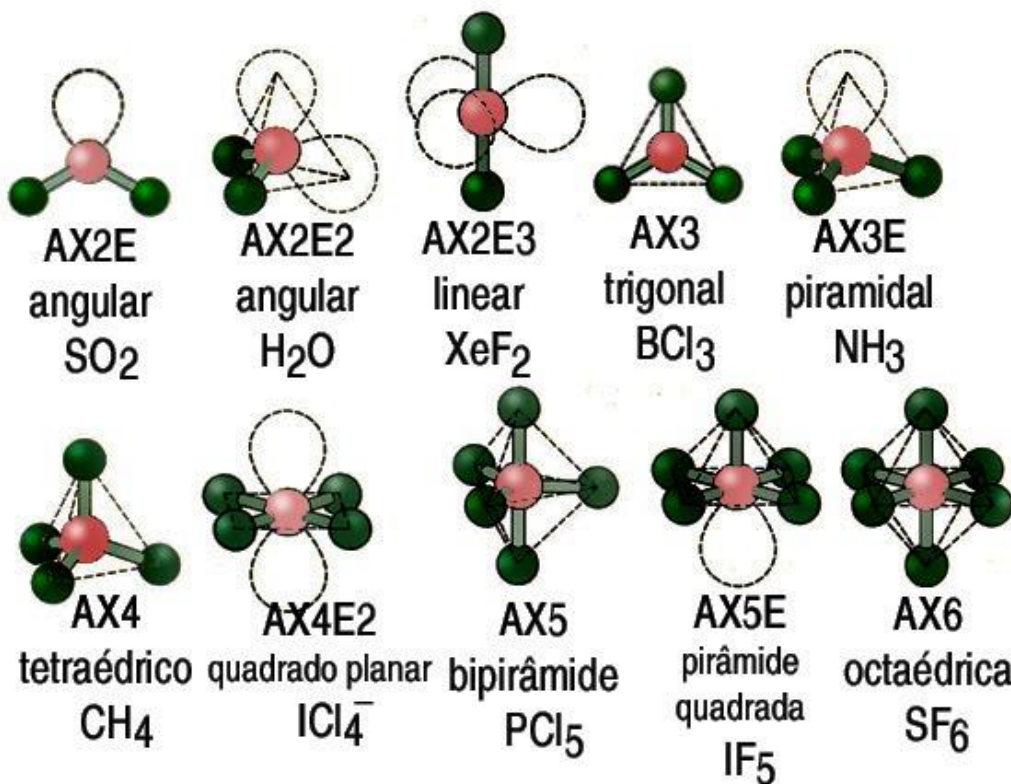
## CIENCIAS NATURALES

Química **Tema:** Geometría molecular PERIODO II 10º

Tomado de: <http://quimica-dicas.blogspot.com/2010/05/geometria-molecular.html>

### Geometria Molecular

#### Teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons de Valência





## CIENCIAS NATURALES

Química Tema: Geometría molecular PERIODO II 10º

Tomado de: <http://ingbiomedica2010.blogspot.com/2010/08/geometria-molecular-e-hibridacion.html>

### GEOMETRÍA MOLECULAR E HIBRIDACIÓN

Nubes Electrónicas	Nubes de Enlace	Nubes Libres	Distribución de las Nubes Electrónicas	Geometría Molecular:	Hibridación:	Figura Representativa:
2	2	0	Lineal	<i>Lineal</i>	$sp$	
3	3	0	Trigonal plana	<i>Trigonal plana</i>	$sp^2$	
3	2	1	Trigonal plana	<i>Angular</i>	$sp^2$	
4	4	0	Tetraédrica	<i>Tetraédrica</i>	$sp^3$	
4	3	1	Tetraédrica	<i>Piramidal trigonal</i>	$sp^3$	
4	2	2	Tetraédrica	<i>Angular</i>	$sp^3$	
5	5	0	Bipiramidal Trigonal	<i>Bipiramidal Trigonal</i>	$sp^3d$	
5	4	1	Bipiramidal Trigonal	<i>Tetraedro distorsionado</i>	$sp^3d$	
5	3	2	Bipiramidal Trigonal	<i>Forma de T</i>	$sp^3d$	
5	2	3	Bipiramidal Trigonal	<i>Lineal</i>	$sp^3d$	
6	6	0	Octaédrica	<i>Octaédrica</i>	$sp^3d^2$	
6	5	1	Octaédrica	<i>Piramidal cuadrada</i>	$sp^3d^2$	
6	4	2	Octaédrica	<i>Cuadrada plana</i>	$sp^3d^2$	