



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Los lenguajes de la química como mediadores en el aprendizaje del concepto enlace químico

The languages of chemistry as mediators in the learning of the chemical bond concept

Luz Adriana Ramírez Quintero

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Manizales, Colombia

2019

Los lenguajes de la química como mediadores en el aprendizaje del concepto enlace químico

Luz Adriana Ramírez Quintero

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

Director:

M.Sc. Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Manizales, Colombia

2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque siempre me ha acompañado en cada etapa de mi vida, dándome la fortaleza que he necesitado para lograr alcanzar las metas propuestas.

A mi esposo Juan Carlos y mi hija Mariana por ser un soporte para mí y tener todo el amor y la paciencia para estar a mi lado, sin su apoyo no hubiera sido posible alcanzar esta meta.

A mi familia porque en este como en todos mis proyectos han sido incondicionales, con su amor y confianza me llenan de valor para saber que puedo lograr todo lo que me proponga.

A mi amigo Andrés Restrepo por ser la compañía ideal en este proceso de crecimiento académico y laboral, orientándome en cada momento que lo necesité, “una paciencia admirable”.

A mis compañeros por su apoyo, especialmente a Oscar Carvajal por su disposición para ayudarme y tratar de solucionar cada vez que lo necesite, así no lograra entender mi particular “relación con la tecnología”.

Para finalizar mi enorme agradecimiento con los excelentes profesores de la maestría que me permitieron crecer en mi labor como docente y con su pasión por lo que hacen me enseñaron que, si es posible construir un futuro mejor, especialmente al profesor Jorge Eduardo Giraldo, un ser humano maravilloso, mi asesor y compañero de lucha, se necesita amar lo que se hace para tener la paciencia y dedicación que tuvo conmigo en este proceso, mil gracias por todo.

RESUMEN

En el presente trabajo se identificó el cambio en el aprendizaje del concepto enlace químico en los estudiantes del Liceo Campestre de Pereira mediante la aplicación de actividades basadas en los lenguajes de la química, construidas a partir del proceso de aprendizaje que alcanzaban los estudiantes a medida que se desarrollaba la investigación. Se identificaron las concepciones alternativas y los obstáculos de los educandos en relación con los temas asociados al enlace, lo cual permitió definir la respectiva secuencia de actividades teniendo en cuenta los diversos lenguajes de la química, como estrategia didáctica para superar las limitaciones encontradas a partir de un proceso autónomo en el cual el docente se consolidó como orientador en la construcción de conocimiento. Se aplicó un cuestionario final y se procedió a realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos, concluyendo que se da un alcance significativo de los estudiantes en los niveles de representación mental macroscópico y submicroscópico de la química que les permite a través de los lenguajes matemático, gráfico y verbal entender el concepto de enlace químico.

Palabras clave: Lenguajes de la química, enseñanza, aprendizaje, enlace químico, Guía didáctica, TIC.

Abstract

The present work is a didactic guide designed to identify and show the impact on the tenth grade students at Liceo Campestre de Pereira of the concept “chemical bond” using different chemistry languages.

Based on the application of an instrument which reviews previous ideas founded on the epistemological history of the concept, it was possible to identify the alternative conceptions and obstacles faced by the students when dealing with topics associated to the chemical bond allowing the teacher not only to best define the activity sequence to implement with them but also to use the different languages of chemistry, as a didactic strategy, to overcome the difficulties found.

Finally, a questionnaire was applied and a comparative analysis of the results obtained was carried out to conclude there had been a significant improvement in our students` representational levels of chemistry and understanding of the chemical bond through verbal, mathematic and graphic languages.

Keywords: Languages of chemistry, teaching, learning, chemical link, didactic didactic guide, ICT.

CONTENIDO

	Pag
1. PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA	16
1.1 Planteamiento del problema	16
1.2 Justificación	18
1.3 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo general.....	21
1.3.2 Objetivos específicos	21
2. MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 Antecedentes.....	24
2.2 Historia y epistemología del concepto enlace químico	28
2.3 Lenguajes de la química	33
2.4 Ideas previas y cambio conceptual	38
3. METODOLOGÍA.....	47
3.1 Enfoque del trabajo.....	47
3.2 Contexto del Trabajo	48
3.3 Fases del trabajo	48
Fase 1: Diagnóstico	48
Fase 2: Exploración de ideas previas	49
Fase 4: Evaluación de guías “Maravilloso mundo de los átomos”	66
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	67
4.1 Análisis del instrumento de exploración de ideas previas	67
4.2 Evaluación concepciones alternativas en el concepto enlace químico.....	75
4.3 Análisis guías didácticas “Maravilloso mundo de los átomos”	86
4.3.1 Nivelación de conceptos previos.....	86
Análisis guía 1	86
Análisis guía 2	90
Análisis guía 3	92
Análisis guía 4	95
4.3.2 Desarrollo conceptual del enlace químico.....	97
Análisis Guía 5: ¿Por qué se forman los enlaces?.....	97
Análisis Guía 6 “enlace covalente”	102
Análisis guía 7 “Enlace iónico y metálico”	105
4.4 Análisis comparativo instrumento de Exploración ideas previas (pretest) y postest	108
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	129
Conclusiones.....	129
Recomendaciones.....	132

ANEXOS.....	134
Anexo 1. Exploración ideas previas	134
Anexo 2 Guía 1.....	137
Anexo 3 Guía 2.....	142
Anexo 4 Guía 3.....	146
Anexo 5 Guía 4.....	149
Anexo 6 Guía 5: ¿Por qué se forman los enlaces?.....	152
Anexo 7 Guía 6: Enlace covalente.....	161
Anexo 8 Guía 7: Enlace iónico y metálico.....	168
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	175

Lista de Ilustraciones

	Pag
Ilustración 1. Niveles representacionales en química (Galagovsky et al., 2003).....	19
Ilustración 2. Aspectos generales del marco teórico	23
Ilustración 3. Representación de los principios o elementos de los objetos según Aristóteles (Santos, 2010).....	28
Ilustración 4. Elementos en el modelo argumentativo de Toulmin.....	35
Ilustración 5. Mediación de los lenguajes como interface de comunicación entre expertos y novatos (Galagovsky et al., 2014).....	37
Ilustración 6. Esquema guías pedagógicas (Autoría propia)	56
Ilustración 7. Síntesis del análisis de resultados (Autoría propia).....	68
Ilustración 8. Respuesta de un estudiante que emplea garantías para su argumentación	72
Ilustración 9. Representación de un estudiante a nivel submicroscópico de dióxido de carbono	75
Ilustración 10. Representación de un estudiante de las sustancias a nivel macroscópico	79
Ilustración 11. Dibujo de un estudiante para el modelo de un átomo	78
Ilustración 12. Representación de un estudiante del modelo atómico de orbitales y la nube de electrones.....	88
Ilustración 13. Representación incorrecta del radio atómico de un átomo neutro y un ión por parte de un estudiante	93
Ilustración 14. Representación correcta del radio atómico de un átomo neutro y su ión por parte de un estudiante	94
Ilustración 15. Esquema del átomo	96
Ilustración 16. Representación pictórica de la lectura una fiesta muy elemental	99

Ilustración 17. Representación formal de la lectura una fiesta muy elemental	99
Ilustración 18. Representación de la estructura de Lewis y la geometría molecular de las sustancias	104
Ilustración 19. Animaciones en flash elaboradas por los estudiantes.....	107
Ilustración 20. Explicación del estudiante 4 para el enlace entre el sodio y el flúor	110
Ilustración 21. Argumentación del estudiante 7 para la formación de enlaces en el pre-test.....	112
Ilustración 22. Argumentación del estudiante 7 para la formación de enlaces en el post-test.....	113
Ilustración 23. Representación gráfica del estudiante 2 para la formación de enlaces en el pre-test	115
Ilustración 24. Representación gráfica del estudiante 2 para la formación de enlaces en el postest.....	116
Ilustración 25. Dibujo del estudiante 8 para el modelo del átomo en el pre-test y el post-test.....	119
Ilustración 26. Respuesta pregunta 3a estudiante 9 en el pre-test y el post-test.....	121
Ilustración 27. Respuesta figura 3b estudiante 9 en el pre-test y el post-test	123
Ilustración 28. Respuesta 4 estudiante 9 en el pre-test y el post-test.....	128

Lista de tablas

	Pag
Tabla 1. Clasificación preguntas para la identificación de los diferentes lenguajes	50
Tabla 2. Rúbrica de evaluación lenguaje matemático	51
Tabla 3. Rúbrica de evaluación lenguaje verbal (Modificada de Olaya, 2017)	52
Tabla 4. Rúbrica de evaluación lenguaje gráfico	52
Tabla 5. Categorización pregunta 1	53
Tabla 6. Categorización pregunta 2	53
Tabla 7. Categorización pregunta 3a	54
Tabla 8. Categorización pregunta 3b	54
Tabla 9. Categorización pregunta 4	55
Tabla 10. Caracterización actividades Guía 1 (Anexo 2).....	58
Tabla 11. Categorización actividades Guía 2 (Anexo 3).....	59
Tabla 12. Categorización actividades Guía 3 (Anexo 4).....	60
Tabla 13. Categorización actividades Guía 4 (Anexo 5).....	61
Tabla 14. Caracterización actividades 1-3 Guía 5: ¿Por qué se forman los enlaces? ..	63
Tabla 15. Caracterización actividades 4 y 5 de la Guía 5: ¿Por qué se forman los enlaces?.....	63
Tabla 16. Caracterización actividades Guía 6: Enlace covalente	64
Tabla 17. Caracterización actividades Guía 7: Enlaces iónicos y metálicos	65
Tabla 18. Obstáculos identificados en la exploración de ideas previas	85

Lista de Gráficas

	Pag
Gráfica 1. Resultados obtenidos por los estudiantes en el lenguaje matemático	69
Gráfica 2. Resultados obtenidos por los estudiantes en el lenguaje verbal	71
Gráfica 3. Resultados obtenidos por los estudiantes en el lenguaje gráfico	74
Gráfica 4. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 1 del pre-test	76
Gráfica 5. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 2 del pre-test	77
Gráfica 6. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 3a del pre-test.....	78
Gráfica 7. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 3b del pre-test.....	81
Gráfica 8. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 4a del pre-test.....	83
Gráfica 9. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 4b del pre-test.....	84
Gráfica 10. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 4c del pre-test.....	84
Gráfica 11. Respuestas de los estudiantes en la Guía 1	87
Gráfica 12. Respuestas de los estudiantes Guía 2	91
Gráfica 13. Respuesta de los estudiantes Guía 3	92
Gráfica 14. Respuestas de los estudiantes de la Guía 4	95
Gráfica 15. Respuestas de los estudiantes en la Guía 5	98
Gráfica 16. Respuestas de los estudiantes en la Guía 6	103
Gráfica 17. Respuestas de los estudiantes Guía 7	105
Gráfica 18. Resultados pre-test y post-test en el lenguaje matemático	109
Gráfica 19. Resultados pre-test y post-test en el lenguaje verbal.....	111
Gráfica 20. Resultados pre-test y post-test en el lenguaje gráfico.....	115
Gráfica 21. Resultados pregunta 1 Pre-test vs Post-test.....	117

Gráfica 22. Resultados pregunta 2 Pre-test vs Post-test.....	118
Gráfica 23. Resultados pregunta 3a Pre-test vs Post-test.....	120
Gráfica 24. Resultados pregunta 3b Pre-test vs Post-test.....	122
Gráfica 25. Resultados pregunta 4a Pre-test vs Post-test.....	124
Gráfica 26. Resultados pregunta 4b Pre-test vs Post-test.....	125
Gráfica 27. Resultados pregunta 4c Pre-test vs Post-test.....	127

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia la práctica docente en las ciencias naturales, se ha enmarcado en el desarrollo de contenidos científicos con un alto grado de abstracción debido a la naturaleza de las ciencias, se ha constatado la dificultad de los estudiantes en el aprendizaje de la química, debido al uso de diversos lenguajes inmersos en su enseñanza que requieren sus propios códigos semánticos y sintácticos para la explicación de fenómenos, lo cual genera cierta apatía y resistencia al estudio de esta asignatura. Es así como se requiere una reflexión desde la didáctica de la química que permita el desarrollo y la implementación de estrategias de enseñanza, basadas en el contexto de los estudiantes, sus intereses, los fenómenos de la cotidianidad y la era digital con la que interactúan y se desarrollan en la actualidad.

Según Galagovsky et al. (2014) “una clase de ciencias es un espacio de comunicación entre el docente, experto en temáticas, y los estudiantes, donde los lenguajes utilizados son la interfase explícita y observable” (p. 786). De acuerdo con lo anterior y con el objetivo principal de identificar el cambio en el aprendizaje del concepto enlace químico en los estudiantes, mediante la aplicación de actividades basadas en los lenguajes de la química, se presenta el diseño y aplicación de guías didácticas implementando los lenguajes verbal, matemático y gráfico, utilizados para comunicar la química. Así como el diseño y aplicación de un instrumento de

exploración de ideas previas a partir de la revisión histórica y epistemológica del concepto enlace químico.

La secuencia se basa en el desarrollo de competencias a partir del uso de los diferentes lenguajes, los cuales favorecen el movimiento en los procesos cognitivos del estudiante de los niveles de pensamiento macroscópico, correspondiente a las representaciones mentales creadas a partir de la experiencia sensorial, al nivel submicroscópico que hace referencia a las representaciones abstractas que tienen en su mente (Galagovsky et al. 2003), habilidades necesarias para observar el cambio en los estudiantes, quienes en sus modelos mentales idiosincrásicos comunican los fenómenos con sus propias palabras pero a medida que conozcan nuevos conceptos se verán reflejados en su discurso.

Se plantea entonces un análisis de resultados antes y después de la aplicación de las guías didácticas desde un enfoque mixto que involucra aspectos cuantitativos a partir de la conversión de la información obtenida en porcentajes y sus respectivas gráficas, así como aspectos cualitativos con base en los lenguajes implementados, finalmente se realizó un estudio comparativo entre el cuestionario implementado al inicio y al final de la investigación para determinar la relación entre la aplicación de la estrategia y el alcance del aprendizaje de los estudiantes sobre el concepto enlace químico.

En el trabajo de investigación se encuentran cinco capítulos, los cuales se presentan de la siguiente forma: en el primer capítulo se presenta el planteamiento de la propuesta que plantea el problema que motivo la realización del trabajo, la justificación y los objetivos. El segundo capítulo reúne el marco teórico, en el cual se presenta una

revisión de antecedentes, una revisión histórica del concepto enlace químico, el lenguaje de la química, las ideas previas y el cambio conceptual y algunas estrategias empleadas en la enseñanza de la química. El tercer capítulo reúne la metodología donde se expone el enfoque del trabajo, el contexto y las fases desarrolladas durante la implementación de la estrategia para llegar a los resultados finales. En el cuarto capítulo se presenta el análisis de resultados obtenidos en la aplicación de las guías didácticas y del instrumento de exploración de ideas previas en un momento inicial (pretest) y para finalizar (postest). El quinto capítulo reúne las conclusiones a partir de los resultados obtenidos con la implementación de la estrategia.

1. PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA

1.1 Planteamiento del problema

La dinámica del mundo trae consigo revoluciones en todos los ámbitos del ser humano, se necesita por lo tanto una concepción de estudiante diferente a la tradicional, de allí que se haga necesario transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje en las ciencias naturales, buscar nuevas maneras de enseñar para superar el obstáculo de la abstracción que forma parte esencial de la química y favorecer el movimiento de los niveles de comprensión macroscópico hacia el submicroscópico, para tener un proceso significativo en el educando que permita desarrollar las competencias en ciencias que necesita el estudiante del siglo XXI .

En la enseñanza de la química prima el discurso magistral, complementado por las prácticas de laboratorio que en su mayoría tienen un diseño de receta donde poco se incentiva la construcción de conocimiento por parte del estudiante (Ordenes, Arellano, Jara y Merino, 2014). El profesor diseña estrategias para desarrollar los contenidos que el estudiante recibe de forma pasiva y durante este proceso de construcción se acude a minimizar los contenidos para facilitar la trasposición didáctica de los mismos, llegando en algunos casos a ser el origen de muchos errores u obstáculos para el aprendizaje del educando. Como lo afirman Galagovsky et al. (2014):

Dentro del propio discurso docente de química puede encontrarse parte importante del origen de los errores en los estudiantes novatos de química, debido a recortes y estereotipos provenientes de decisiones didácticas, así como de las dificultades inherentes al procesamiento de información proveniente de sus complejos lenguajes (p.795).

El complejo discurso de la química es una de las causas de la dificultad que tienen los estudiantes para comprender lo que el docente busca enseñar, las dificultades vienen dadas por muchas razones, entre ellas se encuentra la distancia tan enorme que hay entre el lenguaje empleado por el emisor y el receptor, este mensaje es entregado a través de diversos lenguajes que deben ser de uso común tanto para el novato como para el experto, así como las concepciones alternativas ligadas a los modelos mentales idiosincrásicos del estudiante frente a los diferentes temas. Como alude Galagovsky, Rodríguez, Stamati, y Morales (2003) “Enseñar no es sólo «decir», ya que el conocimiento no se «transmite» de la cabeza del experto a la del novato. Lo que tiene en la cabeza el experto debe hacerse explícito mediante determinadas expresiones, utilizando diferentes lenguajes”. De ahí que sea fundamental involucrar los lenguajes de la química en su enseñanza.

La enseñanza del concepto de enlace químico es fundamental porque es la base de otros conceptos como entalpía, mecanismos de reacción, resonancia, entre otros y permite comprender las propiedades físicas y químicas de las sustancias, los principales referentes teóricos de este concepto se encuentran en la mecánica cuántica que tiene como gran limitación para su comprensión el no poder ser percibido por los sentidos, su alto nivel de abstracción obstaculiza concatenar y relacionar estos

conocimientos con otros anteriormente adquiridos, y al no estar la estructura cognitiva clara no se da el anclaje de información con su posterior almacenamiento en la memoria a largo plazo (Ordenes et al., 2014).

Basados en lo anterior, resulta prioritario pensar estrategias que tengan presentes las ideas previas que tiene el educando y enfocadas hacia la implementación de los diversos lenguajes de la química como mediadores del proceso de enseñanza-aprendizaje, para generar motivación en el estudiante y por ende un aprendizaje más significativo. Teniendo en cuenta lo expuesto y el contexto en el cuál se desarrollará este trabajo de investigación, surge la siguiente pregunta:

¿El empleo de diversos lenguajes de la química en el proceso de enseñanza facilita el aprendizaje del concepto enlace químico?

1.2 Justificación

En la enseñanza de las Ciencias Naturales se requiere de docentes con mentalidad abierta y receptiva al cambio permanente, innovadores en procesos constructores de conocimiento que en su dinámica de enseñanza se salgan del simple hecho de dictar contenidos generando aprendizajes memorísticos. (Cabrera, 2015).

Galagovsky et al. (2014) propone la clase de ciencias como un espacio de comunicación entre el docente experto en temáticas, y los estudiantes, donde los lenguajes forman parte fundamental del acto comunicativo. Es importante repensar como maestros en actividades que tengan presentes estos lenguajes y las concepciones alternativas inherentes al ser como herramientas que lleven a los estudiantes a ser autónomos en su aprendizaje y evaluar lo que aprenden. Como es

de conocimiento general existe un lenguaje específico de cada ciencia, la importancia de éste en la química radica en que tanto el docente como los alumnos deben conocerlo para que no se transforme en un obstáculo al momento en que el estudiante reorganiza su estructura cognitiva (Montagut, 2010).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química se pueden emplear estrategias en los diversos lenguajes, gráfico, matemático y verbal con el fin de representar cabalmente la complejidad de los diferentes conceptos, cuyo nivel de abstracción dificulta su comprensión, esta multiplicidad en el panorama didáctico del docente favorece el aprendizaje de los novatos, así como facilita el movimiento de los aprendices en los diferentes niveles de representación mental de los fenómenos naturales propuestos por Johnstone (como se citó en Galagovsky et al., 2003) los cuales se pueden observar en la ilustración 1, en la que se representan los niveles de pensamiento que emplea simultáneamente un docente de química para sus explicaciones, desconociendo la dificultad que tiene el estudiante para comprenderlos y anclarlos en su estructura cognitiva.

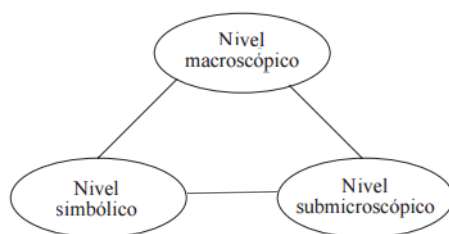


Ilustración 1. Niveles representacionales en química (Galagovsky et al., 2003)

La inferencia de los lenguajes en las Ciencias Naturales, específicamente el verbal, se identifica en la queja que a menudo surge en los profesores sobre los estudiantes

que no saben expresar su ideas verbalmente, ni por escrito y se tiene la tendencia a delegar toda la responsabilidad en el departamento de lenguaje más no en la manera como enseñamos ciencias, sin embargo valdría la pena preguntarse si más horas en clase de español repercutirían significativamente en la mejora de la competencia lingüística de los alumnos para expresar ideas científicas (Márquez, 2005).

De allí la necesidad de una revolución en los métodos de aprendizaje, los aprendices de hoy se encuentran inmersos en la era digital, es por ello que las estrategias más efectivas en el proceso de enseñanza deben tener actividades que cautiven su atención, que generen interés en el aprendizaje y sin duda alguna las Tecnologías de la Comunicación y de la Información (TIC) son un recurso preponderante que permite entre otros la simulación de fenómenos que no se pueden realizar en la institución.

Como dice Daza et al., 2009:

Las aplicaciones de las TIC en la educación científica son muchas; entre las principales destacan:

- Favorecen el aprendizaje de procedimientos y el desarrollo de destrezas intelectuales de carácter general y permiten transmitir información y crear ambientes virtuales combinando texto, audio, video y animaciones. Además, permiten ajustar los contenidos, contextos, y las diversas situaciones de aprendizaje a la diversidad e intereses de los estudiantes.
- Las simulaciones de procesos fisicoquímicos permiten trabajar en entornos de varios niveles de sofisticación conceptual y técnica (p.321).

En este trabajo de investigación es de gran importancia mostrar una forma diferente de aprender un concepto fundamental de la química, el enlace químico, como lo afirma Riboldi, Pliego y Odetti (2004) “la teoría de enlaces y la estructura de las sustancias, junto con aspectos termodinámicos y cinéticos resultan los principios teóricos en los que descansa la química y su enseñanza” (p.196); implementando actividades que integren lecturas sencillas que acerquen al estudiante al lenguaje científico, el uso de recursos didácticos, realización de prácticas virtuales en PhET, trabajo lúdico e interactivo entre otros, con el fin de superar el anegamiento cognitivo que se da en el estudiante cuando se le entrega una inmensa cantidad de información que debe pasar de su memoria de trabajo a la memoria de largo plazo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Identificar el cambio en el aprendizaje del concepto enlace químico en los estudiantes de grado decimo del Liceo Campestre de Pereira, mediante la aplicación de actividades basadas en los lenguajes de la química.

1.3.2 Objetivos específicos

➤ Identificar mediante la aplicación de un cuestionario las ideas previas y los lenguajes de la química que presentan los estudiantes en el concepto de enlace químico.

- Promover el aprendizaje del concepto enlace químico mediante la aplicación de una secuencia de actividades apoyadas en los lenguajes de la química.

- Establecer relaciones entre la aplicación de la secuencia de actividades sobre enlace químico y el cambio en el aprendizaje del concepto por parte de los estudiantes.

2. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo de investigación fue realizado teniendo como base el fortalecimiento de los aspectos explicados en el mapa conceptual de la ilustración 2:

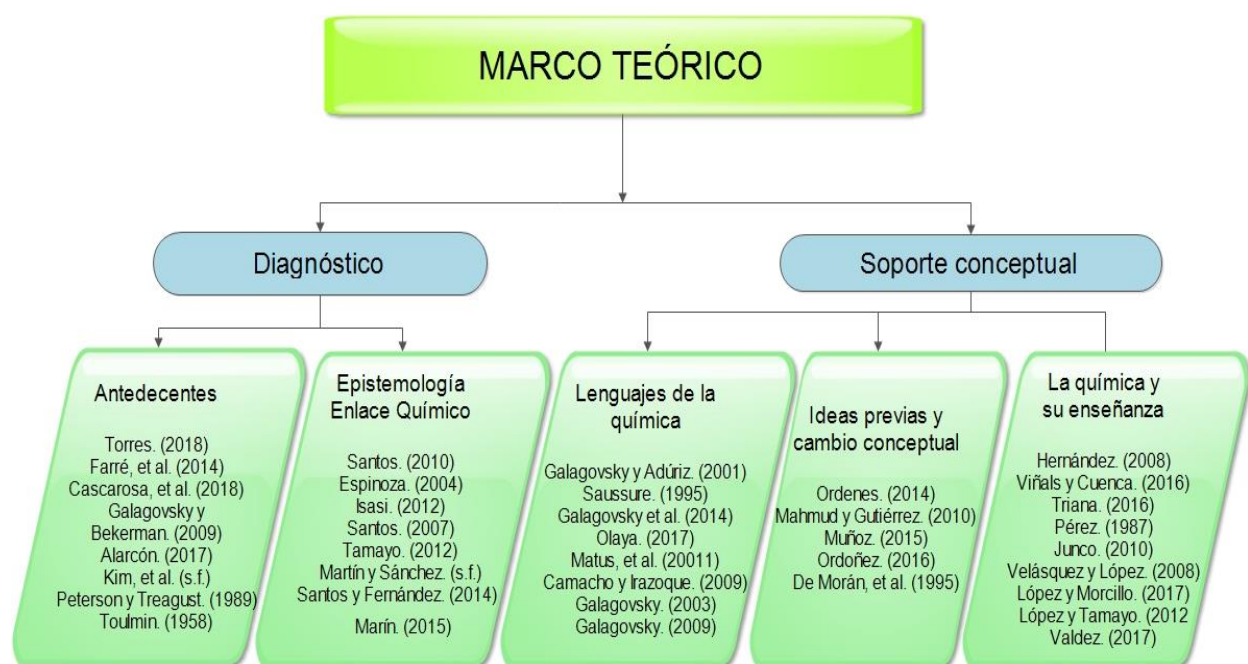


Ilustración 2. Aspectos generales del marco teórico

2.1 Antecedentes

La relación entre los diferentes lenguajes y la enseñanza de la química ha sido tema de investigación como lo evidencia Torres (2018) al proponer integrar las relaciones química-matemática y química-lenguaje en el proceso de enseñanza-aprendizaje para superar las dificultades que tienen los estudiantes con los conceptos matemáticos y el vocabulario químico al momento de resolver una situación problema, para esto se diseñó e implementó una plataforma aula virtual con actividades que fortalezcan el lenguaje matemático y verbal a través de material digital, diagramas, imágenes, audio y páginas web.

El papel del lenguaje químico como mediador del conocimiento es motivo de estudio para Farré, Zugbi y Lorenzo (2014) al estudiar el impacto del lenguaje químico en los conocimientos previos sobre la estructura y reactividad del benceno, planteando que el lenguaje es un instrumento en la construcción de modelos y/o representaciones mentales de compuestos y reacciones. Este estudio se llevó a cabo con 91 estudiantes de Química I de la Universidad de Buenos Aires, para este se plantearon niveles de abstracción sobre los que se desarrolla la investigación:

- N1: simbólico, simbología química para representar las sustancias.
- N2: relacional, vocabulario para referirse a las sustancias.
- N3: Modélico, leyes, modelos y teorías.
- N4: Epistémico, lenguaje de la discusión epistemológica.

Concluyen finalmente que la enseñanza no debería basarse en trabajar únicamente fórmulas independientemente de su significación, podría decirse que resalta la importancia de emplear los lenguajes matemático y verbal en la enseñanza de la química.

El lenguaje gráfico es tema de investigación para Cascarosa, Fernández y Santiago (2018) en el estudio del uso de modelos moleculares en la didáctica del enlace covalente, en este se analizó el impacto en el nivel de comprensión de 27 estudiantes del instituto público de enseñanza secundaria Pablo Serrano de Zaragoza cuando se implementan los modelos moleculares. En esta investigación se concluye que la estrategia que implementa el lenguaje gráfico a través de los modelos facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos asociados a la interacción entre átomos que comparten electrones como es la hibridación y la geometría molecular.

Desde el punto de vista de Galagovsky y Bekerman (2009) se interpretan los errores de los estudiantes de cuarto año de bachillerato en el tema de disoluciones a partir del lenguaje gráfico, presentado en dibujos con partículas que representen los sistemas de cloruro de sodio-agua, agua-ciclohexano y cloruro de sodio-agua-ciclohexano, con bases conceptuales provenientes del campo de la lingüística y de la semiología de la imagen.

Estos concluyen que los docentes deben ser conscientes de que el complejo discurso erudito, hace que los estudiantes novatos tomen rasgos aislados de los lenguajes de expertos, estableciendo generalizaciones incorrectas, categorizaciones idiosincrásicas, o realizando traducciones erróneas entre ellos,

por lo que se podría deducir que respuestas incorrectas de los estudiantes no vienen solo de ideas preexistentes, sino también del propio discurso explicativo en el aula.

La importancia de transformar el discurso de la química frente al enlace químico lo plantea Alarcón (2017), la cual propone que el aprendizaje es un fenómeno social mediado por el lenguaje y producto de la interacción entre los sujetos, estudio realizado con 15 estudiantes de grado 10° de la institución educativa Julio César Sánchez en el municipio de Anapoima, en el que se trabajó a partir de las ideas previas frente al concepto y se desarrollaron actividades empleando el instrumento de modelación y la implementación del lenguaje verbal en el uso de analogías y gráfico en el diseño de modelos.

Pinzón (2014) estudia la argumentación y su relación con el desarrollo del pensamiento crítico al emplearla como complemento en la enseñanza de los gases ideales y de la ecuación de estado de gases ideales con estudiantes de grado 11 de la institución educativa pública José Antonio Galán de Pereira, con los que se realizan tres intervenciones didácticas para obtener episodios argumentativos que se analizaron de acuerdo a los elementos de argumentación propuestos por Toulmin (1958) para comprender la relación entre la argumentación y la construcción de pensamiento crítico en el dominio específico de la química, encontrando que los estudiantes con mejor desempeño llegan a una estructura argumentativa que cuenta con datos, garantías y en algunos casos refutaciones.

La importancia de las ideas previas en el tema de enlace químico lo presentan Kim, Ngoh, Lian y Hong (s.f) quienes encontraron en su prueba diagnóstico los siguientes resultados:

El 16.7% de los 119 estudiantes de 10^o grado en una escuela de Singapur aprecia que el cloruro de sodio forma una red iónica. Un alto porcentaje de ellos (80,4%) creían que el cloruro de sodio existía como moléculas, y el 46,1% pensaba que un ion sodio y un ion cloruro formaban un ión "molécula par". Muchos estudiantes (22.5%) también indicaron que cuando los átomos de metales y no metales se combinan, forman enlaces covalentes, en lugar de enlaces iónicos (p. 42).

Dentro del marco de ideas previas Peterson y Treagust (1989) analizan en estudiantes de 16-17 años conocimientos sobre el enlace covalente y su estructura, encontrando que:

Según lo indicado por las respuestas de los estudiantes a la pregunta dada anteriormente (¿El reparto equitativo del par de electrones ocurre en todos enlaces covalentes?), el 23% de los estudiantes parecía entender el intercambio de electrones correctamente relacionado con enlaces covalentes, pero no había considerado la influencia de la electronegatividad y el intercambio desigual resultante del par de electrones sobre la polaridad del enlace. El 61% de esta muestra había considerado el efecto de la distribución desigual del par de electrones en la polaridad del enlace (p. 460).

2.2 Historia y epistemología del concepto enlace químico

Las Ciencias Naturales están presentes en todos los aspectos fundamentales de nuestra cotidianidad. La calidad de vida que podemos alcanzar se la debemos a los alcances y descubrimientos que el estudio de la química aplicada nos ha dado. La variedad y atributos de productos de aseo personal, de alimentos enlatados, los circuitos de dispositivos electrónicos, entre muchos otros existen gracias a la química y fundamentalmente al enlace químico, definido como la interacción entre átomos para formar estructuras de mayor complejidad denominadas moléculas o cristales, el cual, ha sido uno de los principales temas de investigación en la química.

El estudio del átomo inicia como una necesidad por dar respuesta a la pregunta ¿De qué está hecho todo lo que nos rodea? Las primeras teorías surgen alrededor del año 430 a.c en la cultura griega con filósofos como, Tales de Mileto y Empédocles que plantearon que la materia dependía de la relación de cuatro elementos: tierra, aire, fuego y agua. Posteriormente en el siglo IV a.c. Aristóteles propone que los cuatro elementos de Empédocles se unirían entre sí por un principio de cohesión, el cual se puede representar como se observa en la ilustración 3, con un cuadrilátero en el que en cada vértice se encuentra un elemento, teniendo los elementos adyacentes una propiedad común, por lo que serían intercambiables.

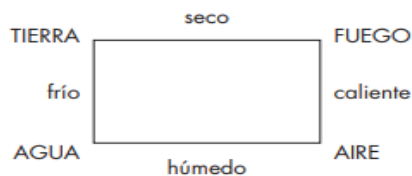


Ilustración 3. Representación de los principios o elementos de los objetos según Aristóteles (Santos, 2010)

Unos 400 años a.c, con el filósofo griego Demócrito, quien consideró que la materia estaba constituida por pequeñísimas partículas que no podían ser divididas en otras más pequeñas, eternas e inmutables, a las que llamó átomos, que en griego quiere decir indivisible, se tienen los primeros indicios de las teorías atomistas. Sin embargo, las ideas de Demócrito sobre la materia no fueron aceptadas por los filósofos de su época y transcurrieron cerca de 2.200 años para que la idea de los átomos fuera tomada de nuevo en consideración. Cabe resaltar que estas teorías griegas fueron elaboradas por un proceso mental, por un conocimiento intuitivo de la naturaleza y no como fruto de una experimentación (Santos, 2010).

En estas ideas griegas se realiza el primer esbozo del concepto enlace químico como lo plantea Espinoza (2004):

Las diferentes sustancias con sus cualidades distintas están hechas de átomos con diferentes formas, arreglos y posiciones. Los átomos están en continuo movimiento en el vacío infinito y colisionan constantemente unos con otros. Durante estos choques pueden rebotar o pegarse o permanecer juntos derivado a anzuelos y púas en sus superficies. Así tras los cambios en el mundo perceptible, se da así un cambio constante que es causado por la combinación y disociación de los átomos (p.5).

Epicuro en el siglo IV a. c., retoma la teoría atómica de Demócrito y la mejora, en búsqueda más de una filosofía ética, para despojar al hombre de sus miedos y ansiedades, que, de una explicación científica sobre la constitución de la materia, sosteniendo que:

“Los átomos eran las partículas mínimas de la materia, ya que no se podían dividir. Estos átomos se moverían a causa de su gravedad, al caer en el vacío, y no lo harían de forma predeterminada, sino que irían cambiando en su movimiento; es decir, se moverían al azar. En su caída podrían sufrir de repente un viraje o desviación. Lo que hacía posible que se combinaran unos con otros”. (Santos, 2010, p.50).

Desde el pensamiento de Aristóteles sobre la representación de los elementos con propiedades en común que les permitiría intercambiarse se permea el desarrollo de la alquimia que se origina en el siglo III a.c, donde su principal preocupación era la transmutación de los metales y la teoría del flogisto. Se creía que lo único que faltaba para conseguir esta transformación era una sustancia desconocida, un al-iksir, que en Europa se llamó piedra filosofal. (Isasi, 2012). En esta búsqueda incansable que nunca logró su objetivo se realizaron procesos químicos que permitieron muchos descubrimientos como los ácidos minerales, nítrico, sulfúrico, destilación, sublimación, calcinación, entre otros. A partir de este momento las concepciones científicas dejan de ser solo parte de un razonamiento deductivo y entra en juego el razonamiento experimental que llevó al desarrollo de un proceso de pensamiento conocido como método científico, que conllevó a múltiples avances en los desarrollos del conocimiento científico.

En el siglo XVII continuando con el desarrollo de las teorías atomistas se avanza en el concepto enlace químico. En 1704, Isaac Newton esbozó su teoría de enlace atómico en “QUERY 31”, donde señala que los átomos se unen por alguna fuerza, que en contacto inmediato desempeñan operaciones químicas (Isasi, 2012). De acuerdo con Santos (2007) Proust discípulo de Lavoisier en 1801 plantea la ley de las

proporciones definidas que establece la existencia de una relación fija de números enteros entre los átomos que forman un compuesto y Jöns Jacobs Berzalius desarrollo la teoría de los radicales para la combinación química, que mantenía que las reacciones se producen mediante grupos estables de átomos llamados radicales que se intercambian entre moléculas, construyendo así un primer esbozo del concepto sobre enlace iónico. Durante este siglo la revolución de la química dio paso a lo que hoy conocemos como química moderna.

Entre los primeros avances de la química moderna se encuentra la teoría de orbitales moleculares (TOM) planteada aproximadamente en 1930 por Friedrich Hund, Jihn C. Slater, Robert S Mulliken y John Lennard Jones, un método para determinar un enlace químico en el que los electrones no están asignados a enlaces individuales entre átomos, si no que se mueven bajo la influencia de los núcleos de toda la molécula que tiene un grupo de orbitales moleculares que se hibridan. Motivo por el cual Mulliken se hizo merecedor del premio nobel de química en 1966. Según Tamayo et al. (2012) en 1931 Linus Pauling en *The Nature of the Chemical Bond* apoyado en TOM define que "Hay un enlace químico entre dos o grupos de átomos en el caso que las fuerzas que actúan entre ellos conduzcan a la formación de un agregado con la suficiente estabilidad para que sea considerado por los químicos como una especie independiente", reconociendo la existencia de enlaces electrostáticos entre los cuales puede estar el enlace iónico.

Debido al conocimiento sobre las partículas atómicas y sus propiedades electrostáticas se desarrollan definiciones sobre el enlace iónico y covalente como lo plantea Tamayo et al. (2012):

W. Luderer (1995) define valencia como: "capacidad de combinación" e indica que el enlace de valencia: "Es la fuerza que mantiene unidos los átomos", Kossell en 1916 con la participación de Lewis y Langmuir propone el término electrovalencia y la formación de enlaces electrovalentes (iónicos), de igual manera definen el enlace covalente como enlaces por pares de electrones, Perkin en 1921 introduce el término de enlace covalente coordinado y las palabras: dador y aceptor, para indicar la especie química que aporta el par de electrones y cual la acepta y Heitler y London en 1921 aproximadamente introducen la Teoría de Enlace Valencia (TEV).

Otro gran aporte se da con la teoría de la mecánica cuántica, en la cual el físico austríaco Erwin Schrödinger en 1925 desarrolla la ecuación que lleva su nombre y en la que estudia la dualidad de la materia, es decir, el comportamiento como partícula o como onda, a partir de estudios alternativos surge la Teoría Funcional de la Densidad (DFT), en la que el parámetro a optimizar es el funcional que relaciona la distribución de densidad electrónica con la energía del sistema, la cual solo es publicada hasta 1960 por Walter Kohn, haciéndolo merecedor del premio nobel de química en 1998. Esta teoría abre las puertas a una nueva teoría de enlace, quizás para volver a romper paradigmas y así superar más obstáculos epistemológicos. (Tamayo, et al. 2012).

De acuerdo con Martín y Sánchez (s.f.) el enlace químico no tiene una entidad física como la pueden tener los átomos o las moléculas; se debe definir a partir de los aspectos abstractos de la Teoría Cuántica aplicada a los sistemas moleculares, que le supone un alto grado de dificultad conceptual que reduce la enseñanza del concepto al

método "tradicional", basado en ideas como la de valencia, y en modelos cualitativos sencillos como el de Lewis.

La enseñanza del concepto de enlace tiene como principales dificultades: la falta de claridad entre lo que es enlace iónico y covalente; el uso de la regla del octeto indiscriminadamente como principio explicativo para la formación de los enlaces químicos; ideas equivocadas sobre geometría molecular y concepto de polaridad; conceptos erróneos sobre las energías asociadas a la destrucción o la formación de enlaces químicos y sus representaciones inadecuadas. Estos forman parte de los múltiples errores que se cometen en la enseñanza convencional. (Santos y Fernández, 2014).

Por ello, la tendencia general en la enseñanza del enlace químico ha sido buscar un marco de trabajo más intuitivo, bien fundamentado en principios científicos, pero que a la vez sea útil y accesible. En este contexto, la electronegatividad aparece como concepto integrador que podría permitir la comprensión del enlace químico. Así, la diferencia de electronegatividad entre dos átomos se puede calcular para predecir de forma aproximada el porcentaje de carácter iónico o de carácter covalente que tiene un enlace. Si además se tienen en cuenta los valores medios de electronegatividades, se puede determinar si una sustancia es esencialmente covalente, iónica o metálica. (Marín, 2015)

2.3 Lenguajes de la química

El proceso de comunicación entre el docente y el estudiante de Ciencias Naturales encuentra obstáculos difíciles de superar sin estrategias que apunten específicamente

a estos, una de las principales dificultades está asociada a la brecha que se produce entre el lenguaje cotidiano (en sus aspectos sintácticos y semánticos) y el lenguaje científico erudito, haciendo del acto educativo una serie de desencuentros y sinsentidos en la clase (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001).

Enseñar química es más que enseñar a hablar, escribir o seguir complejos procedimientos químicos que permiten explicar diversos fenómenos, se requiere encontrar el medio de comunicación que permita una conexión entre el docente experto y el estudiante novato, este proceso se da gracias al lenguaje representado por dos factores: la lengua y el habla, conjunto de hábitos lingüísticos que le permiten a un individuo comprender y hacerse comprender (Saussure, 1985).

El aula de clase es un escenario en el que el alumno reestructura conocimiento, de acuerdo con la experticia del docente en el tema a enseñar y en las herramientas implementadas para hacerlo, se debe tener en cuenta que son diversos los lenguajes que se encuentran inmersos al momento de comunicar el discurso de la química, como lo propone Galagovsky et al. (2014) se encuentran:

Lenguaje verbal en explicaciones y textos; lenguaje gráfico, tanto de nivel macroscópico como nivel atómico-molecular en dibujos y esquemas; lenguajes matemáticos en ecuaciones; lenguaje de fórmulas químicas en ecuaciones químicas, entre otros (p.786).

En el lenguaje verbal se encuentran las analogías, metáforas, relatos descriptivos, narrativos y argumentativos, entre otros, pero se resalta la argumentación como elemento fundamental en las ciencias para desarrollar el pensamiento crítico. Teniendo

en cuenta la dificultad que tiene el educando para escribir textos de contenido científico, la incoherencia en la conexión de oraciones largas y la limitación al expresar por escrito las ideas que tiene aparentemente claras, que si sólo tuviera que expresarlas oralmente difícilmente se podría diferenciar entre un aprendizaje significativo o simplemente un acto memorístico (Olaya, 2017).

Para el fortalecimiento de este lenguaje se toma como referente el modelo argumentativo de Toulmin que plantea detectar elementos presentes en un buen argumento, los cuales acudiendo a traducciones de su obra se presentan en la ilustración 4 (Olaya, 2017), en esta se observan los datos, las garantías, cualificadores modales y las refutaciones como elementos que permiten dar argumentos sólidos para defender una afirmación.

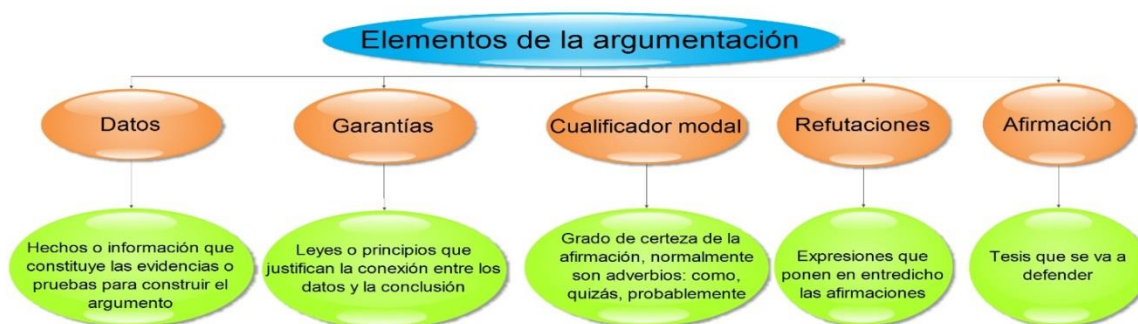


Ilustración 4. Elementos en el modelo argumentativo de Toulmin (Autoría propia)

El empleo del lenguaje matemático lo proponen Matus, Benarroch y Nappa (2011) para la construcción de modelos materiales y matemáticos clasificándolos como icónicos, analógicos y simbólicos, destacando en este último el uso fórmulas químicas y fórmulas matemáticas. Lenguaje de importancia para la enseñanza de la química cuyas bases teóricas descansan en los procesos matemáticos operativos sencillos pero

que requieren de la experticia del estudiante en el tema para así facilitar su comprensión.

Del mismo modo la ciencia utiliza un lenguaje gráfico cuando recurre a dibujos y esquemas que expresan particularidades de los modelos teóricos, y a diagramas de flujo que representan procedimientos químicos, procesos industriales, etc (Caamaño y Irazoque, 2009). La química es una rama de la ciencia que emplea este lenguaje de manera preponderante, se requieren múltiples símbolos para representar las sustancias, sus estados y sus principales transformaciones.

Como estrategia facilitadora del proceso se utilizan estos múltiples lenguajes de forma simultánea para abarcar la complejidad del proceso de comunicación debido a los respectivos modelos mentales que generan expertos y novatos (ilustración 5) que podrían ser llamados modelos científicos o de ciencia escolar y modelos idiosincrásicos respectivamente, permitiendo entender la diferencia entre “hablar química” y “comprender química”, de allí pues, que para comprenderla se requiera compartir entre el emisor y el receptor códigos y formatos sintácticos propios del lenguaje químico (Galagovsky et al., 2014).

La construcción de los modelos mentales por parte del estudiante novato que se observan en la figura 5, para los conceptos abstractos que se desarrollan en la química, se forman en mayor medida a partir del sistema sensorial, por esto es necesario orientar al estudiante en su movimiento a través de los diferentes niveles representacionales de las Ciencias Naturales para acercarlos al razonamiento discursivo sobre los procesos, teorías o procedimientos para comprender la ciencia. Galagovsky (2003) alude que se presentan tres niveles representacionales:

Nivel macroscópico, relacionado con la experiencia sensorial directa a través de los estímulos recibidos por los sentidos, nivel submicroscópico, representaciones abstractas, modelos empleados para realizar esquemas de las partículas que conforman la materia y el nivel simbólico que expresa conceptos químicos mediante fórmulas, ecuaciones químicas, expresiones matemáticas, gráficas y definiciones.

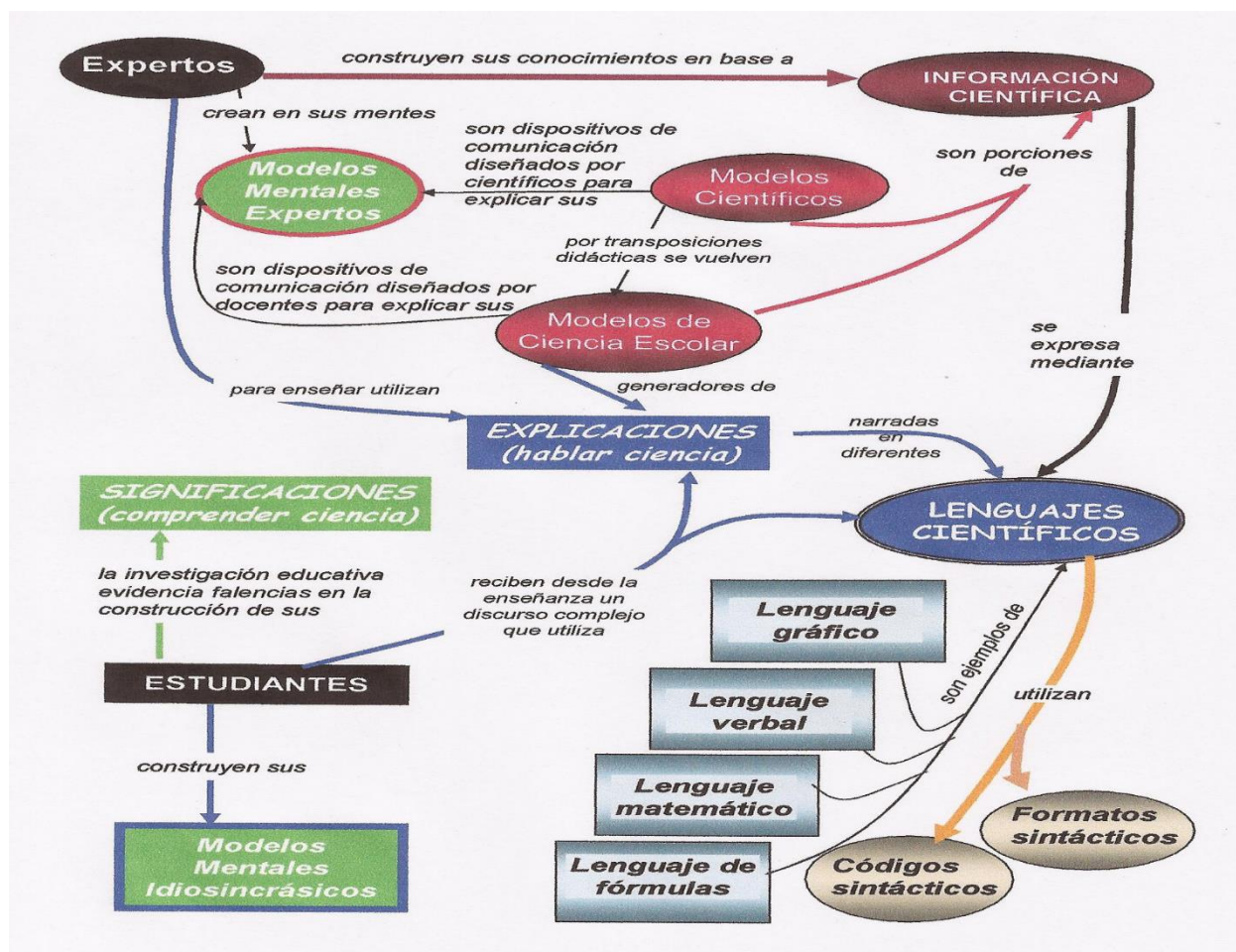


Ilustración 5. Mediación de los lenguajes como interface de comunicación entre expertos y novatos (Galagovsky et al., 2014)

En el discurso del docente normalmente se encuentran presentes estas representaciones, que no necesariamente son comprendidas a cabalidad por el

estudiante, limitando cada vez más la formación de esquemas mentales que le permitan al educando modificar su estructura cognitiva en un proceso de aprendizaje significativo.

Cabe considerar, por otra parte, que es posible que el empleo de diversos lenguajes como el verbal, gráfico, matemático, entre otros, se convierta en un obstáculo en el proceso de aprendizaje, dado que cuentan con elementos constitutivos y códigos propios alejados del lenguaje cotidiano de los estudiantes y que se presentan diferencias entre el discurso del experto y el del novato, ubicándolos en dos mundos diferentes. Situación compleja y abrumadora para el educando que tiene una gran cantidad de información que debido a su estrategia de aprendizaje debe memorizarla, aunque no la comprenda (Galagovsky, 2009).

2.4 Ideas previas y cambio conceptual

Es necesario recordar la importancia de generar espacios educativos que faciliten conexiones significativas con los conceptos que se desean aprender, con educandos motivados que se salgan del aprendizaje mecánico y memorístico que tradicionalmente se dan, de allí la importancia de tener en cuenta los conocimientos previos como elementos de acogida para las nuevas ideas que se anclan en la estructura cognitiva permitiendo su paso de la memoria de trabajo a la memoria a largo plazo (Ordenes et al., 2014).

Los estudiantes no llegan con la mente en blanco a la clase, tienen conocimientos previos o como lo afirma Ordenes et al., (2014) concepciones alternativas que son las construcciones que éste realiza para entender el entorno y actuar de forma apropiada,

por lo tanto, se encuentran influenciadas por sus experiencias cotidianas, medio social y cultural. Estas concepciones determinarían en gran medida el proceso de enseñanza-aprendizaje que se busca al querer construir el conocimiento científico en las Ciencias Naturales y en este caso específico en la enseñanza del concepto de enlace químico, lo cual es soportado teóricamente desde la afirmación de Ausubel (como se citó en Mahmud y Gutiérrez, 2010) “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente”.

Entre las características que más se destacan en las ideas previas se encuentran: la espontaneidad, ya que se forman de la interacción de quien aprende con el mundo, son construcciones personales y no fruto de la escolaridad formal; no es fácil exteriorizarlas ni verbalizarlas; pueden ser incoherentes o contradictorias entre sí y son resistentes al cambio (Muñoz, 2005).

Estas concepciones presentes en los estudiantes sobre los diferentes temas son un elemento indispensable en la enseñanza de la química, en el concepto de enlace químico se han encontrado ideas como: “Los compuestos con enlaces iónicos se comportan como moléculas sencillas”, “el enlace iónico es difícil de aprender, describir y explicar” y “las moléculas son estructuras gigantes; un elevado porcentaje de estudiantes asocia la valencia de un elemento con el subíndice del elemento con que se combina; y la mayoría no sabía calcular el número de enlaces que se rompen y se forman en una reacción química” (Ordoñez, 2016). Se hace necesario tener en cuenta estas concepciones alternativas del educando en la enseñanza del enlace, el conocer el punto de vista de los estudiantes y hacerlos partícipes del proceso genera un mayor interés por aprender, se sienten atraídos por el hecho de sentirse importantes y de

saber que sus ideas son tenidas en cuenta, facilitando así la construcción de una nueva estructura cognitiva.

Es evidente la necesidad de generar estrategias de enseñanza innovadoras, que tengan en cuenta las concepciones alternativas de los estudiantes y los lleven a reestructurar sus esquemas cognitivos, cercanas a su entorno y motivadoras para la construcción de conocimientos, como lo hacen notar De Morán, De Bullaude y De Zamora (1995):

La motivación, o sea la fuerza que impulsa al alumno hacia el aprendizaje, es uno de los problemas más complejos que debe enfrentar el docente de cualquier nivel. Puede definirse como una condición del organismo, cuya energía origina determinadas conductas, relacionadas con el ambiente para alcanzar un fin significativo (p. 66).

En este sentido, se busca la transformación de estas concepciones en nuevos aprendizajes más cercanos al conocimiento científico, como lo dan a conocer Mahmud y Gutiérrez (2010) “el cambio conceptual es un proceso de aprendizaje donde el estudiante modifica sus concepciones sobre un fenómeno o principio mediante la reestructuración o integración de la nueva información en sus esquemas mentales preexistentes”. Este cambio es lo que se denomina aprendizaje significativo, en el cual se da la asimilación de nuevos conceptos en la estructura cognitiva del sujeto para dar explicaciones a los fenómenos naturales o científicos.

2.5 [La química y su enseñanza](#)

En la investigación de la didáctica de las ciencias se busca alcanzar el desarrollo cognitivo de los educandos como objetivo fundamental en todos los niveles de la escolaridad; es decir, desarrollar la capacidad humana para conocer, comprender y actuar en el mundo que lo rodea para relacionarse asertivamente. En este sentido se deben abordar los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje desde el modelo constructivista, el cual se enfoca en “la construcción del conocimiento a través de actividades basadas en experiencias ricas en contexto. El constructivismo ofrece un nuevo paradigma para esta nueva era de información motivado por las nuevas tecnologías que han surgido en los últimos años” (Hernández, 2008, p. 26).

En el ámbito educativo se hace necesario y básicamente obligatorio la adecuación tanto del contenido como de las estrategias de enseñanza que lleven al estudiante a construir conocimiento más que a adquirirlos, teniendo en cuenta que nos enfrentamos a jóvenes nativos interactivos que desde su desarrollo en el vientre materno se encuentran inmersos en el mundo de la tecnología (Viñals y Cuenca, 2016).

Cambiar el esquema tradicional del aula requiere de la creatividad e innovación del docente para generar la interacción del educando con su entorno educativo, son necesarias actividades que se enmarquen sobre la concepción del cambio en la forma de aprender y, por ende, la forma de enseñar, se buscan sujetos que puedan construir o reconstruir significados que formen parte del cambio conceptual frente al concepto de enlace químico.

En atención a la problemática expuesta es importante disponer de recursos didácticos adecuados para desarrollar actividades que promuevan el pensamiento crítico y autónomo del alumno, mediante la construcción de proyectos que abordan los

contenidos de una manera coherente, generando conexiones que les permitan concatenar y articular los conceptos de cada disciplina, como lo plantea Triana (2016):

Inicialmente se debe involucrar a los estudiantes en el estudio de fenómenos, posteriormente, llevarlos a que desarrollen ideas que más adelante son puestas a prueba, mostrándoles como lo aprendido puede ser usado en nuevas situaciones. Esto se logra cuando el docente encuentra la forma de aprovechar los recursos del medio como insumo para que los estudiantes tengan la posibilidad de hacer ciencia en el aula de clases, aprendiendo conceptos disciplinares y habilidades científicas (p. 19).

Entre los recursos didácticos se encuentran las guías de actividades que tienen como objetivo principal promover la construcción de conocimiento en el aula de clases, teniendo en cuenta que se construyen partiendo de las concepciones alternativas de los estudiantes y de la identificación de los principales obstáculos para el proceso de aprendizaje de los conceptos en las diferentes disciplinas. A juicio de Pérez et al. (2018) “la guía significa estructurar «en un mismo paquete»: a) una selección y ordenación de contenidos académicos y b) una oferta didáctica, esto es, cómo van a ser trabajados esos contenidos y cómo van a ser evaluados los estudiantes” (p. 6). Visto desde el modelo constructivista facilitan la construcción de contenidos escolares que los acercan más al conocimiento científico.

En el diseño de las guías es necesario tener en cuenta que nos encontramos inmersos en la era de la tecnología, donde nuestro principal medio de comunicación esta mediado por las redes sociales, con una población juvenil de nativos digitales, desde edades tempranas se relacionan mejor con los dispositivos electrónicos que con

los propios seres humanos que se encuentran en su entorno. Siendo las cosas así, resulta claro que se necesita no solo ser conocedor de los avances tecnológicos, sino que se requiere tener competencias en el tema que faciliten nuestro papel como educadores de esta nueva generación. Como lo hacen notar Viñals y Cuenca (2016):

Se precisan alternativas a sus necesidades formativas y de desarrollo personal, ya que cada vez se hace más evidente la falta de soluciones eficaces a sus demandas. En definitiva, estamos hablando de la necesidad de repensar el proceso educativo, buscando su adecuación óptima a los nuevos tiempos y contextos que se dan en los centros educativos. Ámbitos educativos formales y espacios clave en el desarrollo personal y social, no solo de los jóvenes, sino del futuro que queremos (p. 104).

El aprendizaje y la motivación están estrechamente relacionados en el acto educativo y debe ser una prioridad para el docente en su rol como educador, de acuerdo con Junco (2010), hay tres clases de motivaciones escolares:

1. Incidentales, se imponen por si mismos o se promueven del exterior.
2. Provocadas, se desencadenan gracias al arte del profesor y el aparato didáctico que ha sabido movilizar.
3. Intencionales, resultan de la voluntad y de la preocupación personal de mejora y búsqueda del éxito.

Teniendo en cuenta que la motivación y la recompensa están conectadas al sistema biológico que facilita la actividad cognitiva, son esenciales en el aula actividades que incentiven al educando a ser parte activa en su proceso de formación.

De ahí que este nuevo contexto requiera de una reestructuración en la educación, ya no es suficiente que el docente sea un transmisor de conocimiento, cada día se ve una mayor necesidad en las aulas de clase de darle protagonismo a los estudiantes constructores de su proceso académico, donde sus propuestas y necesidades sean tenidas en cuenta. De esta manera asignaturas como la química en el área de las Ciencias Naturales deben maximizar el uso de una de sus principales características, la experimentación, permitiendo al educando explorar, crear e innovar en el proceso de aprendizaje y dejar de ser la dificultad o la materia de obligación. De acuerdo con Velásquez y López (2008):

La introducción de las TIC en la educación implica el desarrollo de profundos cambios en la enseñanza tradicional, en el rol de docentes y estudiantes, pero sobre todo implica un giro en la forma de actuar y pensar de las personas encargadas de tomar decisiones en torno a la implementación de las TIC en la educación.

El uso de las nuevas tecnologías trae consigo cambios y nuevos aportes a la educación. Pontes (citado por López y Morcillo, 2007) mencionan algunas de las actividades que se pueden llevar a cabo en la enseñanza aprendizaje de las ciencias con la implementación de las nuevas tecnologías:

- Como herramienta de apoyo a las explicaciones.
- Para la elaboración de trabajos de los alumnos.
- Para la búsqueda de información en internet o enciclopedias virtuales.

- Para desarrollar tareas de aprendizaje a través del uso de software didáctico específico de cada materia con simulaciones, experiencias virtuales y cuestionarios de autoevaluación.
- Para utilizar el computador como una herramienta de adquisición y análisis de datos en experiencias de laboratorio (p. 566).

La actividad experimental es uno de los principales componentes de la química, ya que potencializa el desarrollo de habilidades conceptuales, procedimentales y actitudinales en el conocimiento científico, es la parte más llamativa para los estudiantes haciendo del acto educativo un ambiente dinámico de aprendizaje. Desde el punto de vista de López y Tamayo (2012):

Existen argumentos a favor de las prácticas de laboratorio en cuanto a su valor para potenciar objetivos relacionados con el conocimiento conceptual y procedimental, aspectos relacionados con la metodología científica, la promoción de capacidades de razonamiento, concretamente de pensamiento crítico y creativo, y el desarrollo de actitudes de apertura mental y de objetividad y desconfianza ante aquellos juicios de valor que carecen de las evidencias necesarias (p. 146).

Los riesgos que trae la manipulación de reactivos químicos en los laboratorios escolares es una gran limitación para el desarrollo de los mismos, reduciendo la enseñanza de la química a un proceso encasillado en la enseñanza teórica de los conceptos que fortalecen el mantenimiento de los estudiantes en el nivel representacional de la química macroscópico, sin la experimentación es casi imposible

acercarse al nivel submicroscópico que fortalecería el desarrollo integral de los educandos en el conocimiento científico, facilitando el dominio de los lenguajes gráfico, matemático y verbal por parte de los estudiantes de forma que se realice el acto comunicativo entre el docente experto y el estudiante novato, acercándose más a “comprender la química”.

Actualmente la tecnología presenta nuevas alternativas que permiten complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las aulas de química con aplicaciones gratuitas denominadas Phets, que proporciona simulaciones en química, física, biología y matemática, fue creada por Laureate Carl Winman, lo fundó en 2002 como un proyecto en la Universidad de Colorado en Boulder Estados Unidos. En su plataforma desarrolla simulaciones de diversas prácticas de laboratorio, para su desarrollo requiere de la exploración y descubrimiento por parte de los educandos, es fácil de abordar, y puede ser usado para explicar, describir y aprender. Es flexible y capta la atención de los alumnos, al estar trabajando en tiempo real y visualizando los resultados en el momento, el feedback es constante e inmediato (Valdez, 2017, p. 11).

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque del trabajo

En la búsqueda de una perspectiva más amplia sobre la investigación, con una mayor exploración y aprovechamiento de la información se propone un enfoque investigativo mixto, el cual según Hernández, Fernández y Baptista (2006) no busca “reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales” (p. 545). Este enfoque representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que implican la recolección y el análisis de datos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recolectada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno en estudio.

Bajo esta perspectiva, se realizó una actividad de exploración de ideas previas (Anexo 1) para iniciar la investigación, la cual se aplica nuevamente al final para comparar los resultados y determinar las competencias desarrolladas por los estudiantes frente al enlace químico, de igual manera se realizó un análisis de las diferentes actividades implementadas, a través del estudio de las repuestas de los estudiantes que permitieron establecer valores numéricos que se representaron en porcentajes y diagramas de barras, de otro lado se analizan las expresiones, representaciones gráficas y los dibujos que permitieron identificar los diferentes tipos de lenguajes que utilizan los estudiantes con el fin de determinar la superación de los

obstáculos identificados en la exploración inicial que limitan el aprendizaje del concepto enlace químico.

3.2 Contexto del Trabajo

El Colegio Liceo Campestre de Pereira se encuentra ubicado en el municipio de Pereira, departamento de Risaralda, carácter privado, mixto, con calendario académico B y profundización en matemáticas e inglés. En la actualidad cuenta con una población aproximada de 500 estudiantes distribuidos desde Preescolar hasta grado once.

El presente trabajo se desarrolló con los estudiantes del único grado decimo con que cuenta la institución y que está conformado por 11 mujeres y nueve hombres, cuyas edades oscilan entre los 15 y 19 años de edad pertenecientes a los niveles socioeconómicos con estratificación 4, 5 y 6.

3.3 Fases del trabajo

Con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados en el presente trabajo se realizaron las siguientes fases.

Fase 1: Diagnóstico

Se realizó el análisis en la institución educativa identificando problemáticas a nivel del proceso de enseñanza-aprendizaje en las ciencias naturales, en la química y especialmente en el concepto enlace químico, generando una propuesta para superar estos obstáculos o limitaciones y que, a su vez, respondan a la realidad escolar que viven los estudiantes.

De acuerdo con lo anterior, se plantearon los objetivos del trabajo como guía para alcanzar los resultados esperados y se propuso el diseño y aplicación de un instrumento de ideas previas que permitiera identificar los obstáculos que los estudiantes del único grado décimo de la institución tienen sobre el concepto de enlace y la familiaridad con cada uno de los lenguajes.

Se hizo una revisión bibliográfica sobre investigaciones donde se han estudiado casos similares o se han realizado trabajos haciendo uso de esta metodología basada en los lenguajes de la química, se estudiaron los aspectos más relevantes para así lograr los objetivos propuestos.

Fase 2: Exploración de ideas previas

Se realizó una revisión de antecedentes y del marco histórico y epistemológico del concepto enlace químico la cual permitió tener una perspectiva sobre el desarrollo de esta temática y los conceptos alternos necesarios para su comprensión y aprendizaje, así como estrategias usadas en la enseñanza del mismo.

Se construyó un instrumento (Anexo 1), compuesto de cuatro preguntas abiertas para identificar las ideas previas y los lenguajes matemático, gráfico y verbal inmersos en la enseñanza de la química, el cual fue validado por experto.

Las preguntas son clasificadas de acuerdo con las actividades implementadas que cuentan con los elementos propuestos por Galagovsky et al. (2014) que permitían identificar los diferentes lenguajes que emplea el estudiante para dar respuesta a los cuestionamientos planteados, como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación preguntas para la identificación de los diferentes lenguajes

PREGUNTA	OBJETIVO
<p>1. El fluoruro de sodio, NaF, es uno de los ingredientes activos de la crema dental. El número atómico del flúor es $Z=9$ y del sodio es $Z=11$. Explica cómo se forma este compuesto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el lenguaje matemático, si utiliza la configuración electrónica, para determinar electrones de valencia que permitan explicar cómo se forma el fluoruro de sodio (NaF).
<p>2. Por medio de un dibujo representa un átomo que lograste observar e identifica cada una de sus partes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el uso adecuado o inadecuado del lenguaje gráfico empleado para dibujar el átomo.
<p>3. Dibuja como puedes ver con tu lupa las siguientes sustancias: el dióxido de carbono y el cloruro de sodio. Escribe en un párrafo como explicarías a tus padres los dibujos realizados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el lenguaje gráfico para representar la fórmula molecular y estructural de sustancias iónicas y covalentes como el cloruro de sodio y el dióxido de carbono respectivamente. • Evaluar el lenguaje verbal, ya que se espera que presenten los diferentes argumentos para explicar la formación de las diferentes sustancias.
<p>4. Realizar los dibujos del CaO, O₂ y H₂O y justificar los procedimientos o cálculos que empleaste par.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el lenguaje gráfico al momento de representar el enlace que se forma entre los elementos de cada sustancia. • Evaluar el lenguaje matemático en el uso de la electronegatividad para determinar el tipo de enlace. • Evaluar el lenguaje verbal en la justificación de respuestas.

La tabla 1 presenta la explicación sobre el tipo de lenguaje que se identificaba con cada actividad en la exploración de ideas previas.

La actividad permitió identificar los lenguajes inmersos en el enlace químico que son de uso común entre los estudiantes, se evalúan el lenguaje matemático con operaciones básicas en la construcción de la configuración electrónica, la determinación de electrones de valencia y las diferencias de electronegatividad; el lenguaje gráfico en la representación de fórmulas estructurales de enlaces iónicos o covalentes y el lenguaje verbal en la redacción de argumentos que permitieran explicar

los diferentes procesos, estos lenguajes se evaluaron con base en las rubricas que se presentan en las tablas 2 a 4.

Tabla 2. Rúbrica de evaluación lenguaje matemático

CATEGORIAS	NIVELES DE VALORACIÓN Y CRITERIOS		
	Muy satisfactorio	Satisfactorio	No satisfactorio
Contenido matemático	Cubre el tema en profundidad, recurriendo a definiciones y/o propiedades.	Cubre tema de manera superficial. No siempre recurre a definiciones y/o propiedades expresadas formalmente.	No cubre tema en profundidad y no se observan definiciones formales o poseen errores conceptuales.
Lenguaje matemático simbólico	Usa correctamente todos los símbolos matemáticos necesarios para desarrollar el tema.	Usa símbolos matemáticos pero de manera incompleta y su uso no es totalmente correcto.	Escaso uso de símbolos matemáticos y su uso o escritura es incorrecto.
Conocimientos previos	En el texto se detallan los conocimientos previos necesarios para desarrollar el temas se recuerdan de manera explícita y completa.	Se detallan los conocimientos previos necesarios pero no se recuerdan de manera explícita.	No se detallan los conocimientos previos necesarios para el desarrollo del tema; por lo tanto no se explicitan.
Coherencia didáctica	Las técnicas y/o métodos mostrados en el texto favorecen la comprensión del tema.	Las técnicas y/o métodos mostrados en el texto favorecen de manera regular, la comprensión.	Las técnicas y/o métodos mostrados en el texto no favorecen la comprensión del tema.

La tabla 2 presenta los criterios de evaluación para los diferentes niveles de valoración (muy satisfactorio, satisfactorio y no satisfactorio) en cada una de las categorías que se encuentran en el lenguaje matemático. (Modificada de Favieri, s.f.)

La tabla 3 presenta los niveles de valoración que se asignan para el uso de los diferentes elementos de la argumentación, siendo 1 el nivel en el que se encuentra el

sujeto que solo usa afirmaciones para argumentar y el nivel cinco para aquellos que emplean hasta el nivel de complejidad más alto que son las refutaciones.

Tabla 3. Rúbrica de evaluación lenguaje verbal (Modificada de Olaya, 2017)

ELEMENTOS DE LA ARGUMENTACIÓN	NIVELES DE VALORACIÓN
Afirmaciones sobre hechos	1
Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones	2
Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones	3
Cualificador modal	4
Refutaciones o afirmaciones que contradicen los datos	5

La tabla 4 presenta los criterios de evaluación para los diferentes niveles de valoración (excelente, sobresaliente, aceptable e insuficiente), se identifica el lenguaje gráfico en el nivel de representación químico macroscópico y submicroscópico.

Tabla 4. Rúbrica de evaluación lenguaje gráfico

CATEGORIAS	NIVELES DE VALORACIÓN Y CRITERIOS			
	Excelente	Sobresaliente	Aceptable	Insuficiente
Lenguaje gráfico en el nivel submicroscópico	Emplea elementos correspondientes al sistema particulado de la materia para dar respuesta a las cuatro preguntas	Emplea elementos correspondientes al sistema particulado de la materia para dar respuesta a tres preguntas	Emplea elementos correspondientes al sistema particulado de la materia para dar respuesta a dos preguntas	Emplea elementos correspondientes al sistema particulado de la materia para dar respuesta a una pregunta
Lenguaje gráfico en el nivel macroscópico	Emplea elementos asociados a su percepción del medio para dar respuesta a las cuatro preguntas	Emplea elementos asociados a su percepción del medio para dar respuesta a tres preguntas	Emplea elementos asociados a su percepción del medio para dar respuesta a dos preguntas	Emplea elementos asociados a su percepción del medio para dar respuesta a una pregunta

Cada pregunta buscaba identificar además las ideas previas y los obstáculos presentes en los estudiantes sobre el enlace químico, insumo principal en la construcción de las guías didácticas, haciendo uso de recursos audiovisuales, software (PhET) y lecturas que incentivarán el proceso de aprendizaje del educando. La categorización de cada pregunta que facilita el análisis de resultados se puede observar en las tablas 5 - 9, donde se asigna una letra del alfabeto a cada concepto evaluado.

Tabla 5. Categorización pregunta 1

PREGUNTA 1	CRITERIO	CATEGORÍA
El fluoruro de sodio, NaF, es uno de los ingredientes activos de la crema dental. El número atómico del flúor es $Z=9$ y del sodio es $Z=11$. Explica cómo se forma este compuesto.	Emplea la configuración electrónica en la formación de compuestos.	A
	Usa los electrones de valencia en la formación de compuestos.	B
	Usa la ley del octeto en la formación de compuestos.	C
	No emplea ningún conceptos	D

En la tabla 5 se establecen los criterios de evaluación de la pregunta 1, teniendo en cuenta los conceptos de configuración electrónica, electrones de valencia y ley del octeto que se buscaban evaluar.

Tabla 6. Categorización pregunta 2

PREGUNTA 2	CRITERIO	CATEGORÍA
Por medio de un dibujo representa un átomo que lograste observar e identifica cada una de sus partes.	Dibuja el átomo y sus partes.	A
	Dibuja el átomo pero no reconoce sus partes	B
	Confunde el átomo con otra estructura	C
	Dibuja el átomo pero confunde sus partes	D
	No conoce el átomo	E

En la tabla 6 se presenta la categorización de la pregunta dos en la que se evalúan conceptos asociados al átomo y su representación, buscando identificar los obstáculos

que puedan limitar el aprendizaje del concepto enlace químico por parte de los estudiantes.

Para la pregunta 3 se puede observar en las tablas 7 y 8 los criterios establecidos buscando indagar sobre sus concepciones alternativas en el concepto de enlace químico, buscando la representación gráfica de los diferentes enlaces y la argumentación sobre los elementos que tienen en cuenta para representarlos.

Tabla 7. Categorización pregunta 3a

PREGUNTA 3a	CRITERIO	CATEGORÍA
Dibuja como puedes ver con tu lupa las siguientes sustancias: el dióxido de carbono que usan las plantas para hacer fotosíntesis. Escribe en un párrafo de mínimo cinco líneas como explicarías a tus padres los dibujos realizados.	Dibuja enlaces covalentes del CO ₂	A
	Dibuja enlaces iónicos del CO ₂	B
	Dibuja el CO ₂ de acuerdo a su función en el medio	C
	Usa diagramas de esferas para dibujar el CO ₂	D
	No dibuja el CO ₂	E
	Explica estructura del CO ₂ con enlaces covalentes	F
	Explica estructura del CO ₂ con enlaces iónicos	G
	Explica estructura del CO ₂ con su función en el medio	H
	No explica la estructura del CO ₂	I

Tabla 8. Categorización pregunta 3b

PREGUNTA 3b	CRITERIO	CATEGORÍA
Dibuja como puedes ver con tu lupa las siguientes sustancias: el cloruro de sodio que empleamos en la cocina para preparar nuestros alimentos. Escribe en un párrafo de mínimo cinco líneas como explicarías a tus padres los dibujos realizados.	Dibuja enlaces covalentes del NaCl	A
	Dibuja enlaces iónicos del NaCl	B
	Dibuja el NaCl como funciona en el medio	C
	Usa diagramas de esferas para dibujar el NaCl	D
	No dibuja el NaCl	E
	Explica estructura del NaCl con enlaces covalentes	F
	Explica estructura del NaCl con enlaces iónicos	G
	Explica estructura del NaCl como funciona en el medio	H
	No explica la estructura del NaCl	I

En la pregunta 4 se indaga sobre el conocimiento que tienen los estudiantes en conceptos fundamentales para la comprensión del enlace químico como son los electrones de valencia y la electronegatividad, así como el uso que hacen de estos para representar los enlaces iónicos y covalentes.

Tabla 9. Categorización pregunta 4

PREGUNTA 4	CRITERIO	CATEGORÍA
Teniendo en cuenta la información de la tabla dibuja los enlaces que permiten la formación de algunas sustancias (CaO, O ₂ y H ₂ O) que forman parte de los materiales de Fortnite. Justifica cada uno de los dibujos y escribe los procedimientos o cálculos que empleaste para realizar los dibujos.	Dibuja enlaces covalentes (E.C.)	A
	Dibuja enlaces iónicos (E.I.)	B
	Usa electrones de valencia (E.V.) para dibujar	C
	Usa electronegatividad (E) para dibujar	D
	Dibuja enlaces como se lo imagina	E
	Usa diagramas de esferas para dibujar	F
	No dibuja enlaces	G
	Explica la formación con enlaces covalentes	H
	Explica la formación con enlaces iónicos	I
	Explica la formación con electrones de valencia	J
	Explica la formación con la electronegatividad	K
	Explica la formación como se lo imagina	L
	No explica la formación	M

La aplicación del instrumento “Exploración de ideas previas en enlace químico” se realizó en las instalaciones del Colegio Liceo Campestre de Pereira en sesiones de 45 min. Cabe aclarar que al momento de la aplicación los estudiantes no han recibido ninguna explicación actualizada sobre el tema, pero son estudiantes que desde grado sexto hasta noveno cuentan con una hora de química a la semana para trabajar algunas bases conceptuales que permitan la profundización de la asignatura en el grado décimo.

Fase 3: [Diseño y aplicación](#)

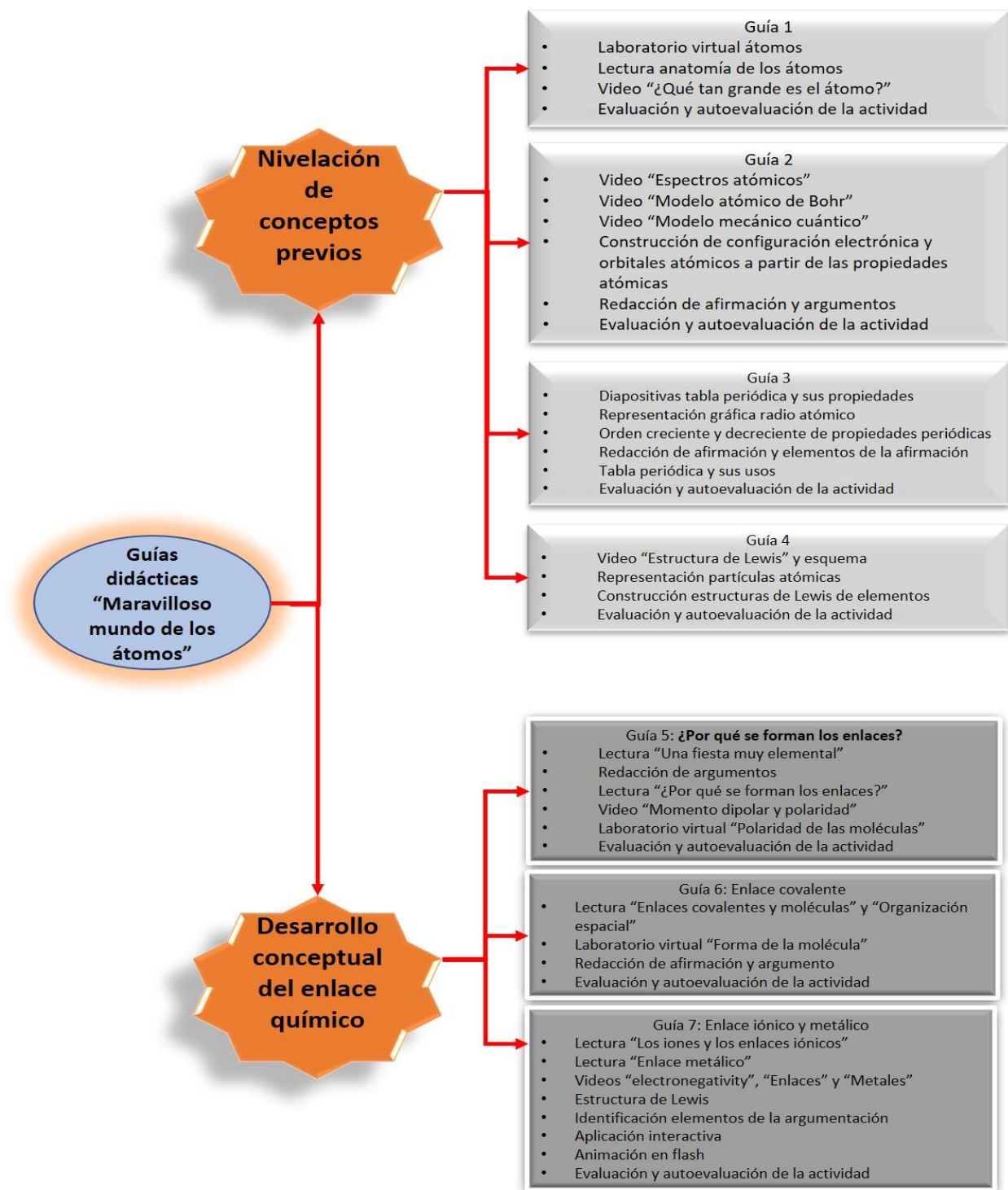


Ilustración 6. Esquema guías pedagógicas (Autoría propia)

El diseño de las guías didácticas "Maravilloso mundo de los átomos" orienta el aprendizaje de los educandos en el concepto de enlace químico a partir de la

implementación de actividades que fortalezcan el uso de los lenguajes de la química se realizó desde la perspectiva de Triana (2016), buscando una coherencia y conectividad entre los temas abordados a lo largo de cada guía aprovechando los recursos del medio, entre ellos, aplicaciones digitales para desarrollar competencias científicas.

En total fueron siete guías (cuatro de nivelación y tres de desarrollo conceptual) conformadas por tres partes: primero se presenta los objetivos planteados para superar los obstáculos encontrados; segundo, aplicación de una serie de actividades mediadas por los diversos lenguajes para cumplir con los objetivos propuestos y tercero reflexión sobre el proceso de aprendizaje y evaluación de las actividades, organizadas como se presenta en la ilustración 6.

La secuencia de guías se organizó de manera tal que se dieran los procesos de nivelación de conceptos previos y el desarrollo conceptual del enlace químico:

Nivelación de conceptos previos

Para el diseño de las actividades se tienen en cuenta las concepciones alternativas u obstáculos evidenciados en la exploración de ideas previas como elemento fundamental para la construcción del acto educativo con el educando como el actor principal, como lo expresan Vázquez, Jiménez y Mellado (2010):

Definimos, pues, obstáculos como las creencias, más o menos elaboradas, y los conocimientos prácticos personales estables y consolidados en la actividad profesional, resistentes al cambio. Desde nuestra visión, el obstáculo se contempla como una oportunidad en el desarrollo gradual del profesorado a

partir de lo que ya piensan y hacen, de los problemas reales de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (p. 419).

Se caracterizaron las actividades (tablas 10 - 13) de cada guía, las cuales fueron diseñadas para fortalecer los lenguajes matemático, gráfico y verbal. A lo largo del proceso se busca generar en el estudiante el cambio conceptual necesario que lo lleve a desarrollar las competencias que se pretenden alcanzar.

Tabla 10. Caracterización actividades Guía 1 (Anexo 2)

Categoría	LENGUAJES					
	Gráfico	Matemático	Verbal			
	1a. Teniendo en cuenta la constitución de la materia realice el modelo de tres átomos diferentes que se imagine usando la plataforma interactiva y dibújelos.	1b. Cree el modelo de los siguientes átomos y complete la tabla	2a. Encuentra en el texto información asociada con la estructura del átomo	2b. Identifica en la lectura, leyes, principios o evidencias científicas relacionadas con la afirmación.	2c. Cual adverbio seleccionarías. Escribe como quedaría la nueva afirmación.	2d. Escribe un contraargumento para tu afirmación.
0	No realiza la actividad	No realiza la actividad	No realiza la actividad			
1	No dibuja los modelos de los átomos	No identifica las partículas atómicas, ni las opera adecuadamente para hallar la masa atómica y la carga.	No identifica en el texto el elemento de argumentación solicitado			
2	Realiza el bosquejo del modelo, pero no tiene en cuenta la cantidad de partículas atómicas	Identifica las partículas atómicas, pero no las opera adecuadamente para hallar la masa atómica y la carga.	Identifica el elemento de argumentación solicitado, pero no lo utiliza adecuadamente.			
3	Dibuja adecuadamente los modelos de átomos.	Identifica las partículas atómicas, pero y las opera adecuadamente para hallar la masa atómica y la carga.	Identifica el elemento de argumentación solicitado y lo utiliza adecuadamente.			

En la parte superior de cada tabla están separadas las preguntas por el tipo de lenguaje al que apuntan y para todas las guías se describe el grado de competencia de cada estudiante para las categorías asignadas desde cero (0) hasta tres (3), siendo tres, la categoría que designa al estudiante con mayores habilidades desarrolladas frente al tema evaluado y también se especifican los criterios que se tendrán en cuenta para ubicar a los estudiantes en una u otra categoría.

En la guía 1 se evalúan el lenguaje gráfico, matemático y verbal, para desarrollar el concepto del átomo, el cual se evidencio en la actividad de ideas previas como uno de los principales obstáculos para el aprendizaje del concepto de interés, en la tabla 10 se puede observar las categorías asignadas a los diversos niveles de desempeño alcanzados en cada uno de los criterios de evaluación.

Tabla 11. Categorización actividades Guía 2 (Anexo 3)

Categoría	LENGUAJES		
	Verbal	Gráfico	Matemático
	1, 2, 3a, 3b, 3c. A partir de los videos responde las preguntas	3d. Representa orbitas y orbitales	4. Escribe configuración electrónica y diagrama de orbitales
0	No realiza la actividad	No realiza la actividad	No realiza la actividad
1	No puede extraer información de los videos	No gráfica adecuadamente las orbitas y los orbitales	No identifica los elementos necesarios para realizar la configuración electrónica.
2	Responde las preguntas pero no es coherente en su redacción	Realiza un bosquejo de orbitas y orbitales pero no es claro	Identifica los elementos necesarios para realizar la configuración electrónica, pero no realiza adecuadamente la configuración electrónica y/o el diagrama de orbitales
3	Responde las preguntas coherentemente, de acuerdo con la información entregada	Gráfica adecuadamente las orbitas y los orbitales	Identifica los elementos necesarios para realizar la configuración electrónica y realiza adecuadamente la configuración electrónica

La tabla 11 presenta la rúbrica de evaluación de la guía 2, diseñada con actividades en el lenguaje verbal, gráfico y matemático para trabajar el concepto de orbitas, orbitales atómicos y la configuración electrónica como conceptos básicos para la comprensión de la formación de enlaces.

Tabla 12. Categorización actividades Guía 3 (Anexo 4)

Categoría	LENGUAJES		
	Gráfico	Matemático	Verbal
	2. Gráfica el radio atómico	3. Ordena de forma creciente o decreciente los átomos de acuerdo con las propiedades periódicas	4. Escribe una afirmación y completa la tabla con los elementos de la argumentación
0	No realiza la actividad	No realiza la actividad	No realiza la actividad
1	No dibuja los radios atómicos de los elementos	No puede ordenar adecuadamente los elementos de un grupo y un período de acuerdo a las propiedades periódicas	No identifica los elementos de argumentación solicitado
2	Realiza el bosquejo del radio atómico, pero no tiene en cuenta el cambio en el tamaño de acuerdo con los electrones.	Ordena adecuadamente los elementos de un grupo y/o un período de acuerdo a las propiedades periódicas	Identifica los elementos de argumentación solicitado, pero no lo utiliza adecuadamente.
3	Gráfica adecuadamente el radio atómico de los elementos.	Ordena adecuadamente los elementos de un grupo y un período de acuerdo a las propiedades periódicas	Identifica los elementos de la argumentación solicitados y los utiliza adecuadamente.

Los enlaces se forman gracias a la interacción de los elementos de acuerdo con las propiedades periódicas que permiten predecir el comportamiento de los mismos, en la tabla 12 se presenta la categorización de la guía 4 en la que se implementan actividades que permitan la comprensión de estas propiedades y sus variaciones a lo largo de la tabla periódica.

Tabla 13. Categorización actividades Guía 4 (Anexo 5)

Categoría	LENGUAJES		
	Verbal	Gráfico	Matemático/gráfico
	Completar esquema conceptos básicos del átomo	1a. A partir de la representación gráfica de iones, identificar el elemento y simbolizar los iones	2. Completar la tabla con la configuración electrónica, el grupo de la tabla periódica y la estructura de Lewis
0	No realiza la actividad	No realiza la actividad	No realiza la actividad
1	No selecciona adecuadamente la información para completar el esquema	No identifica adecuadamente los iones a partir de la representación gráfica de estos.	No construye la configuración electrónica de los elementos a partir de Z, ni asocia los electrones de valencia y estructura de Lewis con los grupos de la tabla periódica.
2	Selecciona información relevante en algunos de los temas para completar el esquema	Representa adecuadamente el símbolo del ión y/o del elemento a partir de la representación gráfica de los iones.	Construye la configuración electrónica de los elementos a partir de Z, pero no identifica electrones de valencia, ni los asocia con la ubicación de los elementos en los grupos y la estructura de Lewis.
3	Selecciona información relevante en todos los temas para completar el esquema	Representa adecuadamente el símbolo del ión y del elemento a partir de la representación gráfica de los iones.	Construye la configuración electrónica de los elementos a partir Z, asociando los electrones de valencia con la ubicación de los elementos en los grupos y la estructura de Lewis

Para finalizar la nivelación de conceptos previos se trabajó la estructura de Lewis, la configuración electrónica y la formación de iones en el desarrollo de la guía 4, diseñando la rúbrica que se puede observar en la tabla 13 para evaluar los diferentes niveles de comprensión en el tema.

Desarrollo conceptual del enlace químico

Para abordar cualquier concepto es necesario tener estructuras que permitan el anclaje de la nueva información, desde el enlace químico se requieren algunas bases teóricas para facilitar su comprensión, teniendo en cuenta su alto nivel de abstracción se necesita que el estudiante tenga las capacidades para moverse entre los niveles representacionales macroscópicos y submicroscópicos de la materia, debido a la trascendencia de este concepto en la enseñanza de la química, se crean tres guías didácticas para explicar el enlace químico.

La quinta guía ¿Por qué se forman los enlaces? (Anexo 6) tiene cinco actividades (tablas 14 y 15) con las que se busca identificar las características de los átomos que les permiten formar enlaces, de esta manera se pueden diferenciar los conceptos de átomo, elemento, molécula y su distribución espacial y conocer el lenguaje científico inmerso en el concepto de enlace químico. Se trabajan aspectos fundamentales del tema en cuestión como son la energía de enlace, la formación de dipolos y su relación con la densidad electrónica.

Tabla 14. Caracterización actividades 1-3 Guía 5: ¿Por qué se forman los enlaces? (Anexo 6)

Categoría	LENGUAJES		
	Verbal/ Gráfico	Verbal	
	1. En qué consiste una fiesta muy elemental y realizar un dibujo para definir lo que aprendiste de la lectura	2. Escribe un argumento a favor o en contra para cada una de las afirmaciones.	3a.b. Explica la relación entre la energía que hay entre átomos y la formación de enlaces.
0	No realiza la actividad	No realiza la actividad	No realiza la actividad
1	No identifica las ideas principales de un texto, ni representa lo que aprendió.	No emplea los elementos de la argumentación para construir argumentos.	No identifica las ideas principales de un texto, ni representa lo que aprendió.
2	Identifica las ideas principales del texto para explicar la idea central y/o representa claramente lo que aprendió por medio de un dibujo.	Emplea datos y/o garantías para construir un argumento.	Identifica las ideas principales del texto, pero no expresa la idea con coherencia.
3	Identifica las ideas principales del texto para explicar la idea central y representa claramente lo que aprendió por medio de un dibujo.	Emplea los elementos de la argumentación para construir el argumento.	Identifica las ideas principales del texto y expresa coherentemente la idea.

Tabla 15. Caracterización actividades 4 y 5 de la Guía 5: ¿Por qué se forman los enlaces?

Categoría	LENGUAJES	
	Verbal/Gráfico	Gráfico/Matemático
	4a. ¿Por qué se forma un dipolo y cuál es su relación con la polaridad de una molécula? Representalo gráficamente	5. Representa la polaridad o densidad electrónica de las moléculas del PhET
0	No realiza la actividad	No realiza la actividad
1	No identifica las ideas principales de un texto, ni representa lo que aprendió.	No representa la densidad electrónica de los átomos de las moléculas, ni las asocia con su electronegatividad
2	Identifica las ideas principales del texto, pero no expresa la idea con coherencia.	Representa la densidad electrónica de los átomos de las moléculas, o asocia la densidad electrónica con su electronegatividad
3	Identifica las ideas principales del texto y expresa coherentemente la idea.	Representa la densidad electrónica de los átomos de las moléculas y las asocia con su electronegatividad

Tabla 16. Caracterización actividades Guía 6: Enlace covalente

Categoría	LENGUAJES			
	Verbal	Gráfico/ Matemático	Gráfico/ matemático	Verbal
	1. a.b. Define enlace covalente. Identifica tipo de representaciones de las moléculas	1.c. Representación de fórmula estructural y la polaridad de la molécula de oxígeno	2. Representa estructura de Lewis y la geometría molecular de agua, dióxido de carbono y metano.	3. Plantee un afirmación con su correspondiente argumento
0	No realiza la actividad	No realiza la actividad	No realiza la actividad	No realiza la actividad
1	No identifica las ideas principales para responder preguntas asociadas al texto	No representa la fórmula estructural ni la polaridad de la molécula de oxígeno	No representa la estructura de Lewis ni la geometría molecular de las moléculas propuestas.	No emplea ningún elemento de la argumentación
2	Identifica las ideas principales del texto para responder la pregunta uno o dos.	Representa la fórmula estructural o la polaridad de la molécula de oxígeno	Representa la estructura de Lewis o la geometría molecular de las moléculas propuestas.	Plantea una afirmación, pero no da argumentos para sustentarla.
3	Identifica las ideas principales del texto para responder las dos preguntas.	Representa la fórmula estructural y la polaridad de la molécula de oxígeno	Representa la estructura de Lewis y la geometría molecular de las moléculas propuestas.	Plantea una afirmación y emplea los elementos de la argumentación para sustentarla.

Teniendo claro la naturaleza del enlace químico se desarrollan las guías seis “Enlace covalente” y la guía siete “Enlace iónico y metálico” (Anexo 8) en las que se estudian las características de los átomos que les permiten interactuar entre ellos para formar enlaces, en este estudio se tienen en cuenta los conceptos de electrones de valencia, electronegatividad y ley del octeto para la formación de moléculas y su distribución espacial en el caso de los enlaces covalentes y la formación de cristales en el caso de los iónicos. La caracterización de las actividades se puede observar en las tablas 16 y 17.

Tabla 17. Caracterización actividades Guía 7: Enlaces iónicos y metálicos

Categoría	LENGUAJES				
	Verbal	Gráfico/ Matemático	Gráfico/ Matemático	Verbal	Gráfico
	1. a.b.c. Relación entre electronegatividad, cationes, aniones y enlace iónico y entre electrones de valencia, Lewis, octeto y enlaces.	2.a.b. Define enlace metálico e identifica los elementos que los forman	4. Estructura de Lewis del enlace iónico	5. Elementos de la argumentación	7. Diseño del PhET
0	No realiza la actividad		No realiza la actividad	No realiza la actividad	No realiza la actividad
1	No identifica las ideas principales para responder preguntas asociadas al texto		No representa la estructura de Lewis de los elementos ni el enlace iónico.	No identifica ningún elemento de la argumentación	No diferencia enlaces iónicos y covalentes, ni emplea electrones de valencia para determinar con la ley del octeto el tipo de enlace y las insaturaciones
2	Identifica las ideas principales y responde algunas preguntas asociadas al texto		Representa la estructura de Lewis de los elementos o el enlace iónico.	Identifica datos, garantías, refutaciones o contraargumentos a partir del texto.	Diferencia enlaces iónicos y covalentes o emplea electrones de valencia para determinar con la ley del octeto el tipo de enlace y las insaturaciones
3	Identifica las ideas principales y responde todas las preguntas asociadas al texto		Representa la estructura de Lewis de los elementos y el enlace iónico.	Identifica datos, garantías, refutaciones y contraargumentos a partir del texto.	Diferencia enlaces iónicos y covalentes y emplea electrones de valencia para determinar con la ley del octeto el tipo de enlace y las insaturaciones

La secuencia de actividades se aplica en siete momentos diferentes, respetando en cada uno de ellos el tiempo que necesitaba el estudiante para alcanzar los objetivos propuestos en cada una de las guías, teniendo en cuenta que el proceso de

aprendizaje fue realizado de manera autónoma contando con el docente como orientador.

Fase 4: Evaluación de guías “Maravilloso mundo de los átomos”

El análisis de datos se efectuó con base en la información obtenida en la aplicación del mismo cuestionario inicial como un post test, se realizó la revisión de cada pregunta donde se obtuvieron las ideas previas de los estudiantes y los obstáculos que fueron el insumo para el diseño de las guías didácticas. Los resultados de la aplicación de guías se analizan con base en el trabajo de 19 estudiantes, se ordenaron y se presentaron estadísticamente para facilitar su análisis.

Continuando con el proceso de investigación se analizaron cualitativa y cuantitativamente los datos de cada una de las guías implementadas con el fin de determinar el manejo adecuado o inadecuado de los lenguajes matemático, verbal y gráfico inmersos en el enlace químico por parte de los educandos, así como los avances en la superación de los obstáculos identificados con anterioridad. Cabe resaltar que los lenguajes son evaluados de acuerdo con la teoría que propone Galagovsky et al. (2014) de los lenguajes de la química.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Teniendo presente que el enfoque del trabajo es de tipo mixto, se presentan a continuación los análisis de los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento “Exploración de ideas previas” en un momento inicial, pretest y final como postest, de igual manera se analiza el trabajo realizado por los estudiantes en el desarrollo de las guías didácticas “Maravilloso mundo de los átomos”. La ilustración 7 presenta una orientación sobre el desarrollo de este capítulo. Los resultados obtenidos son analizados desde el enfoque cuantitativo por medio de gráficos y porcentajes y cualitativo con la interpretación de las respuestas justificadas por los estudiantes.

4.1 Análisis del instrumento de exploración de ideas previas

Evaluación lenguajes químicos

Para identificar los lenguajes de uso más común en los estudiantes se diseñaron diferentes preguntas que permitieran identificarlos.

Lenguaje matemático

Las preguntas diseñadas para evaluar este lenguaje son:

Pregunta 1: El fluoruro de sodio, NaF, es uno de los ingredientes activos de la crema dental. El número atómico del flúor es $Z=9$ y del sodio es $Z=11$. Explica cómo se forma este compuesto.

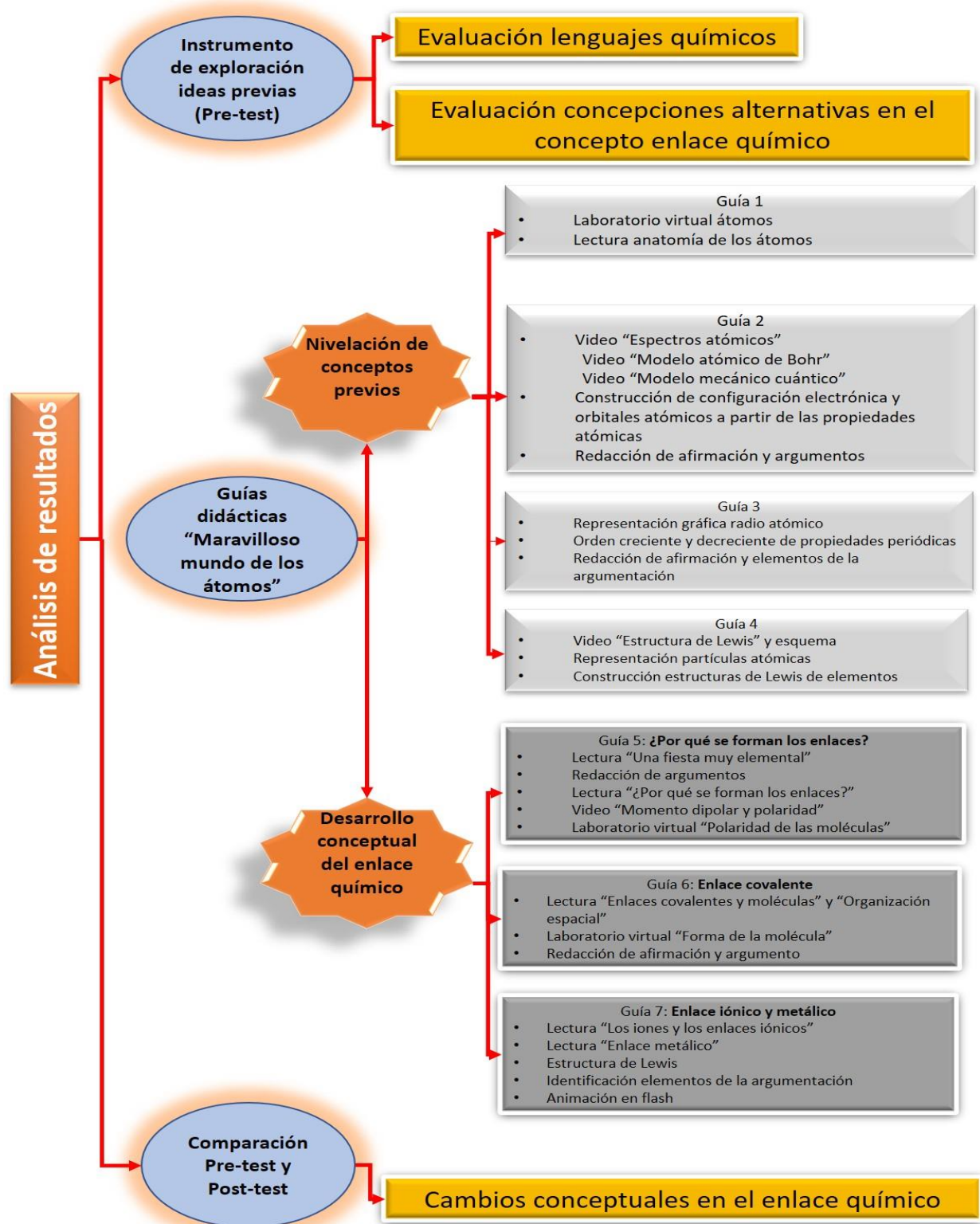
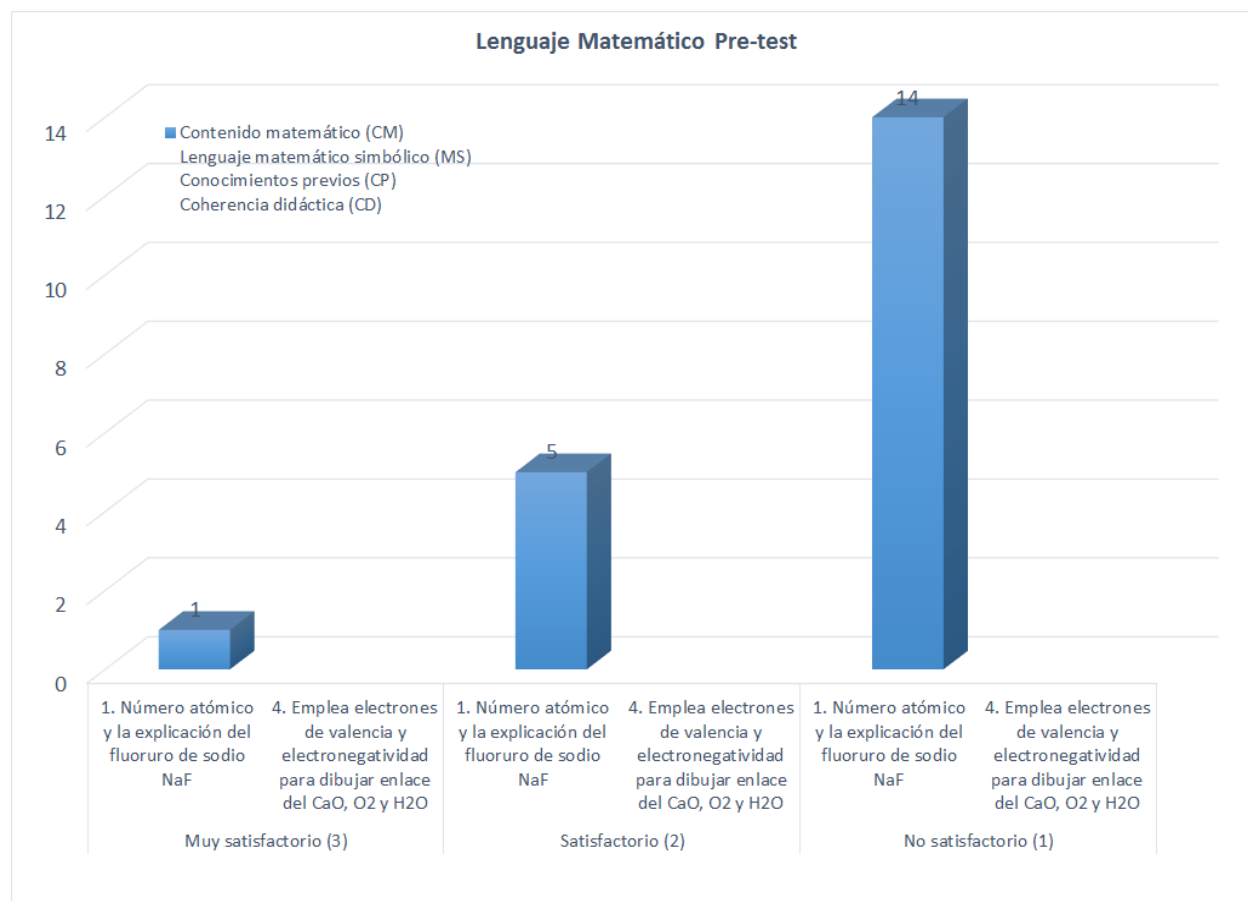


Ilustración 7. Síntesis del análisis de resultados (Autoría propia)

Pregunta 4: Teniendo en cuenta la información de la tabla dibuja los enlaces que permiten la formación de algunas sustancias que forman parte de los materiales de Fortnite. Justifica cada uno de los dibujos y escribe los procedimientos o cálculos que empleaste para realizar los dibujos. (Modificada de De Posada, 1999).

Los resultados obtenidos se evaluaron de acuerdo con la rúbrica (tabla 2), en la que se establecen los criterios para determinar el nivel de valoración en el que se ubican los estudiantes en las categorías de, contenido matemático, lenguaje simbólico, conocimientos previos y coherencia didáctica.



Gráfica 1. Resultados obtenidos por los estudiantes en el lenguaje matemático

Como se observa en la gráfica 1, catorce estudiantes se ubican en el nivel de valoración más bajo, no satisfactorio, cinco tienen un desempeño satisfactorio y uno muy satisfactorio, esto evidencia que el 70% de los educandos no emplean el contenido matemático asociado al tema de enlace químico, representado en operaciones como las sumas y restas necesarias en la pregunta 1 para escribir la configuración electrónica y determinar los electrones de valencia y en la pregunta 4 en el cálculo de la diferencia de electronegatividad que facilita la representación de los enlaces en el fluoruro de sodio.

Cabe resaltar que el Colegio Liceo Campestre de Pereira ofrece una educación integral con profundización en matemáticas, por lo tanto, se puede plantear que la falencia en las categorías de la rúbrica del lenguaje matemático se centra en la coherencia didáctica, ya que la parte operativa de contenido, lenguaje y conocimientos deben estar en la estructura cognitiva de los estudiantes, pero no tienen claridad en el uso de estas habilidades para desarrollar el concepto de enlace químico.

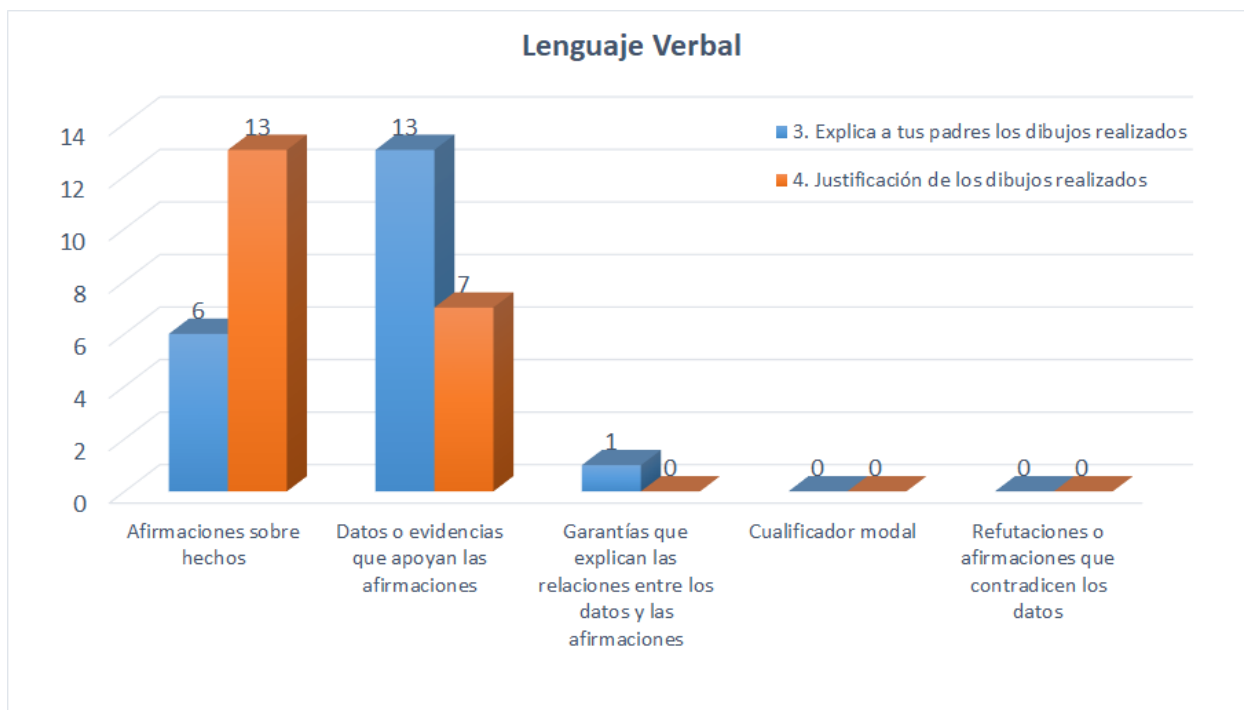
Lenguaje verbal

Las preguntas diseñadas para evaluar este lenguaje son:

Pregunta 3: Ubícate en el gran laboratorio LCP, en el cual tienes una súper lupa con la que puedes observar la constitución de la materia, dibuja como puedes ver con tu lupa las siguientes sustancias: el dióxido de carbono que usan las plantas para hacer fotosíntesis y el cloruro de sodio que empleamos en la cocina para preparar nuestros alimentos. Escribe en un párrafo de mínimo cinco líneas como explicarías a tus padres los dibujos realizados.

Pregunta 4: Teniendo en cuenta la información de la tabla dibuja los enlaces que permiten la formación de algunas sustancias que forman parte de los materiales de Fortnite. Justifica cada uno de los dibujos y escribe los procedimientos o cálculos que empleaste para realizar los dibujos. (Modificada de De Posada, 1999).

Para el lenguaje verbal se desarrollan las preguntas basadas en la interpretación del modelo argumentativo de Toulmin presentado por Olaya (2017) en el que se asignan niveles de valoración de uno (1) hasta cinco (5) a medida que se aumenta en la cantidad y en la complejidad de los elementos de la argumentación utilizados para redactar un argumento (tabla 8).



Gráfica 2. Resultados obtenidos por los estudiantes en el lenguaje verbal

Como se observa (gráfica 2) en los resultados de la pregunta 3, seis estudiantes escriben solo una afirmación para dar la explicación sobre cómo pueden ver el dióxido de carbono (CO₂) y el cloruro de sodio (NaCl) con la súper lupa, trece llegan hasta el

nivel de datos o evidencias que permiten apoyar su afirmación, lo que equivale a que el 65% de la población estudiantil llega hasta el nivel dos empleando datos sobre las características de las sustancias para dar argumentos.

Esto implica que el 30% de la población estudiantil se puede clasificar en el nivel de valoración uno en el que solo escriben afirmaciones sobre los hechos para explicarle a sus padres, cabe resaltar que el contexto familiar usado en la pregunta tiene como finalidad que el estudiante se vea en la necesidad de ser muy explícito en sus argumentos, facilitando así la identificación de los elementos argumentativos. Los niveles de mayor complejidad como las garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones se evidencian solo en un estudiante cuya respuesta se puede ver en la ilustración 8, el cual hace alusión a la ley del octeto para explicar la formación del enlace en el CO_2 y el NaCl . En el caso de los cualificadores modales y las refutaciones ningún estudiante llega hasta este nivel.

Sustancia	
Dióxido de carbono	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$
Explicación a tus padres	
<p>Como se puede ver en el anterior dibujo, el dióxido de carbono tiene 1 carbono y 2 oxígenos, el carbono se tiene de a juntas con varios elementos, ya que quiere completar la ley del octeto (como los oxígenos), por eso interactúan entre sí formando enlaces en este caso covalentes.</p>	
Sustancia	Dibujo
Cloruro de sodio	$\text{Na} \rightarrow \text{Cl}$
Explicación a tus padres	
<p>La sal de cocina que usamos para salar los alimentos se da por la interacción por medio de un enlace covalente entre el sodio y el cloro ya que estos buscan completar la ley del octeto, ya al hacer este enlace completan los ocho electrones en la última capa estabilizándose.</p>	

Ilustración 8. Respuesta de un estudiante que emplea garantías para su argumentación

Lenguaje gráfico

Las preguntas diseñadas para evaluar este lenguaje son:

Pregunta 2: Imagina que estamos estrenando un potente microscopio en el laboratorio LCP, que tiene la capacidad de observar átomos y moléculas de cualquier sustancia. Por medio de un dibujo representa un átomo que lograste observar e identifica cada una de sus partes.

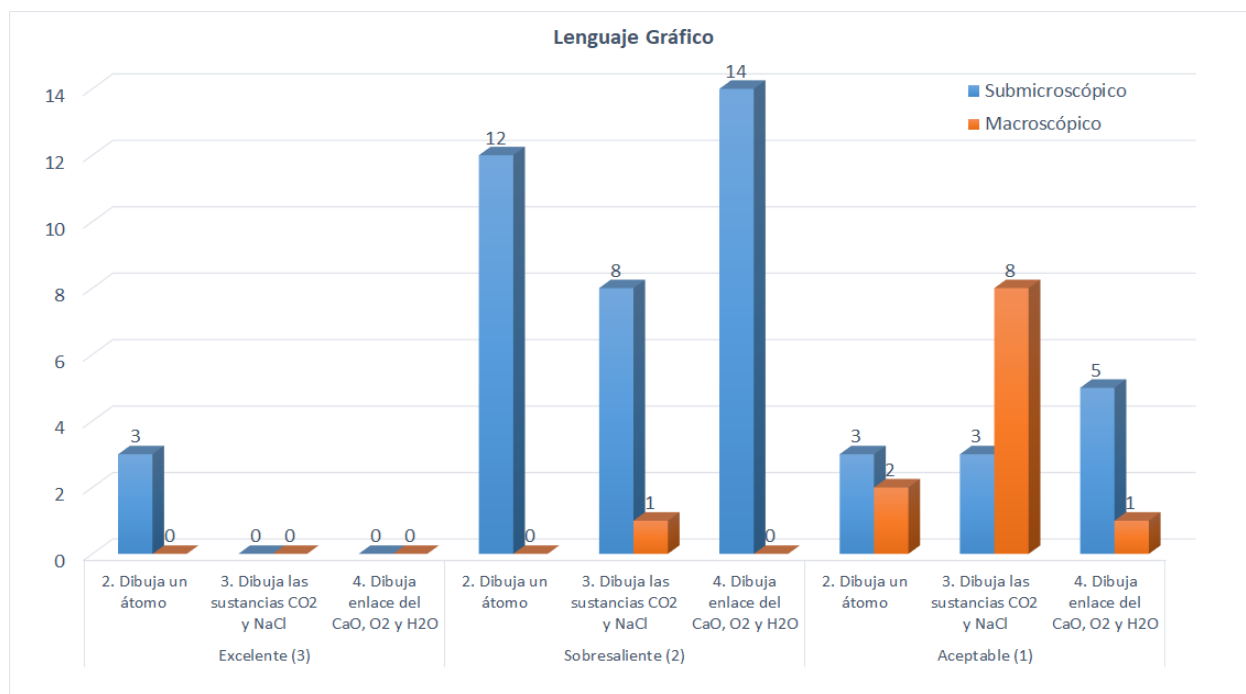
Pregunta 3: Ubícate en el gran laboratorio LCP, en el cual tienes una súper lupa con la que puedes observar la constitución de la materia, dibuja como puedes ver con tu lupa las siguientes sustancias: el dióxido de carbono que usan las plantas para hacer fotosíntesis y el cloruro de sodio que empleamos en la cocina para preparar nuestros alimentos. Escribe en un párrafo de mínimo cinco líneas como explicarías a tus padres los dibujos realizados.

Pregunta 4: Teniendo en cuenta la información de la tabla dibuja los enlaces que permiten la formación de algunas sustancias que forman parte de los materiales de Fortnite. Justifica cada uno de los dibujos y escribe los procedimientos o cálculos que empleaste para realizar los dibujos. (Modificada de De Posada, 1999).

En el lenguaje gráfico se plantea una rúbrica (tabla 4) para determinar el nivel representacional de la materia en el que se encuentran los estudiantes, bien sea el macroscópico o el submicroscópico.

En la gráfica 3 se puede observar que para la pregunta 2, doce estudiantes se encuentran en un nivel de valoración sobresaliente y tres en el nivel excelente para la categoría submicroscópica, debido a que emplean modelos atómicos para dibujar el

átomo, aunque presentan algunas dificultades que se analizarán más adelante, en la pregunta 3, ocho y en la pregunta 4, catorce estudiantes se encuentran en nivel sobresaliente en la categoría submicroscópica, ya que representan las sustancias con diagramas de esferas como se puede observar en la ilustración 9 y según Jhonstone (citado por Galagovsky et al., 2003), las representaciones abstractas de modelos que tiene en su mente asociados a esquemas de partículas, hace referencia al nivel submicroscópico, para él algunos ejemplos de este nivel son las imágenes de esferitas que solemos utilizar para describir las sustancias.



Gráfica 3. Resultados obtenidos por los estudiantes en el lenguaje gráfico



Sustancia		
Dióxido de carbono		

Ilustración 9. Representación de un estudiante a nivel submicroscópico de dióxido de carbono

De acuerdo con la gráfica 3 once estudiantes en las tres preguntas evaluadas emplean el lenguaje gráfico en el nivel macroscópico (ilustración 9) ya que se centran en plasmar características de aquello que han obtenido por la interacción con los sentidos, para Jhonstone (citado por Galagovsky et al., 2003), el nivel macroscópico corresponde a las representaciones mentales adquiridas a partir de la experiencia sensorial directa. Este nivel se construye mediante la información proveniente de nuestros sentidos, basada en propiedades organolépticas, visuales, auditivas y táctiles.

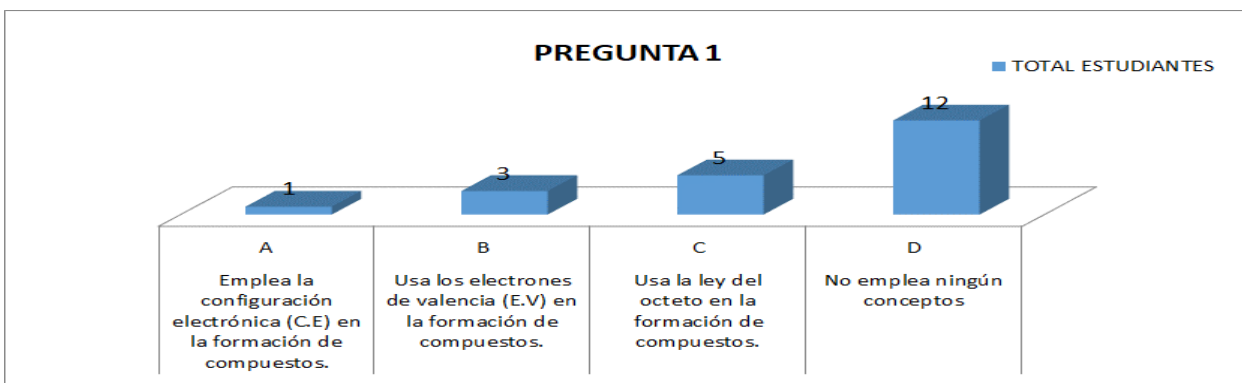
4.2 Evaluación concepciones alternativas en el concepto enlace químico

Teniendo en cuenta la relevancia de las concepciones alternativas en el cambio conceptual, como elementos de acogida para las nuevas ideas que se anclan en la estructura cognitiva permitiendo su paso de la memoria de trabajo a la memoria a largo plazo (Ordenes et al., 2014).

En las tablas 5 a 9 se presentaron los preconceptos que se evaluaban en cada pregunta, a continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada una de las preguntas:

➤ **Análisis pregunta 1**

Pregunta: El fluoruro de sodio, NaF, es uno de los ingredientes activos de la crema dental. El número atómico del flúor es $Z=9$ y del sodio es $Z=11$. Explica cómo se forma este compuesto.



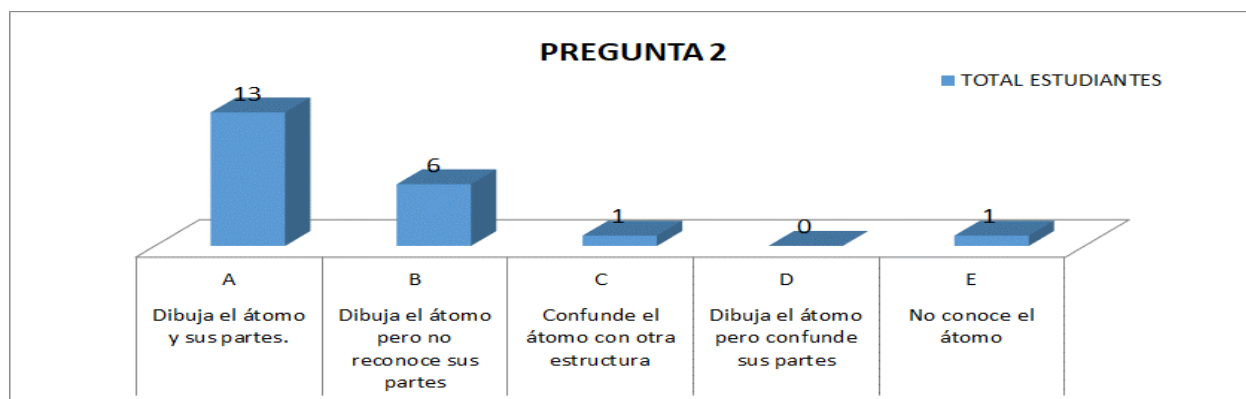
Gráfica 4. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 1 del pretest

Las respuestas de los estudiantes a esta pregunta se observan en la gráfica 4, doce estudiantes no emplean los conceptos de configuración electrónica, electrones de valencia ni ley del octeto para explicar la formación del fluoruro de sodio, por lo tanto se puede plantear que el 60% de la población no tiene las bases necesarias para comprender el concepto de enlace químico. De acuerdo con Pérez et al. (2018) estos son temas que requieren un adecuado tratamiento metodológico en la enseñanza del enlace químico.

➤ **Análisis pregunta 2**

Pregunta: Imagina que estamos estrenando un potente microscopio en el laboratorio LCP, que tiene la capacidad de observar átomos y moléculas de cualquier sustancia. Por medio de un dibujo representa un átomo que lograste observar e identifica cada una de sus partes.

En la gráfica 5 se presentan los resultados obtenidos por los estudiantes en un concepto básico que es la estructura del átomo, necesario para comprender los modelos atómicos y sus aportes en la construcción del enlace químico, de esta gráfica podemos ver que solo trece estudiantes logran realizar el esquema del átomo adecuadamente, teniendo en cuenta las partículas y su correspondiente ubicación.



Gráfica 5. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 2 del pretest

Así mismo se observa que seis estudiantes reconocen el esquema general pero no las partículas atómicas ni su ubicación, un estudiante asocia su estructura con la célula (ilustración 11) y otro no la reconoce, teniendo en cuenta que la población corresponde a estudiantes de grado décimo que han trabajado bases conceptuales de química desde grado sexto se hace evidente la necesidad de diseñar las guías de nivelación desde el concepto de átomos para hacer claridad sobre el tema y superar este que puede ser un obstáculo en el aprendizaje del enlace químico.

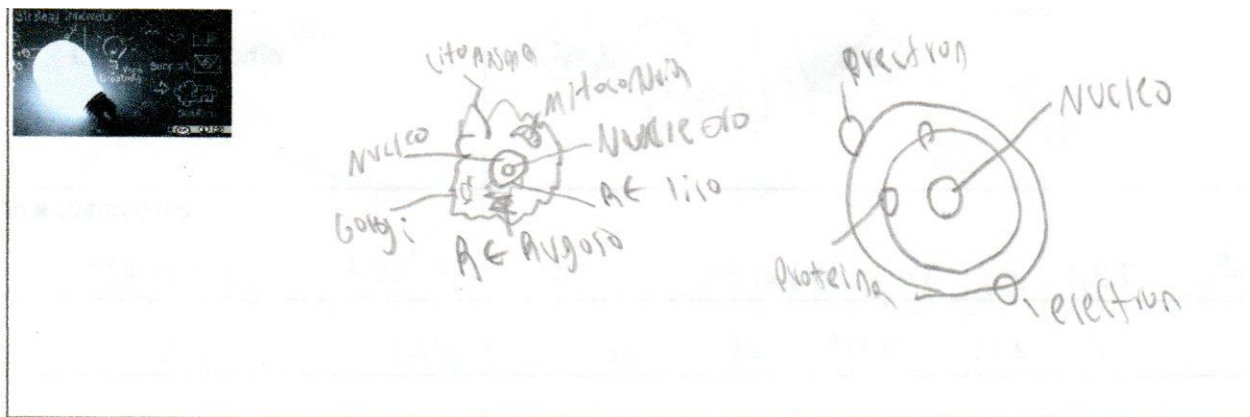
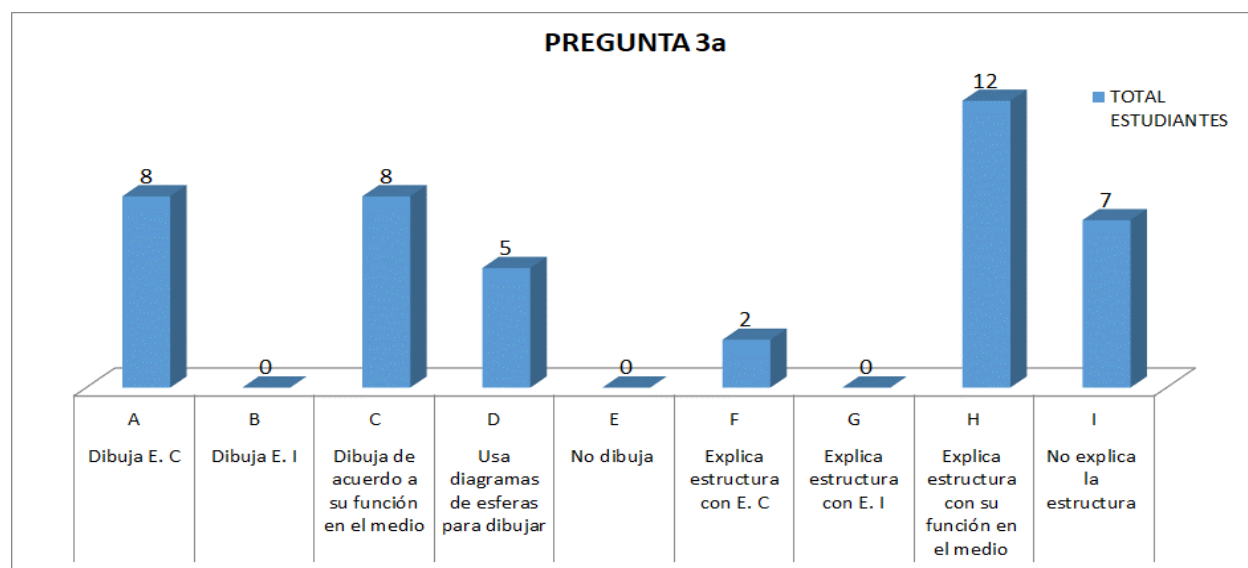


Ilustración 10. Dibujo de un estudiante para el modelo de un átomo

Pregunta: Ubícate en el gran laboratorio LCP, en el cual tienes una súper lupa con la que puedes observar la constitución de la materia, dibuja como puedes ver con tu lupa el dióxido de carbono que usan las plantas para hacer fotosíntesis. Escribe en un párrafo de mínimo cinco líneas como explicarías a tus padres los dibujos realizados.



Gráfica 6. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 3a del pretest

De acuerdo con la información presentada en la gráfica 6, ocho estudiantes representan el dióxido de carbono empleando el concepto de enlaces covalentes, pero solo dos logran tener en cuenta el concepto para explicar lo que hicieron a sus padres,

de igual manera ocho estudiantes representan el CO_2 desde el nivel macroscópico y doce dan la explicación desde el mismo nivel, teniendo en cuenta que el recurso que utilizan para dar la explicación se basa en características de la sustancia que pueden percibir con sus sentidos, como se puede observar en la ilustración 10, en la que se dibuja aire que sale cuando exhalamos.

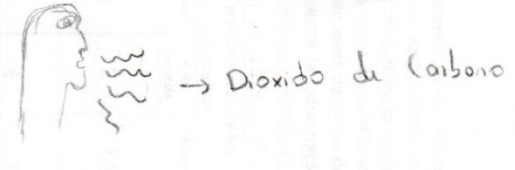
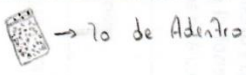


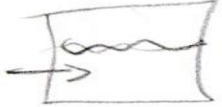
Sustancia		Características de los elementos			Dibujo del enlace
		Elemento	e ⁻ de valencia	Electroneg.	
Dióxido de carbono					
Cloruro de sodio					
CaO Óxido de Calcio	Ca	2	1,0		
	O	6	3,5		
O ₂ Oxígeno	O	6	3,5		
H ₂ O Agua	H	1	2,1		
	O	6	3,5		

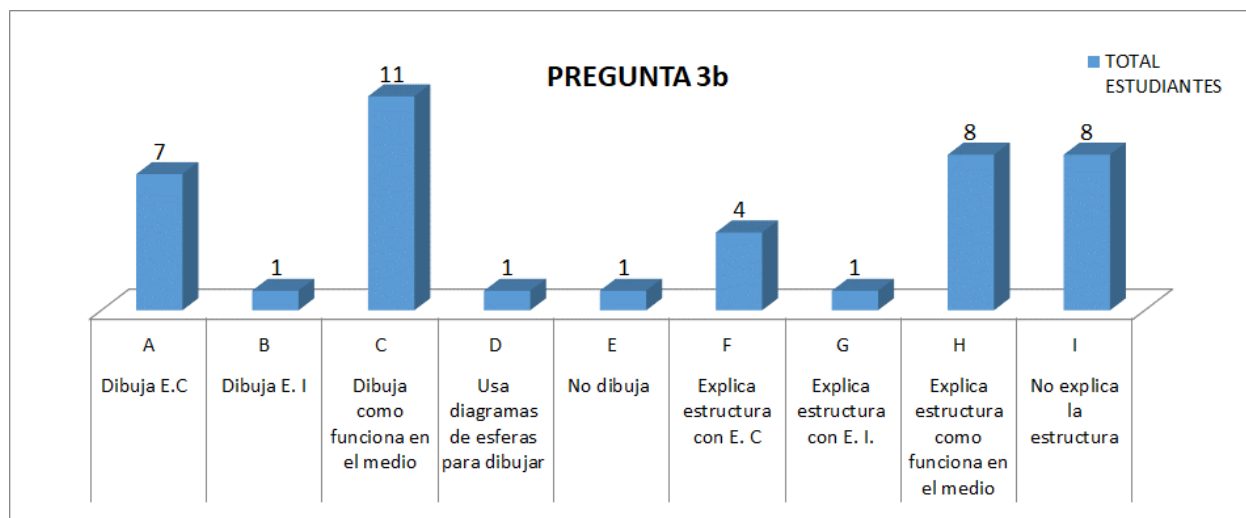
Ilustración 11. Representación de un estudiante de las sustancias a nivel macroscópico

Parte de la población emplea el lenguaje gráfico a nivel submicroscópico para representar la fórmula molecular como se puede ver en cinco estudiantes que realizan diagramas de esferas para dibujar el dióxido de carbono y finalmente aunque el 100% de los estudiantes emplea algún recurso para hacer los dibujos, el 35% no puede explicar lo que piensa, esto evidencia además del desconocimiento de los diferentes tipos de enlace, la limitación que tienen para dar una argumentación sobre lo que saben.

➤ **Análisis pregunta 3b**

Pregunta: Ubícate en el gran laboratorio LCP, en el cual tienes una súper lupa con la que puedes observar la constitución de la materia, dibuja como puedes ver con tu lupa el cloruro de sodio que usan las plantas para hacer fotosíntesis. Escribe en un párrafo de mínimo cinco líneas como explicarías a tus padres los dibujos realizados.

En el análisis de la pregunta 3b se explora en las ideas previas que el estudiante tiene sobre los enlaces iónicos y las bases conceptuales que emplea para explicarlos, en la gráfica 7 se puede observar que solo el 5% de la población lo que corresponde a un estudiante, reconoce este concepto tanto para realizar el dibujo como para dar la explicación a sus padres. Por el contrario siete estudiantes emplean el concepto de enlaces covalentes para dibujar el compuesto iónico de cloruro de sodio y cuatro soportan su explicación en los enlaces covalentes.



Gráfica 7. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 3b del pretest

De acuerdo con estos resultados y los de la pregunta 3a se evidencia que es más familiar para los estudiantes representar el enlace con una línea que une los átomos indiferentemente de si se trata de compuestos iónicos o covalentes, esta concepción en cierta medida limita el aprendizaje de la representación del enlace iónico como la unión de cationes y aniones, coincidiendo con lo planteado por Zamora (2002) se puede entender que este puede formar parte de los obstáculos epistemológicos de la química, los cuales desde su punto de vista afectan la capacidad de los individuos para construir el conocimiento real científico limitando su aprendizaje.

Para complementar nuestro panorama el 40% de los estudiantes no expresa ningún argumento sobre la representación que hace de la sustancia cloruro de sodio, reafirmandose así la deficiencia que se tiene en el lenguaje verbal de la química inmerso en el tema de enlace químico.

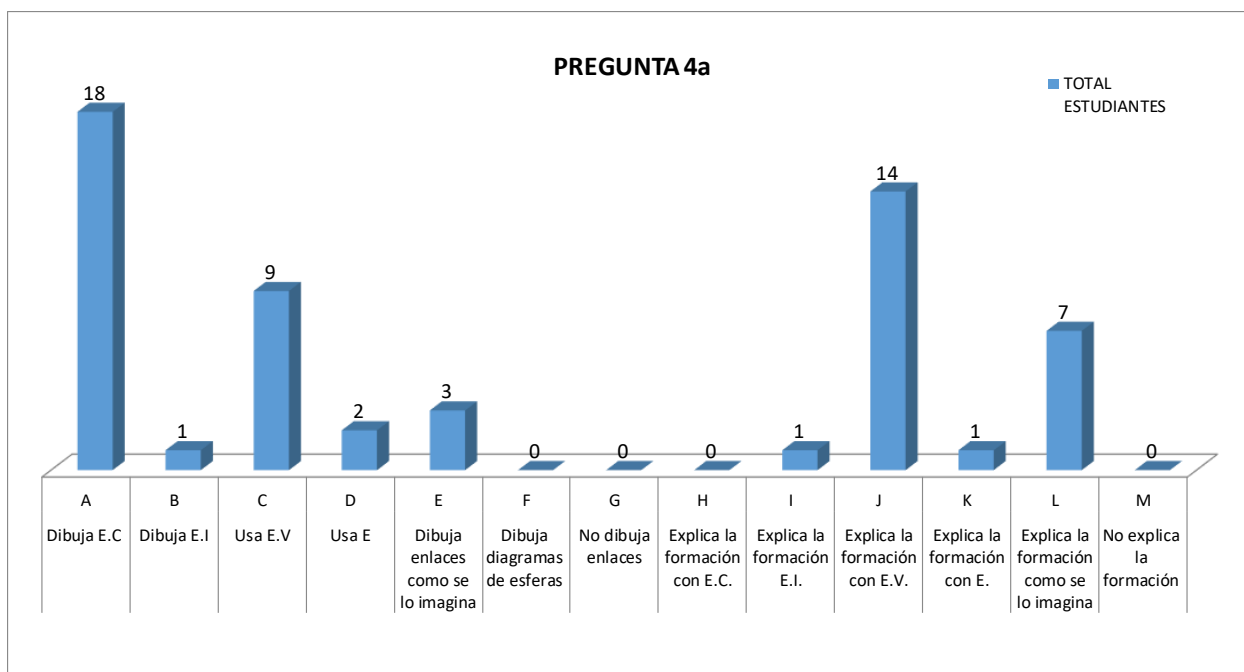
➤ **Análisis pregunta 4**

Pregunta: Teniendo en cuenta la información de la tabla dibuja los enlaces que permiten la formación de las sustancias que forman parte de los materiales de Fortnite. Justifica cada uno de los dibujos y escribe los procedimientos o cálculos que empleaste para realizar los dibujos. (Modificada de De Posada, 1999).

Con los tres literales de la pregunta cuatro (4a, 4b y 4c) se buscaba evaluar ideas previas sobre los diferentes enlaces y el uso de electrones de valencia y la electronegatividad para dibujar las sustancias, al igual que el uso de estos conceptos en los argumentos que plantean para explicar los procedimientos empleados para dar sus respuestas. Es importante tener en cuenta que un estudiante puede emplear diferentes conceptos al mismo tiempo para dar respuesta a la pregunta.

En esta pregunta se le plantea a los estudiantes un contexto cotidiano para ellos, se explican algunas características del video juego Fortnite con el fin de llamar su atención sobre lo que se quiere que aprendan, teniendo en cuenta que según Junco (2010) la motivación provocada esta estrechamente relacionada con el proceso cognitivo que lleve al cambio conceptual.

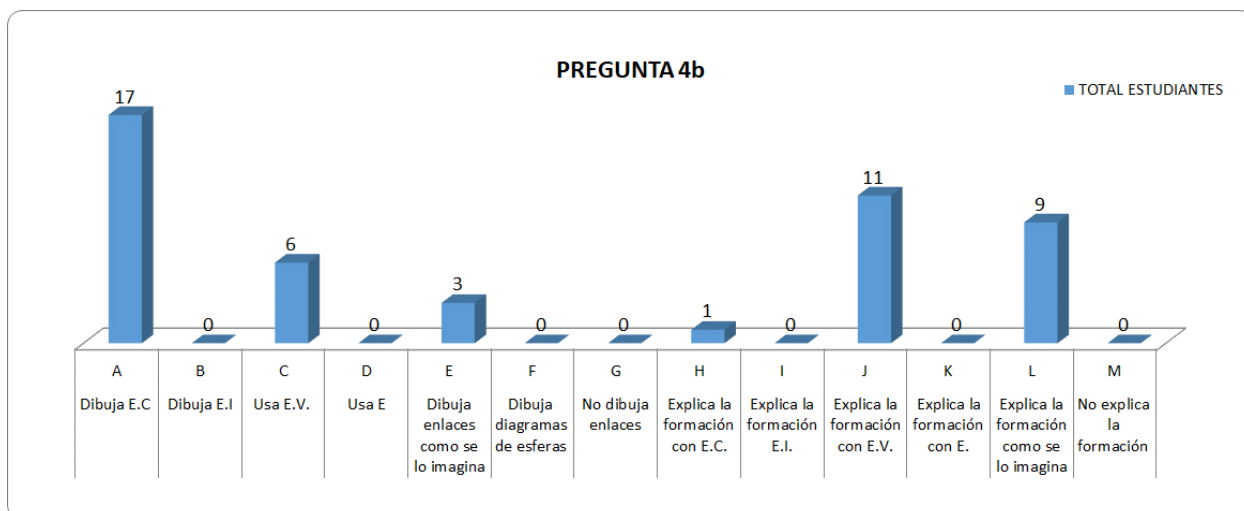
En el literal 4a, se hace referencia al óxido de calcio (CaO) un compuesto iónico presente en los ladrillos del juego Fortnite. El análisis de las respuestas de los estudiantes (gráfica 8) muestra que del total de los estudiantes dieciocho representan el compuesto iónico con enlaces covalentes y catorce utilizan este argumento para dar sus explicaciones, sólo un estudiante dibuja este compuesto como iónico y así mismo lo explica.



Gráfica 8. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 4a del pretest

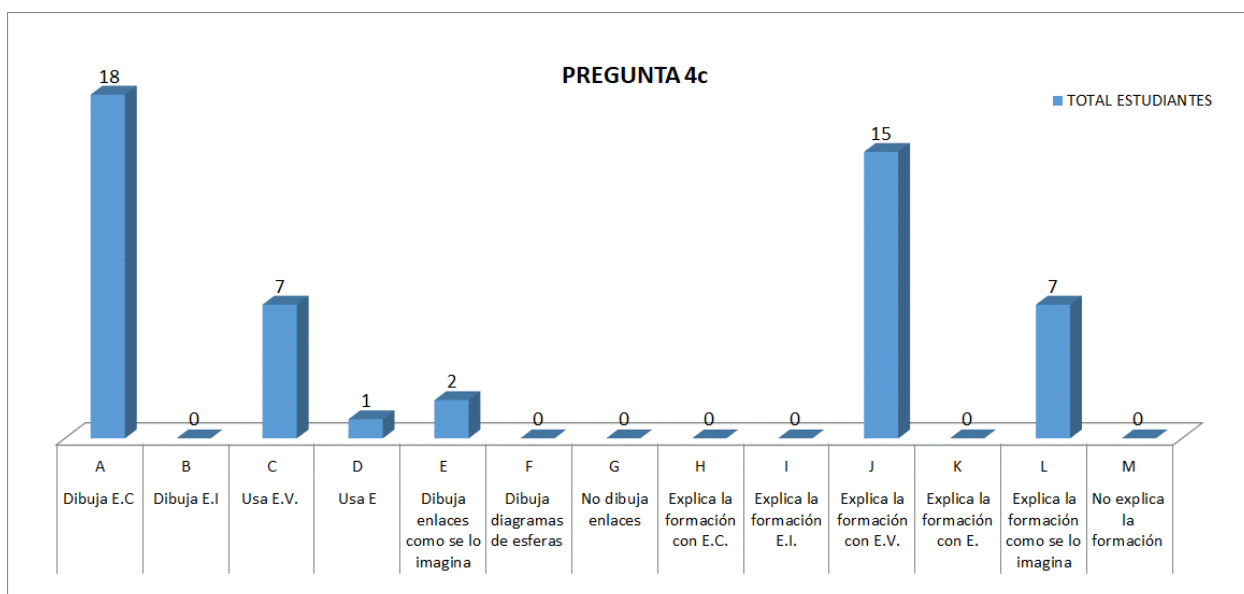
Según los resultados el concepto previo más común en los estudiantes son los electrones de valencia, ya que nueve estudiantes los usan al momento de realizar el dibujo y catorce los tienen en cuenta para dar sus explicaciones.

En el literal 4b se pregunta sobre el oxígeno (O_2), buscando indagar sobre la representación de las moléculas de elementos, en la gráfica 9 se puede observar que el 85% de los estudiantes emplean el concepto de enlace covalente. De igual manera los electrones de valencia son utilizados por seis estudiantes para realizar sus esquemas y plantear los argumentos sobre los procedimientos utilizados.



Gráfica 9. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 4b del pretest

La sustancia de mayor importancia biológica, el agua, se emplea para el literal 4c (gráfica 10), encontrando que dieciocho estudiantes la representan empleando los enlaces covalentes y los electrones de valencia como argumento para dar sus explicaciones.



Gráfica 10. Concepciones alternativas evaluadas en la pregunta 4c del pretest

A partir del análisis del instrumento “Exploración de ideas previas” se identificaron las concepciones que según Vázquez et al. (2010) forman parte de las creencias, más o menos elaboradas, y los conocimientos prácticos personales consolidados en la actividad cotidiana y que son resistentes al cambio. En la tabla 18 se presentan los obstáculos encontrados en los estudiantes del grado décimo del Colegio Liceo Campestre de Pereira.

Tabla 18. Obstáculos identificados en la exploración de ideas previas

OBSTÁCULOS EN LA ENSEÑANZA DE ENLACE QUÍMICO	
CANTIDAD DE ESTUDIANTES	OBSTÁCULO
6	Reconoce los niveles de energía pero no su capacidad máxima de electrones
6	Representa las sustancias solo a nivel macroscópico
5	No emplea niveles ni subniveles para representar el modelo atómico
4	Confunde el número atómico con los estados de oxidación
4	Confunde átomos, elementos y moléculas
4	Modelo atómico asociado al sistema solar; no reconoce las partículas atómicas
4	Identifica el concepto de electrones de valencia y ley del octeto pero no los relaciona con el concepto de enlace
3	No asocia electrones de valencia y ley del octeto con enlace iónico
3	Dibuja electrones de valencia, pero no los tiene en cuenta para representar el enlace
2	Relaciona intercambio de electrones con reacción química y formación de mezclas
2	No diferencia los tipos de enlace
1	Relaciona el enlace apolar con la formación de sales
1	Elementos neutros dibujados con cargas
1	Identifica las partículas atómicas en una esfera (modelo atómico de Thomson)
1	Confunde el átomo con la célula
1	Dibuja la estructura del agua con doble enlace
1	Une los elementos en proporciones diferentes a las de la fórmula molecular

4.3 Análisis guías didácticas “Maravilloso mundo de los átomos”

4.3.1 Nivelación de conceptos previos

Para la enseñanza del concepto enlace químico es necesario tener conceptos claros que faciliten su aprendizaje, para esto se aplican cuatro guías que fortalecen las competencias conceptuales necesarias para entender el concepto de enlace químico con la implementación de los lenguajes matemático, verbal y gráfico en las diferentes actividades.

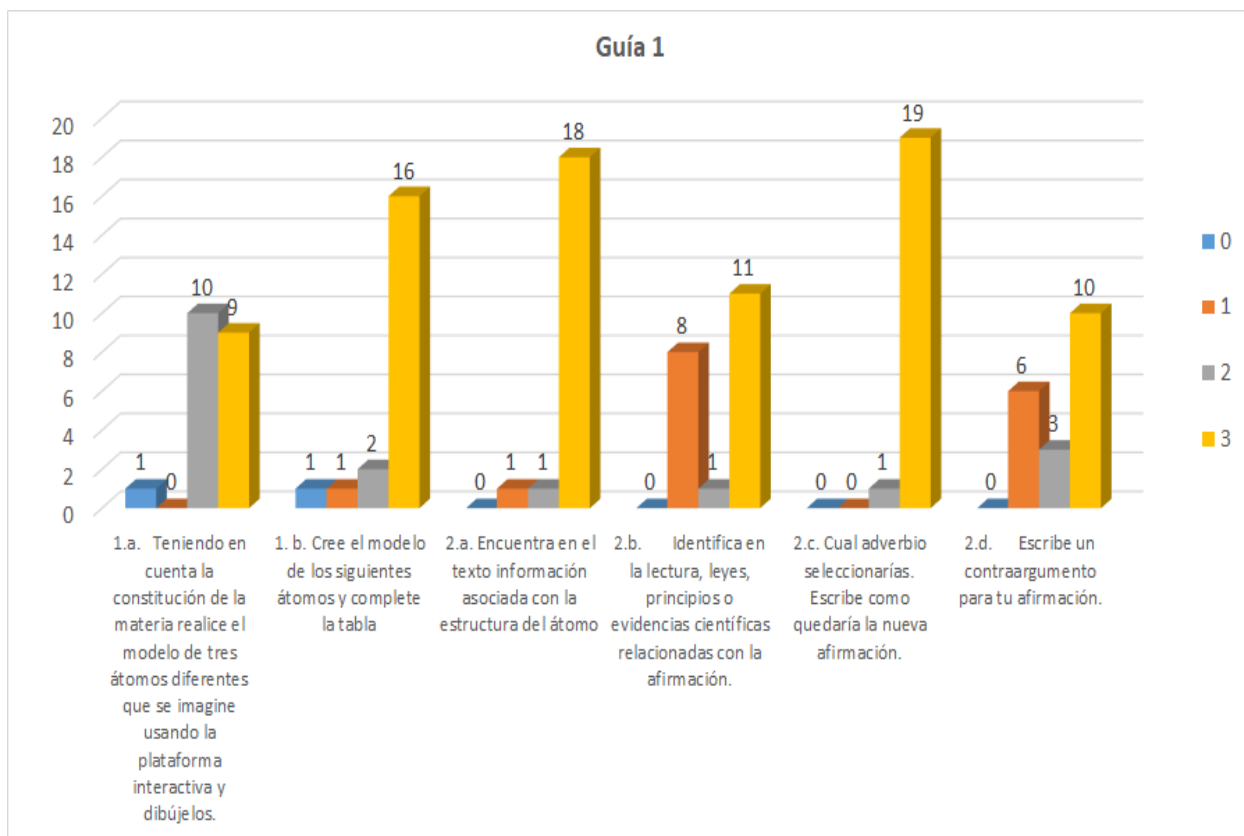
Análisis guía 1

La identificación de los obstáculos presentes en los estudiantes tiene como finalidad ser el insumo principal para el abordaje del concepto enlace químico, con el desarrollo de esta guía se busca superar algunas de estas concepciones (tabla 18) enmarcadas en el conocimiento de la unidad básica estructural de la materia, como es el confundir átomos, elementos y moléculas, representar el átomo con el modelo de Thomson y asociarlo con el sistema solar sin identificar las partículas atómicas o con la estructura de la célula. De igual manera se trabajan las propiedades periódicas para aclarar la diferencia entre número atómico y números de oxidación.

En esta guía se busca trabajar el concepto del átomo, en la búsqueda de lograr el cambio conceptual en los obstáculos encontrados, cabe resaltar que una de las dificultades que se presenta en el nivel submicroscópico para la enseñanza de la química, es la comprensión de este concepto (Ordenes et al. 2014). De acuerdo con Solbes, Silvestre y Furió (2010) la ciencia se debe enseñar de manera secuenciada aprovechando la historia y su carácter motivador, de allí la necesidad en la claridad del

concepto del átomo por parte del estudiante para entender a partir de este la interacción que se da entre los átomos para formar un enlace.

A partir del análisis de los resultados (gráfica 11) se puede observar que en la primera actividad literal a, diez estudiantes se encuentran en la categoría dos, es decir, identifican las partículas atómicas adecuadamente, nueve estudiantes se encuentran en la categoría tres, quienes adicional a hacer la identificación operan dichas partículas para determinar propiedades atómicas como la masa atómica y la carga del átomo.



Gráfica 11. Respuestas de los estudiantes en la Guía 1

Teniendo en cuenta lo planteado por Galagovsky et al. (2014) sobre lo que implican los diversos lenguajes de a química, el 95% de los estudiantes entienden el concepto

del átomo y emplean el lenguaje gráfico al realizar dibujos y esquemas para su representación, de igual manera el 45% de la población se relaciona con el lenguaje matemático al operar las partículas atómicas adecuadamente para identificar las propiedades atómicas.

En esta actividad se emplea el laboratorio virtual “Construye un átomo” de la plataforma PhET, la cual le permite al estudiante familiarizarse con un concepto muy abstracto que es la nube de electrones, como se puede observar en la ilustración 12, llevando al estudiante a entender que los electrones no son puntos fijos girando en torno al núcleo, sino que son nubes de probabilidad, que según Pérez y García (2018) forma parte de los conceptos fundamentales para el entendimiento de la química cuántica en la que se enmarca el concepto de enlace químico.

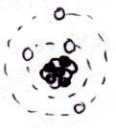

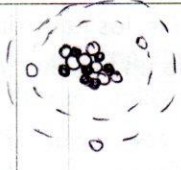
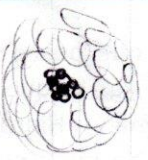


	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Orbitas			
Nube			

Ilustración 12. Representación de un estudiante del modelo atómico de orbitales y la nube de electrones

Desde el punto de vista de Junco (2010) el aprendizaje y la motivación están estrechamente relacionados, por esto son esenciales en el aula estrategias que llamen la atención del educando, en la actividad uno de esta guía se emplea la lectura

“anatomía del átomo”, la cual hace uso de las analogías para explicar las características de los átomos y sus partículas, así como la organización de estos en la tabla periódica.

En la actividad 1 literal b se puede observar que dieciséis estudiantes se encuentran en la categoría tres, lo que significa que el 80% de los estudiantes reconoce las propiedades atómicas y las opera adecuadamente para identificar las partículas atómicas y la carga de un átomo, dos estudiantes solo identifican las propiedades, pero no las operan adecuadamente, un estudiante se ubica en la categoría uno al confundir las propiedades del átomo y uno no realiza la actividad, al no comprender la utilidad de la información entregada en la estructura del átomo.

Para la actividad 2 se utilizó la lectura “Anatomía de un átomo” a partir de esta lectura y las preguntas orientadas a la comprensión lectora e identificación de los elementos argumentativos expuestos por Olaya (2017) en el marco del modelo argumentativo de Toulmin, se trabaja con los estudiantes el concepto de átomo empleando el lenguaje verbal propuesto por Galagovsky et al. (2014).

Esta actividad está diseñada con cuatro literales en los que se hace una inducción al estudiante en los elementos de la argumentación. En la gráfica 11 se observa que, a partir de la afirmación propuesta, dieciocho estudiantes identifican en la lectura datos que se pueden asociar a dicha afirmación, once logran identificar las garantías con leyes, principios o evidencias científicas que la apoyan, diecinueve seleccionan un cualificador modal adecuado para asignarle cierto grado de certeza y diez estudiantes entienden el significado del contraargumento y lo usan adecuadamente. Cabe resaltar que en esta primera guía se les dan indicaciones a los estudiantes sobre las

características que tienen los elementos argumentativos, pero no se habla específicamente de los nombres para facilitar el aprendizaje por parte del educando.

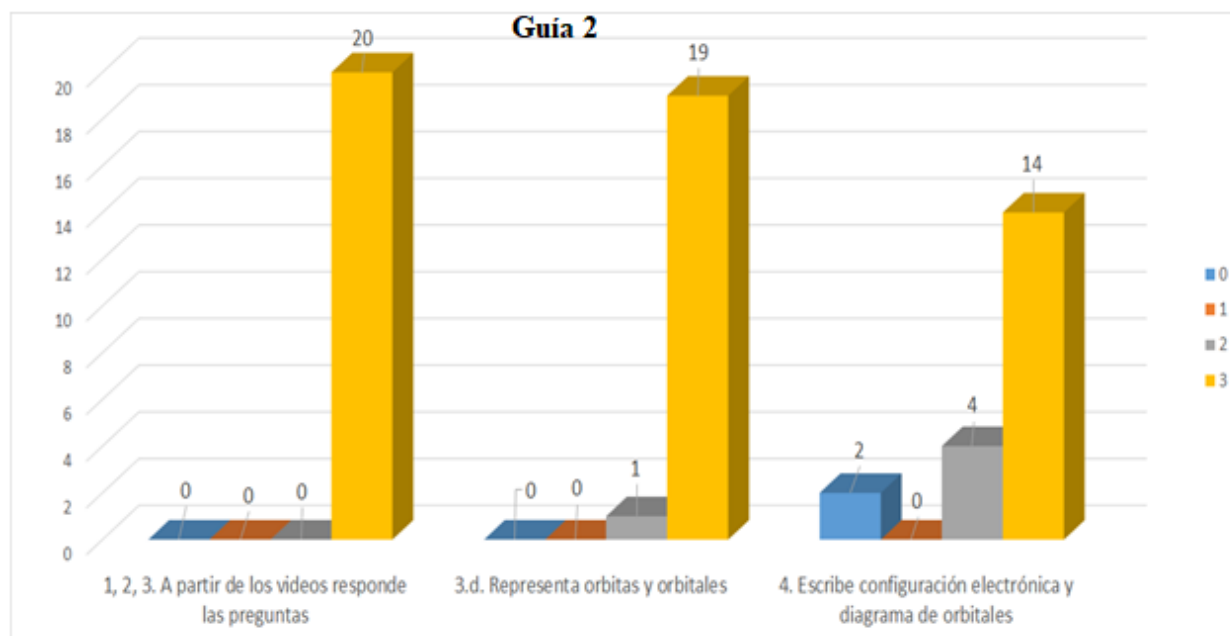
Análisis guía 2

Para la guía dos se trabajan los modelos atómicos y su inferencia en el concepto de nuestro interés, para identificar los principales aportes que permiten construir el concepto de enlace, teniendo en cuenta que en la opinión de Solbes et al. (2010) el conocimiento sobre la estructura atómica y su relación con el enlace químico tienen un papel importante en la educación científica y presentan grandes dificultades en una proporción alta de estudiantes que no consiguen una comprensión adecuada de aspectos básicos de los mismos.

Entre las concepciones con mayor incidencia en los estudiantes (tabla 18) frente a este tema se encuentran: reconocer los niveles de energía, pero no su capacidad de electrones, no emplear los niveles atómicos para representar el átomo y no asociar la configuración electrónica con la formación de enlaces.

Para buscar la nivelación de los estudiantes frente a los conceptos mencionados anteriormente se plantean cuatro actividades diseñadas empleando los lenguajes de la química como los describe Galagovsky et al. (2014), en las tres primeras actividades se plantea encontrar las ideas principales de varios videos que presentan cada uno de los modelos atómicos apuntando así a una estrategia en el lenguaje verbal en la que según la gráfica 12, el 100% de los estudiantes realiza satisfactoriamente, en la actividad 3d se propone representar la diferencia entre orbitas y orbitales haciendo uso del lenguaje gráfico y continuando con la inducción del estudiante al conocimiento de la

química cuántica inmersa en el concepto de enlace, encontrando que diecinueve estudiantes logra hacerlo a partir de la información entregada en los videos.

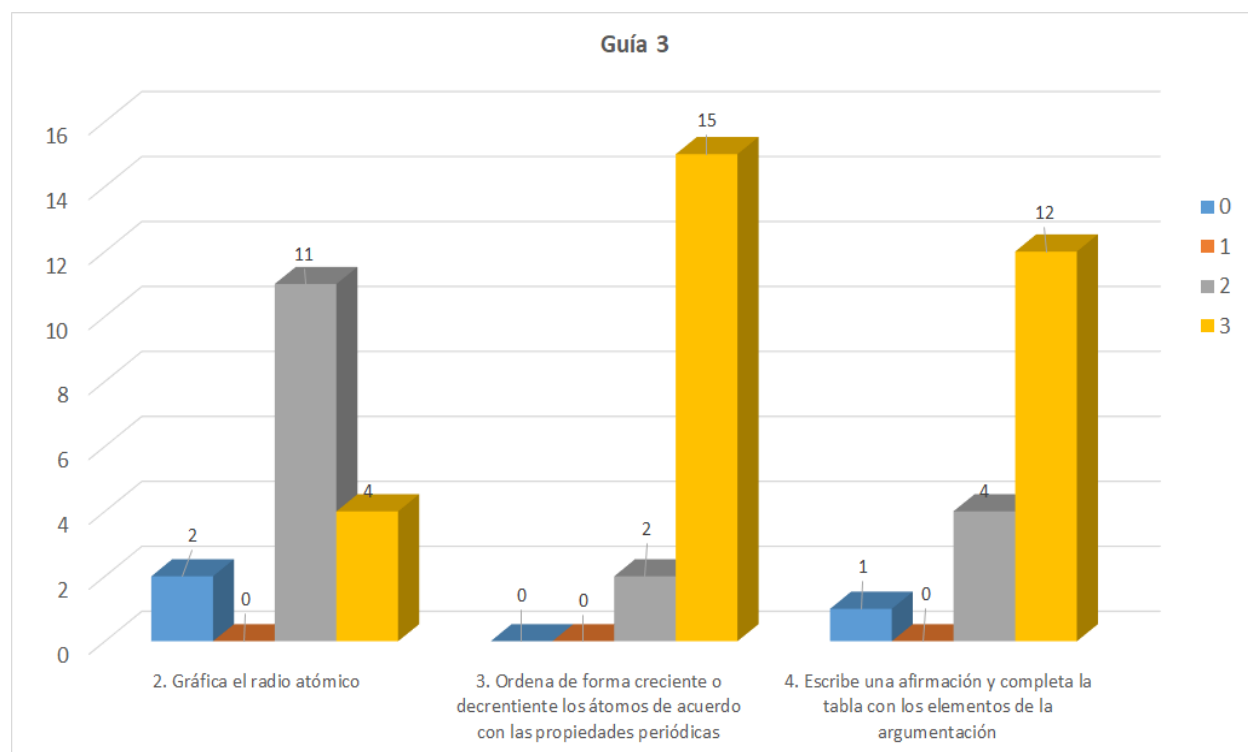


Gráfica 12. Respuestas de los estudiantes Guía 2

Finalizando la guía en la actividad 4 se requiere interpretar los símbolos de los elementos para identificar el número atómico y realizar la configuración electrónica para así entender la importancia de los electrones ubicados en el último nivel de energía. Esta actividad está enmarcada en el lenguaje matemático de la química, catorce estudiantes logran ubicarse en la categoría tres, identificando información y construyendo la configuración adecuadamente a partir del diagrama de Aufbau y cuatro se quedan en el nivel dos debido a que identifican los elementos necesarios, pero no logran construirla correctamente y solo dos estudiantes ubicados en la categoría uno, no reconocen los elementos necesarios para realizar la configuración electrónica ni el diagrama de orbitales.

En la guía tres se plantea superar el obstáculo (tabla 18) en la identificación de los símbolos de los elementos químicos y las propiedades características de los átomos que se repiten secuencialmente como el radio atómico, electronegatividad, afinidad electrónica, carga nuclear efectiva y energía de ionización, que pueden relacionarse con las posiciones de estos en la tabla periódica y explican el comportamiento químico de los elementos, de aquí que entiendan las bases de la interacción entre ellos para formar enlaces así como la importancia de la electronegatividad en la formación de los mismos. Es importante tener en cuenta para el análisis que la guía solo fue realizada por diecisiete estudiantes.

Análisis guía 3



Gráfica 13. Respuesta de los estudiantes Guía 3

Para facilitar el aprendizaje de las propiedades periódicas en la actividad 1 se diseña una exposición en power point que se entrega para que cada estudiante la explore a su ritmo, a partir de esta, en la actividad dos se propone usar el lenguaje gráfico al solicitarle al estudiante que grafique el radio atómico de elementos neutros y algunos iones. A partir de la información de la gráfica 13 se puede observar que once estudiantes se ubican en la categoría dos dibujando correctamente el radio del átomo neutro, pero no entienden el cambio de esta propiedad al formarse un ión (ilustración 13), mientras que cuatro estudiantes logran entender completamente la propiedad al poder representar los cationes y aniones propuestos (ilustración 14), solo dos estudiantes no realizan la actividad al no poder identificar la propiedad de los radios atómicos.

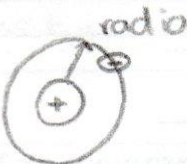

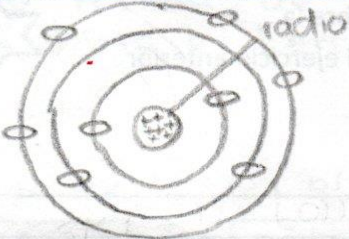
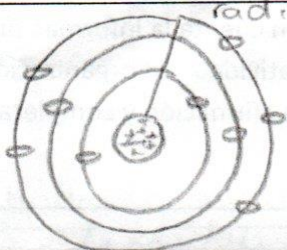
Átomo	Gráfica	Átomo	Gráfica
H Z=1 e=1		H ⁺¹ Z=1 e=0	
O Z=8 e=8		O ⁻² Z=8 e=10	

Ilustración 13. Representación incorrecta del radio atómico de un átomo neutro y un ión por parte de un estudiante

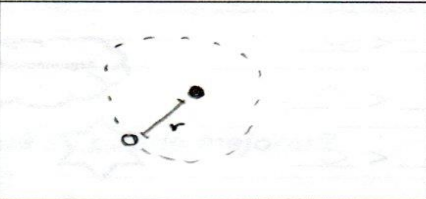
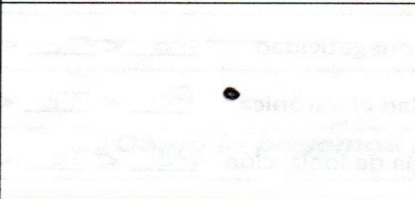


Átomo	Gráfica	Átomo	Gráfica
H Z=1		H ⁺¹ Z=1	
O Z=8		O ⁻² Z=8	

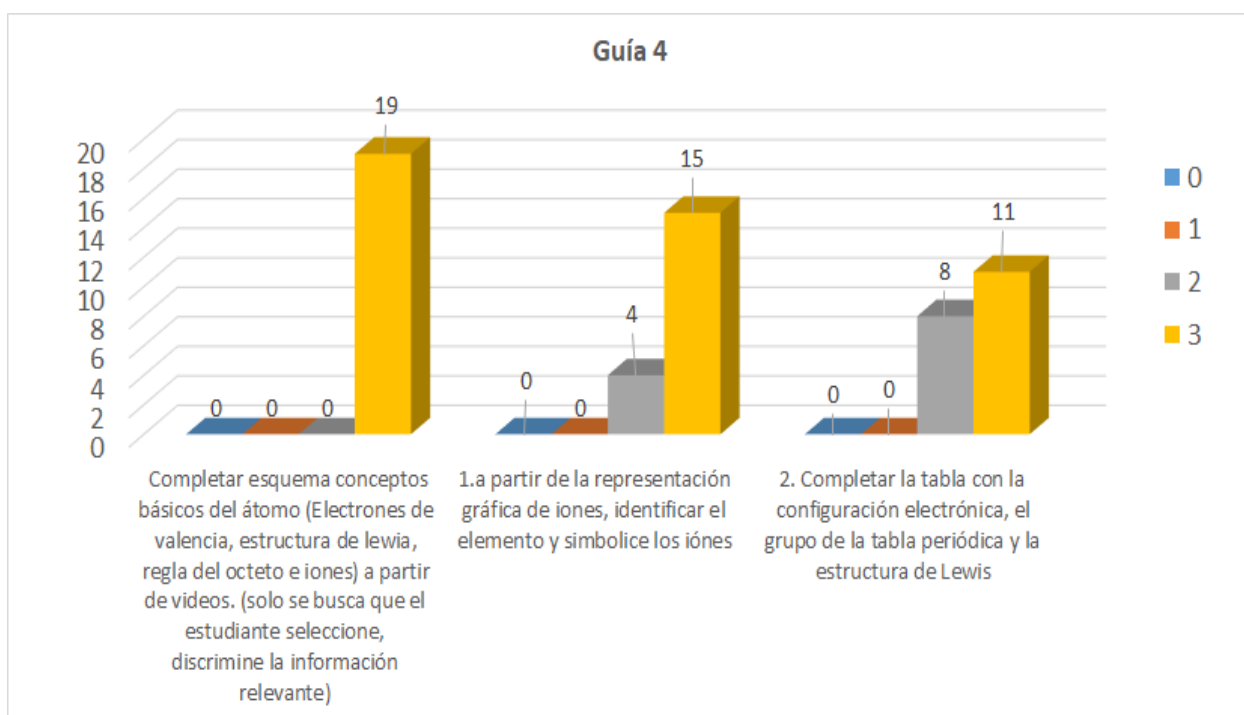
Ilustración 14. Representación correcta del radio atómico de un átomo neutro y su ión por parte de un estudiante

El cambio de estas propiedades en la tabla periódica permite a los estudiantes deducir el tipo de enlace que se puede formar entre dos elementos de acuerdo con su ubicación en la tabla periódica, con la actividad 3 vemos que quince estudiantes logran ordenar de forma creciente los elementos entregados, así como podemos identificar el manejo del lenguaje matemático que usan los estudiantes para comprender el tema, dos estudiantes reconocen las propiedades, pero no las ordenan adecuadamente.

El lenguaje verbal se propuso desarrollarlo desde el modelo argumentativo de Toulmin, en la actividad 4, se evidencia que doce estudiantes se ubican en la categoría tres que corresponde a la identificación correcta de los datos, garantías y refutaciones que son usados adecuadamente para plantear una conclusión a partir de la presentación de power point entregada al inicio para trabajar las propiedades periódicas, cuatro estudiantes logran identificar los elementos, solo uno no los reconoce.

Análisis guía 4

En la guía cuatro se trabajan bases conceptuales que como afirman Pérez y García (2018) son fundamentales para entender el concepto del enlace químico, como son los electrones de valencia, la estructura de Lewis, la ley del octeto y su relación con los enlaces que forman entre los átomos, estas concepciones se encuentran presentes en los estudiantes, pero con algunas limitaciones como se puede observar en la tabla 18.



Gráfica 14. Respuestas de los estudiantes de la Guía 4

Para iniciar esta guía se diseña un esquema sobre los conceptos básicos del átomo (ilustración 15) que facilita la codificación visual y la relación de los conceptos. Este mapa mental es una herramienta del lenguaje gráfico al utilizar esquemas y del lenguaje verbal al extraer ideas principales y conectarlas entre sí, muy útil, ya que de acuerdo con la información presentada en la gráfica 14, los diecinueve estudiantes que lo realizaron se ubican en la categoría tres que corresponde a una selección de

información relevante de los videos presentados para completar correctamente el esquema.

Observa con atención los videos "Estructura de Lewis" <https://www.youtube.com/watch?v=rk8UF6IIBJw> e "Introducción a los iones" <https://www.youtube.com/watch?v=NuQox9mo4Vo> y completa el esquema:

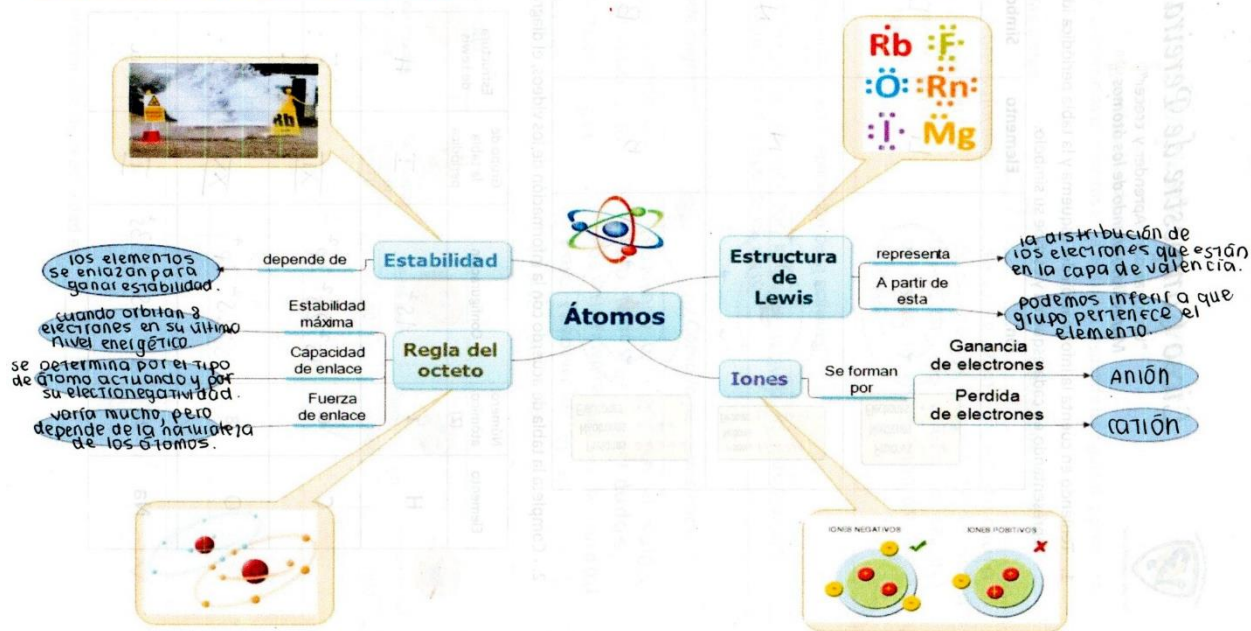


Ilustración 15. Esquema del átomo

Desde el lenguaje gráfico se fortalece el concepto en la actividad 1 solicitando la identificación de los elementos y sus iones, los cuales se entregan en el modelo atómico de Bohr, como se observa en la gráfica 14, quince estudiantes realizan la actividad satisfactoriamente y cuatro, aunque no logran representarlo adecuadamente, identifican la existencia de cargas en los átomos, iniciando con el concepto de formación de iones necesario para entender el enlace químico.

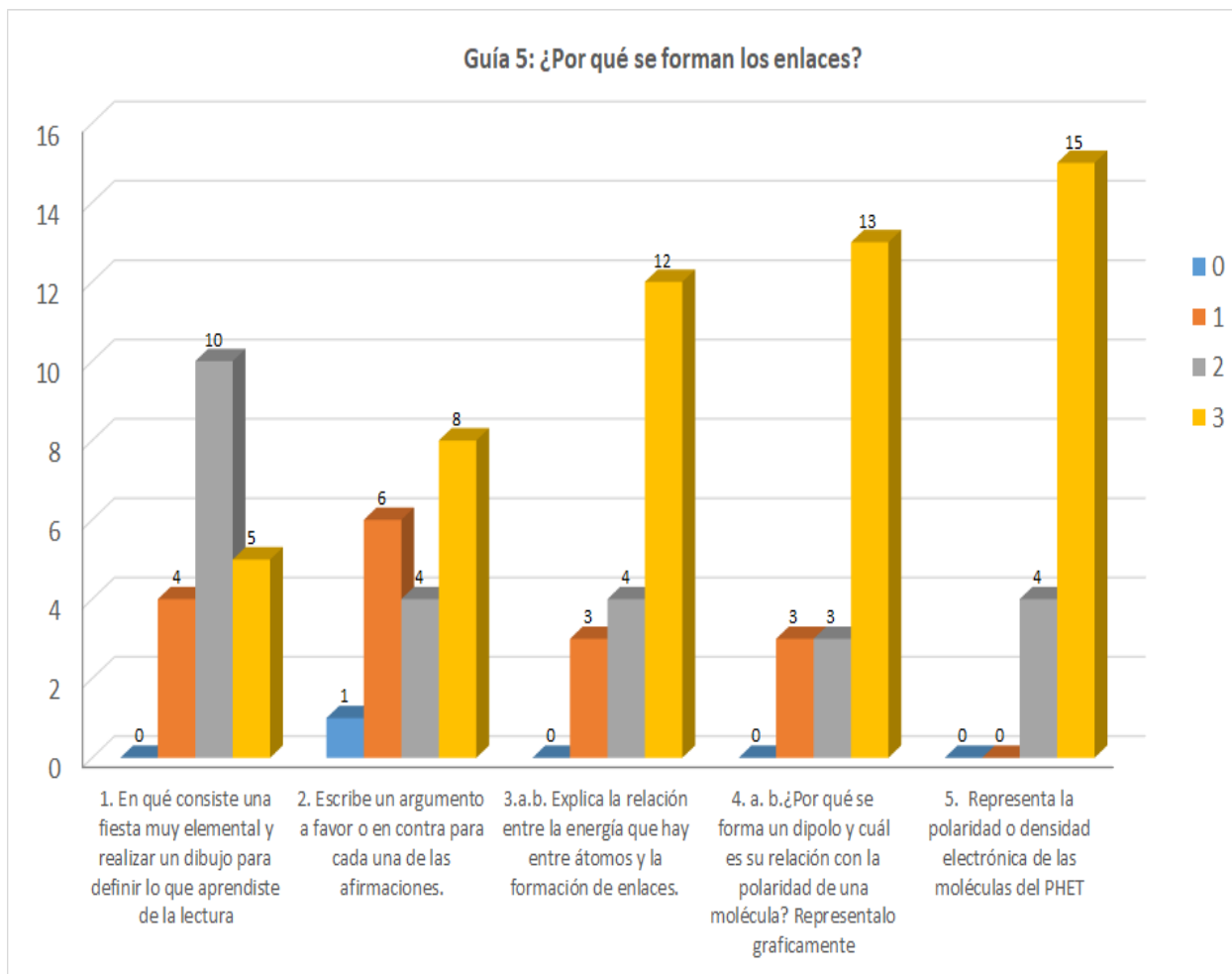
Para terminar esta guía se implementa el lenguaje matemático en la identificación de los electrones de valencia a partir de la configuración electrónica, los cuales son utilizados para construir la estructura de Lewis, en la gráfica 14, se observa que once estudiantes logran el nivel más alto representando las estructuras de Lewis del C, H, O y Na a partir de sus números atómicos, los otros ocho estudiantes se quedan en un nivel dos en el que logran identificar estos conceptos pero aún tienen dificultades para representar las estructuras de Lewis.

4.3.2 Desarrollo conceptual del enlace químico

Después de terminadas las guías de nivelación se continua con el desarrollo conceptual del enlace químico, con la aplicación de tres guías diseñadas con ejercicios que facilitan el desarrollo del concepto a través de herramientas asociadas a los lenguajes matemático, verbal y gráfico.

Análisis Guía 5: ¿Por qué se forman los enlaces?

Con la implementación de esta guía se dan a conocer principios básicos sobre la formación de los enlaces como es la energía de enlace y la polaridad de las sustancias, para ello se inicia en la actividad 1 con una lectura que motiva a los estudiantes a entender su contenido y relación de los elementos con las características que les permiten interactuar entre ellos.



Gráfica 15. Respuestas de los estudiantes en la Guía 5

En la gráfica 15 se observa que en la categoría dos que corresponde a la competencia de identificación de ideas principales se ubican diez estudiantes, y otros cinco se ubican en la categoría tres logrando no solo entender el texto sino representando sus interpretaciones a través de elementos del lenguaje gráfico, como se puede observar en la ilustración 16.

En esta figura se observa un dibujo que desde lo pictórico muestra los conceptos de formación de iones entre el sodio y el cloro dibujando los electrones con esferas en sus

manos que en este caso perdió el sodio cuando el cloro se la robo y los del agua como enlaces covalentes con muñecos que se toman de las manos, demostrando un alto nivel de comprensión del tema a partir de la lectura realizada, también se encuentran dibujos más formales que representan los átomos con sus electrones de valencia y la ley del octeto que cumple el cloro al robarle un electrón al sodio como se observa en la ilustración 17.

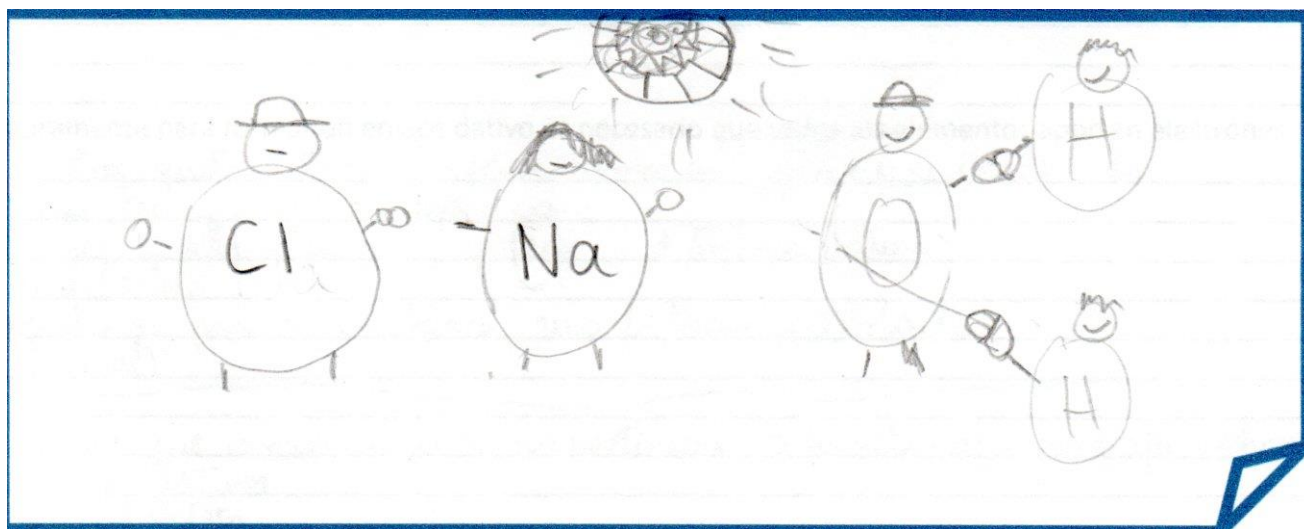


Ilustración 16. Representación pictórica de la lectura una fiesta muy elemental

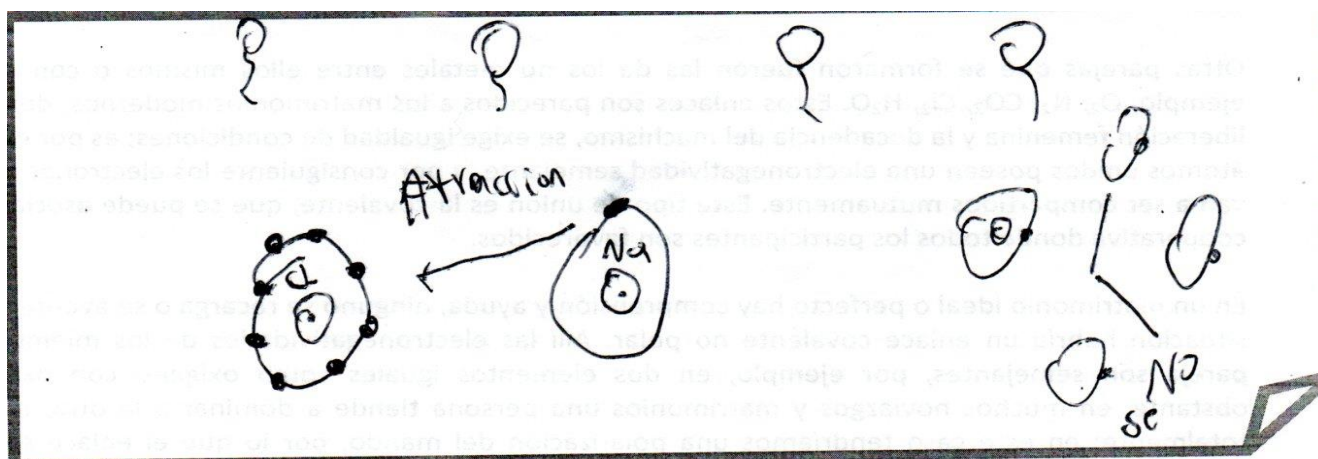


Ilustración 17. Representación formal de la lectura una fiesta muy elemental

En la actividad 2, los estudiantes deben identificar en el texto algunos elementos de la argumentación como son los datos, garantías y refutaciones a partir de la lectura inicial para construir argumentos a favor o en contra de las afirmaciones que se proponen, en este caso ocho estudiantes llegan a la categoría tres que corresponde a la identificación de los tres elementos y la construcción de un argumento coherente, por otra parte, cuatro pueden identificar los elementos pero no construyen un argumento claro, seis no pueden identificar los elementos y uno no desarrolla la actividad, obteniendo que el 53% de la población reconoce los elementos de la argumentación pero que en el proceso de aprender ciencias requieren de más herramientas que les permitan describir los fenómenos.

La relación entre la energía y la interacción entre los átomos permite comprender el cómo los menores niveles de energía que se dan al interactuar las partículas atómicas dan origen a la formación de un enlace que genera un estado de mayor estabilidad para los elementos, en la actividad 3 se emplea el lenguaje verbal a partir de la comprensión lectora del estudiante de la lectura “¿Por qué se forman los enlaces?”.

En la gráfica 15 se puede observar que doce estudiantes identifican las ideas principales y las expresan con coherencia, cuatro solo pueden señalarlas, pero tienen dificultades al expresar el argumento y tres estudiantes no entienden la indicación dada en la pregunta. Probablemente sea necesario ampliar más los conceptos que no son cercanos al estudiante, como distancia de enlace, repulsión eléctrica, energía de ionización entre otros y que algunos docentes consideran que ya se han comprendido pero que realmente no son aceptados por la lógica del educando, situaciones como estas son comunes en nuestras aulas de clase (Márquez, 2005).

Después de conocer las interacciones entre los átomos y su energía, la cual se puede asociar a la formación del enlace, se procede a trabajar la polaridad, como la separación de las cargas eléctricas en la misma molécula en la actividad 4 a través del video “momento dipolar y polaridad de la molécula” en el que se explica porque se forma un dipolo y la relación con la polaridad, paso a seguir se solicitó al estudiante que a partir de la información lo represente.

En las respuestas consignadas por el estudiante se puede observar (gráfica 15) la ubicación de trece estudiantes en el nivel más alto, tres en la categoría dos que identifican teóricamente el dipolo, pero no lo representan correctamente y solo tres estudiantes que no entienden el concepto ni su relación con la polaridad.

En la actividad 5 se planteó la interacción con el PhET “real molecules”, esta se enfoca en el fortalecimiento de los lenguajes gráfico al solicitar la representación de la densidad electrónica de algunas moléculas que se pueden encontrar en el laboratorio virtual, y en el lenguaje matemático al tener que determinar hacia que elemento se desplaza la densidad electrónica teniendo en cuenta su electronegatividad. De acuerdo con la información entregada en la gráfica 15 se puede ver que de todas las actividades implementadas en la guía esta fue la que presentó un mejor desempeño ya que, quince estudiantes completan la tabla identificando claramente el concepto de densidad electrónica y su relación con la electronegatividad, los otros cuatro estudiantes identifican el concepto, pero no pueden representarlo correctamente. Lo cual es coherente con lo propuesto por Velásquez y López (2008) sobre la introducción de las TIC en la educación como herramienta que genere cambios profundos en la enseñanza tradicional y así facilite el aprendizaje por parte de los estudiantes.

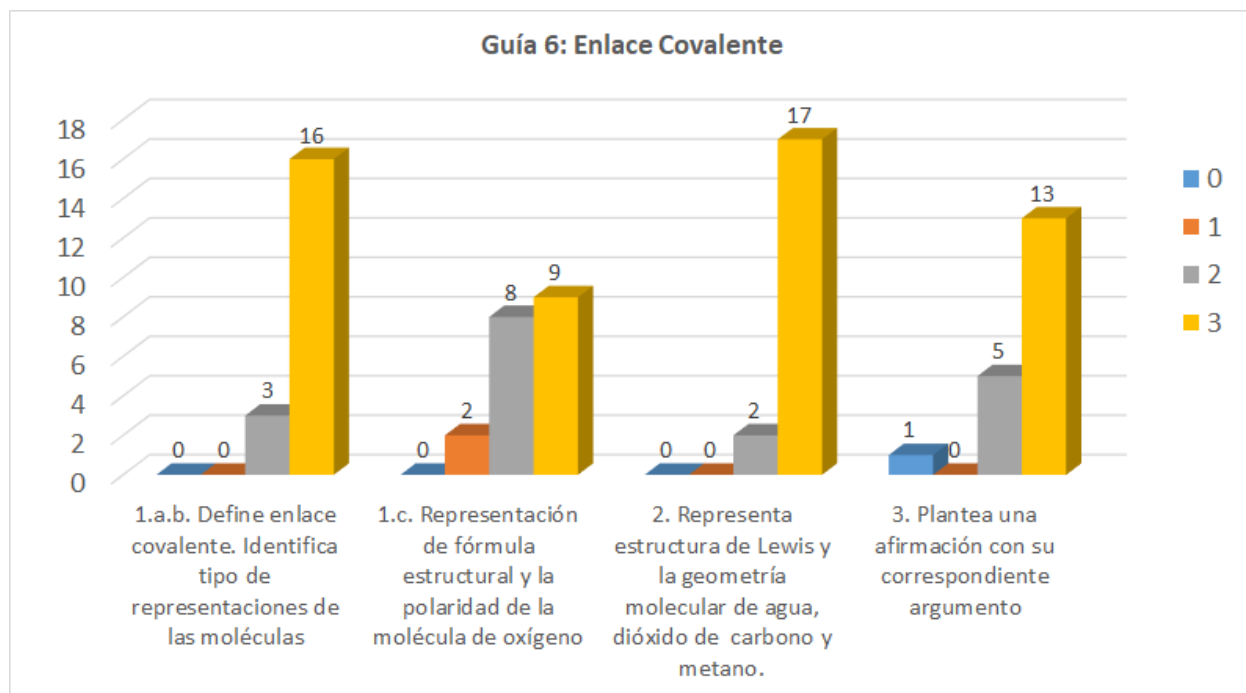
Análisis Guía 6 “enlace covalente”

Las características de los átomos que les permiten formar enlaces covalentes a partir del concepto de electrones de valencia, estructura de Lewis y la electronegatividad es el objetivo principal de esta guía, así como la geometría molecular de las sustancias.

Se inició en la actividad 1 con la lectura “Enlaces covalentes y moléculas” para que a través del uso del lenguaje verbal el estudiante entienda la compartición de electrones que se da entre átomos para alcanzar una mayor estabilidad y con la representación de la fórmula estructural del oxígeno y su polaridad para aclarar el concepto.

De acuerdo a la gráfica 16 en el desarrollo de la actividad 1 literal a y b se obtienen muy buenos resultados, ya que dieciséis estudiantes logran realizarla satisfactoriamente ubicándose en la categoría tres, al identificar las ideas principales para responder correctamente las preguntas y solo tres estudiantes, aunque identifican las ideas principales no responden correctamente todas las preguntas de la actividad.

En el literal c de la actividad 1 se observa que nueve estudiantes logran representar la fórmula estructural del oxígeno y su polaridad adecuadamente, ocho estudiantes representan la fórmula molecular pero no asocian su polaridad y dos estudiantes confunden las características del oxígeno para realizar su estructura e identificar su polaridad. Observando muy buenos resultados en la actividad al tener aproximadamente el 89% de los estudiantes ubicados entre las categorías dos y tres que representan la fórmula estructural del oxígeno mostrando avances en el nivel submicroscópico.



Gráfica 16. Respuestas de los estudiantes en la Guía 6

En la actividad 2, como parte integral de la motivación se trabaja con el laboratorio virtual “forma de la molécula” para realizar un ejercicio en el marco del lenguaje gráfico al dibujar las estructuras de Lewis de diferentes sustancias con su respectiva geometría molecular, así como en el lenguaje matemático con la utilización de la tabla de geometrías, reafirmando la importancia de la tecnología en las estrategias de enseñanza, ya que en esta pregunta se encuentra el mayor número de estudiantes que alcanza el nivel más alto en la comprensión (ilustración 18) del tema, en la gráfica 16 se observa que diecisiete estudiantes dibujan correctamente la estructura de Lewis y la geometría molecular de las sustancias propuestas y dos dibujan la estructura, pero no la relacionan con la geometría molecular. Con estos resultados se puede concluir que el 100% de la población estudiantil se encuentra en las categorías dos y tres, evidenciando el desarrollo de las competencias asociadas a conceptos fundamentales

para la comprensión del enlace químico y su geometría molecular, característica que determina las propiedades físicas de las sustancias que se relacionan con el enlace químico.

En la actividad 3 el lenguaje verbal es la herramienta que permite fortalecer los conceptos planteados en la guía a partir de la construcción de una afirmación con su correspondiente argumento, en la gráfica 16 se observa que trece estudiantes plantean una afirmación e identifican los elementos para redactar un argumento coherente, cinco, plantean la afirmación, pero no, un argumento sólido y solo un estudiante no logra realizar la actividad satisfactoriamente. Con el desarrollo de esta, se evidencia que el 68% de los estudiantes ha aumentado su habilidad para expresar sus ideas, posiblemente asociada al conocimiento de nuevos conceptos adquiridos con la implementación de las guías de nivelación que les permiten cambiar su discurso reflejando lo aprendido (Márquez, 2005).

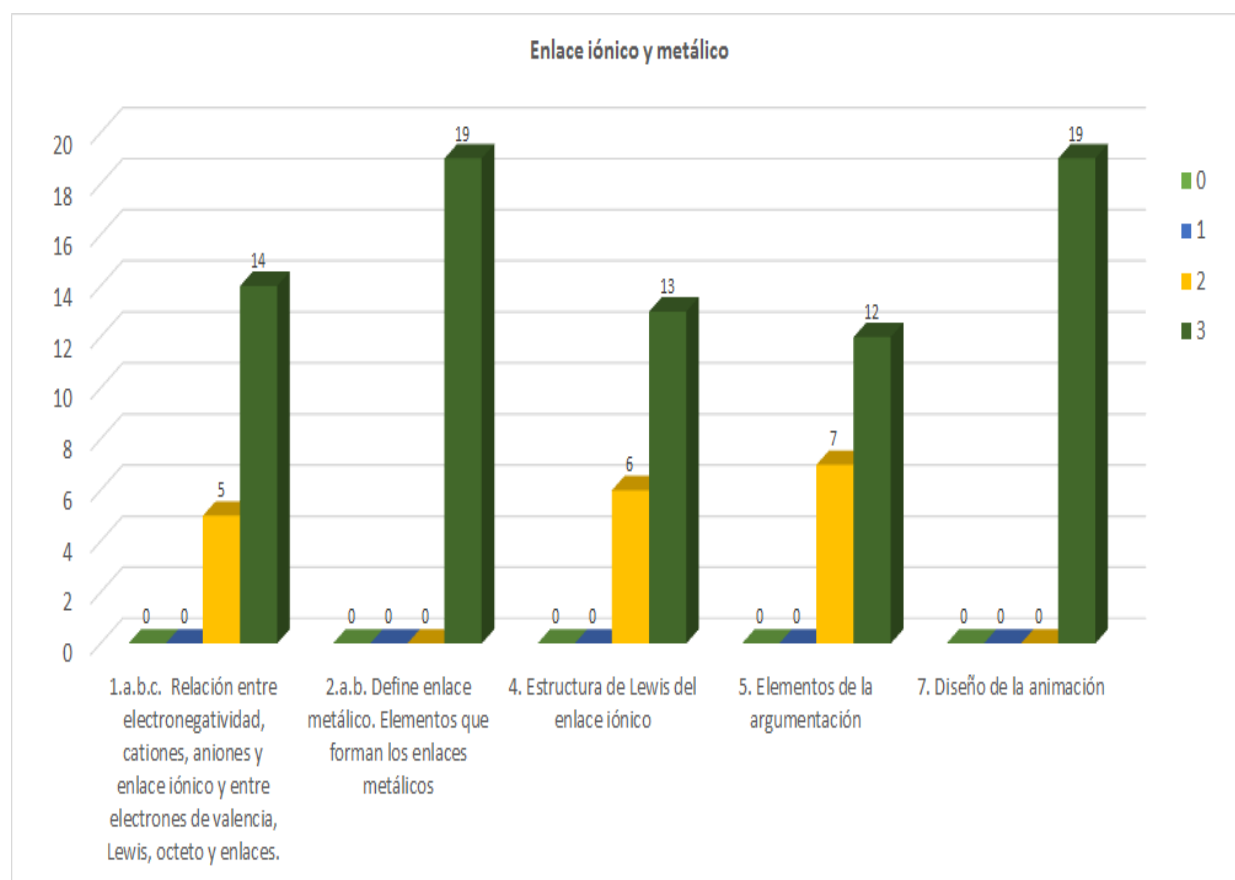
The image displays three panels of student work, each divided into two sections: 'Estructura de Lewis' and 'Geometría molecular'.

- Top Panel (Water):** The text asks for the Lewis structure and molecular geometry of water (H₂O). The Lewis structure shows H-O-H with two lone pairs on oxygen. The molecular geometry is labeled 'Angular' with a hand-drawn 3D model.
- Middle Panel (Carbon Dioxide):** The text asks for the Lewis structure and molecular geometry of carbon dioxide (CO₂). The Lewis structure shows O=C=O with four lone pairs on oxygen. The molecular geometry is labeled 'Lineal' with a hand-drawn 3D model.
- Bottom Panel (Methane):** The text asks for the Lewis structure and molecular geometry of methane (CH₄). The Lewis structure shows a central carbon atom bonded to four hydrogen atoms. The molecular geometry is labeled 'Tetraédrica' with a hand-drawn 3D model.

Ilustración 18. Representación de la estructura de Lewis y la geometría molecular de las sustancias

Análisis guía 7 “Enlace iónico y metálico”

Entender la estabilidad de los átomos al ganar o perder electrones y la unión entre núcleos atómicos de los metales para formar nubes electrónicas es el objetivo principal de esta guía, en las actividades 1 y 2 a partir de las lecturas “Iones y los enlaces iónicos” y “enlaces metálicos” se emplea el lenguaje verbal para encontrar las ideas centrales de la lectura y dar respuesta a las preguntas realizadas.



Gráfica 17. Respuestas de los estudiantes Guía 7

En la gráfica 17 se observan que en la actividad 1, catorce estudiantes logran entender las relaciones entre los conceptos planteados y su importancia en la formación del enlace iónico, para dar respuesta a las preguntas a partir de la información de la lectura y cinco estudiantes identifican algunos conceptos pero no

expresan respuestas coherentes, en esta parte de la investigación es válido resaltar el avance que tienen los estudiantes frente al enlace iónico, aproximadamente el 74% de los estudiantes demuestran comprender en gran medida el concepto que se percibió más ajeno a sus concepciones alternativas.

En el desarrollo del concepto de enlace metálico en la actividad 2, los diecinueve estudiantes comprenden la información entregada en la lectura definiendo correctamente el enlace y explicando las características de estos elementos que les permiten tener este comportamiento, estos resultados evidencian que el trabajo realizado en la nivelación conceptual buscando que el estudiante entendiera la función de los electrones de valencia en los átomos, puede ser una explicación a la facilidad con que estos comprenden el movimiento de estas partículas y la formación de la nube electrónica que le confiere a los metales propiedades tan útiles en el entorno del estudiante, otro componente importante que forma parte de la motivación que necesita el estudiante para aprender (Junco, 2010).

El lenguaje matemático es fundamental para comprender la representación de estructura de Lewis de los compuestos iónicos, ya que emplea, electrones de valencia y la operación básica de las partículas atómicas para determinar la ganancia o pérdida de electrones. En la actividad 4 (gráfica 17), se observa que trece estudiantes comprenden el concepto y representan correctamente las estructuras de Lewis, seis identifican los electrones de valencia y representan correctamente el enlace iónico cuando hay movimiento de un solo electrón como es el caso del fluoruro de litio, pero cuando se involucran varios electrones se presenta dificultad como se puede apreciar

en el magnesio con el oxígeno y el berilio con el cloro donde se deben ganar y perder dos electrones.

En la actividad 5, se retoman los elementos de la argumentación, en esta se plantea la afirmación “los átomos de metales y no metales interactúan para formar enlaces iónicos”, los estudiantes deben escribir un argumento que tenga datos, garantías, cualificador modal y refutación. En la gráfica 17 se observa que doce estudiantes redactan un argumento que incluye todos los elementos solicitados y siete logran identificar los elementos, pero no construyen una redacción coherente.

La actividad 7 de esta guía facilitó el aprendizaje significativo en los estudiantes, se solicitó una animación en flash de un enlace covalente, iónico y metálico, para realizar el diseño se requiere recordar y aclarar todo lo aprendido a lo largo de este proceso de investigación, en la ilustración 20 se presentan fotografías de algunas de las animaciones, los diecinueve estudiantes realizaron la actividad usando adecuadamente los conceptos de enlace, algunos demuestran un mayor grado de profundización en los conceptos.

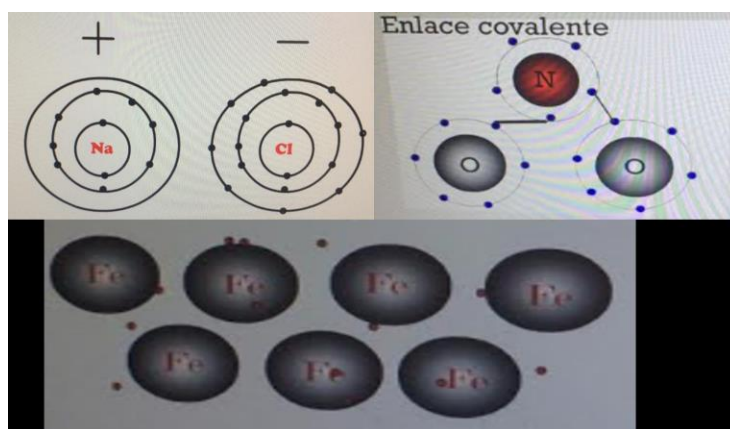


Ilustración 19. Animaciones en flash elaboradas por los estudiantes

4.4 Análisis comparativo instrumento de Exploración ideas previas (pretest) y posttest

La aplicación del posttest se realizó en una sesión posterior a la terminación de las guías sin ninguna indicación de estudios previos que pudieran generar aprendizajes exclusivamente memorísticos en los estudiantes, con la finalidad de identificar la formación adecuada de los elementos señalador-anzuelo que permiten el paso de la información entre la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo en el concepto de enlace químico (Galagovsky et al. 2009).

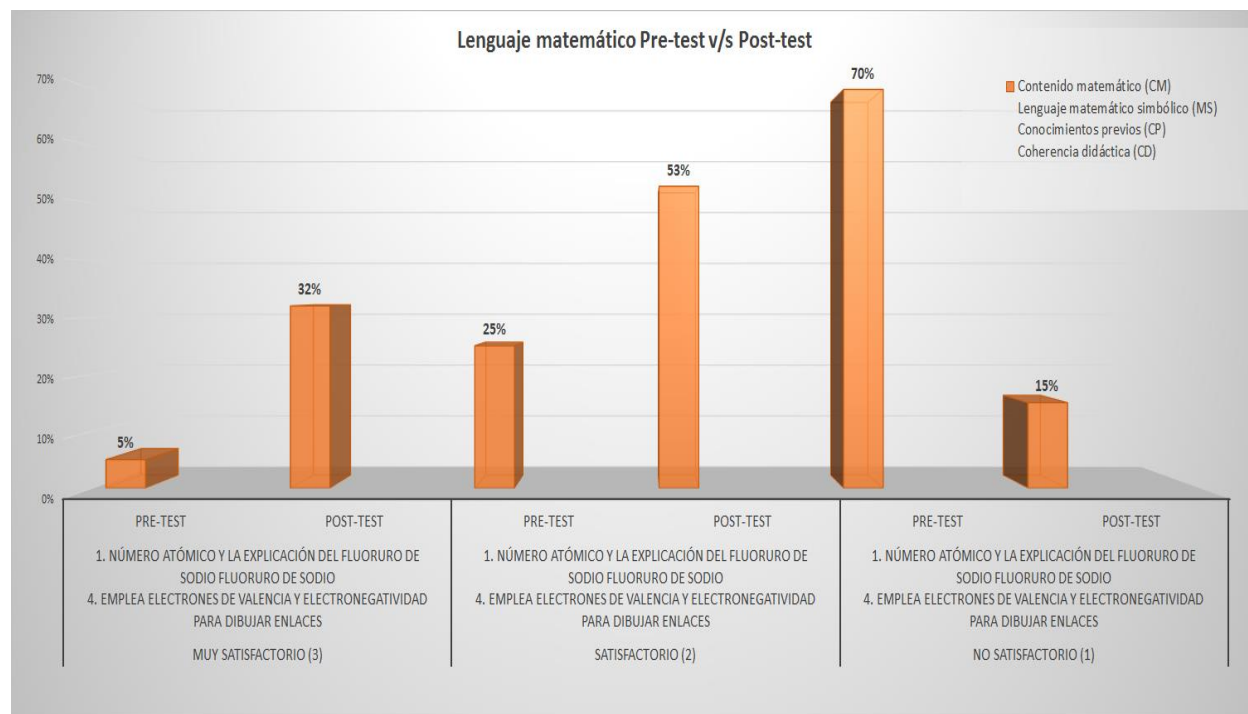
Evaluación lenguajes químicos

En primera instancia se comparan los cambios en el uso de los diferentes lenguajes, teniendo en cuenta que el aula de ciencias debe ser un espacio de comunicación entre expertos y novatos en diversos temas, desde el conocimiento científico, el experto es el docente y el novato el estudiante, pero desde la cotidianidad del educando, fundamental para la construcción del conocimiento, se intercambian los papeles, se tiene un educando experto y un docente novato en el que priman sus ideas previas que inevitablemente son idiosincrásicas en el ser.

De allí que sea necesario en el aula tener códigos lingüísticos que faciliten el acto comunicativo cerrando la brecha presente entre “hablar química” y “comprender química” ya que como lo sugiere Galagovsky et al. (2014) puede llegar a ser un eufemismo dar por sentado que docentes y estudiantes comparten la comprensión de aquello sobre lo que se hable.

El lenguaje matemático desarrolla diversas competencias como el utilizar conocimientos de su contenido, hacer una representación simbólica y tener una coherencia didáctica que permiten al estudiante hacer uso de este lenguaje para entender y modificar su modelo explicativo.

La grafica 18 presenta el avance en el uso de este lenguaje, podemos ver que se pasó de tener el 5% de la población al 32% con un desempeño muy satisfactorio, identifican la configuración electrónica para determinar electrones de valencia y la electronegatividad como conceptos que permiten determinar el enlace que se forma entre los elementos.



Gráfica 18. Resultados pretest y postest en el lenguaje matemático

Como se puede ver en la ilustración 20, para la pregunta 1 el estudiante 4 en el pretest representa el enlace entre el Na y el F como enlaces covalentes, en el postest se puede observar que a partir de la configuración electrónica determina electrones de

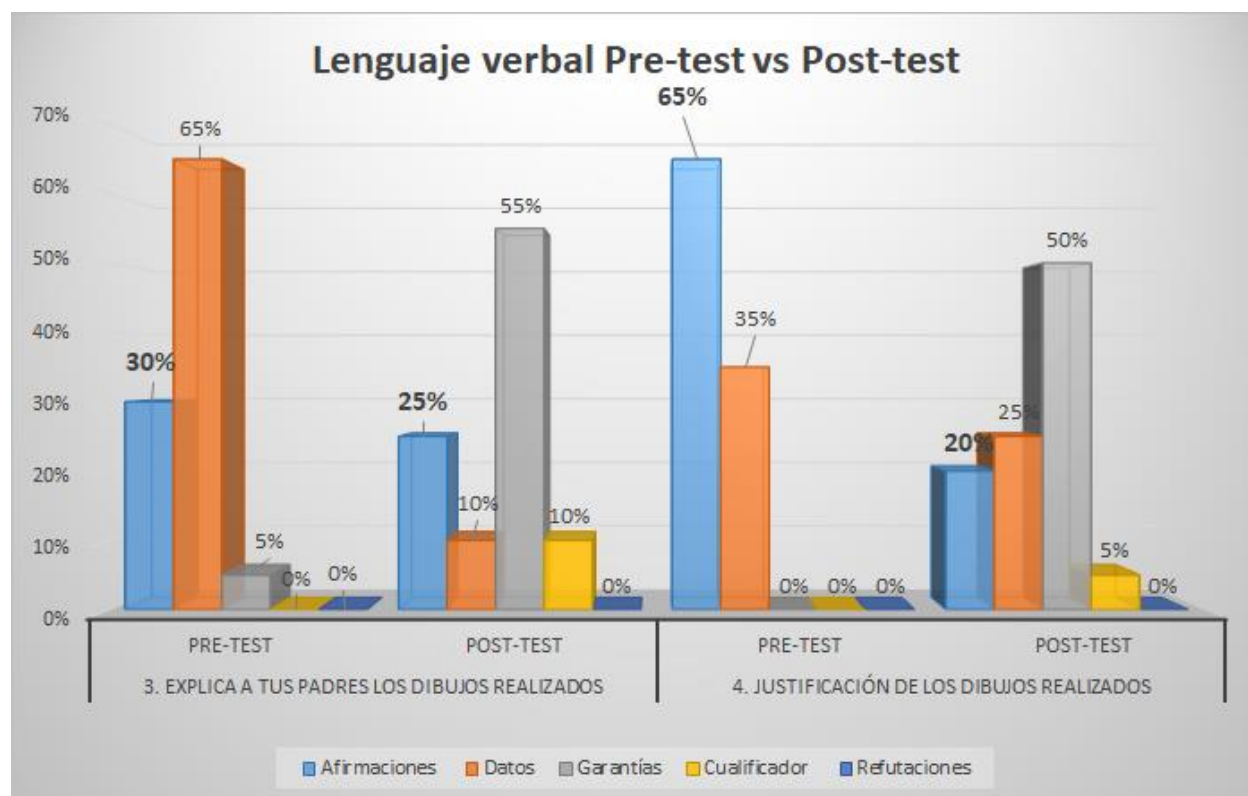
valencia y representa la estructura de Lewis del enlace iónico, lo cual confirma que el estudiante mejora en el uso del lenguaje matemático y aprende modelos científicos que inicialmente expresa con sus propias palabras, pero a medida que conoce nuevos conceptos se ve reflejado en su discurso (Márquez, 2005).

Explicación		a. Pre-test
$\text{Na} \cdot \text{---} \cdot \text{F}$	Estos elementos, buscando completa la ley del octeto, forman un enlace covalente entre sí.	
Explicación		b. Post-test
$\text{Na}^+ \left[\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ : \\ \text{F} \\ : \\ \cdot\cdot \end{array} \right]^-$	El sodio tiene 1 electrón de valencia y el flúor tiene 7, por ende a este último le falta uno, los dos tienen una diferencia de electronegatividad alta por ende es más fácil para el sodio darlo para mezclarse y el flúor recibirlo.	

Ilustración 20. Explicación del estudiante 4 para el enlace entre el sodio y el flúor

De igual manera se observa (gráfica 18) que el nivel satisfactorio se incrementó del 25% al 53% , aumentando la cantidad de estudiantes que reconocen los conceptos evaluados en las preguntas 1 y 4 pero tienen falencias en la representación de Lewis para los enlaces iónicos, cabe destacar que se disminuyó significativamente la población estudiantil del nivel no satisfactorio, pasando del 70 al 15% la población estudiantil que desconoce el lenguaje matemático inmerso en el tema del enlace químico.

En el lenguaje verbal se empleó el modelo argumentativo de Toulmin buscando superar la dificultad que tenía el educando para escribir textos de contenido científico, la incoherencia en la conexión de oraciones largas y la limitación al expresar por escrito las ideas que tiene aparentemente claras (Olaya, 2017).



Gráfica 19. Resultados pretest y posttest en el lenguaje verbal

En la exploración de ideas previas la población estudiantil empleaba solo datos desconectados para dar explicaciones a los fenómenos presentados, en la gráfica 19 se observa que hasta el 65% de la población para dar respuesta a la pregunta 3 y 4 solo reconocen una afirmación, en el posttest más del 50% de la población utiliza hasta las garantías para redactar sus argumentos. Como es el caso del estudiante 7

(ilustración 21) que para explicar la formación de los enlaces solo expresa “yo pensé que debían estar unidos por lo que uní 2 electrones entre los dos”.

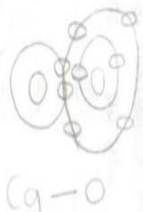


Sustancia	Características de los elementos			Dibujo del enlace	Justificación	Procedimientos
	Elemento	e ⁻ de valencia	Electroneg.			
CaO Óxido de Calcio	Ca	2	1,0		Tienen que tener ocho electrones de valencia por lo que los unimos	Yo pensé que debían estar unidos por lo que uní 2 electrones entre los dos.
	O	6	3,5			
O ₂ Oxígeno	O	6	3,5		// lo mismo ↑	// lo mismo ↑
H ₂ O Agua	H	1	2,1		//	//
	O	6	3,5			

Ilustración 21. Argumentación del estudiante 7 para la formación de enlaces en el pretest

En el postest hasta el 55% de los estudiantes en la actividad 3 emplea en sus argumentaciones las garantías, un elemento fundamental que le da soporte a los argumentos, ya que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones, en este nivel el estudiante es capaz de reconocer las leyes o principios que explican un fenómeno teniéndolos en cuenta al momento de plasmar en el papel sus propias

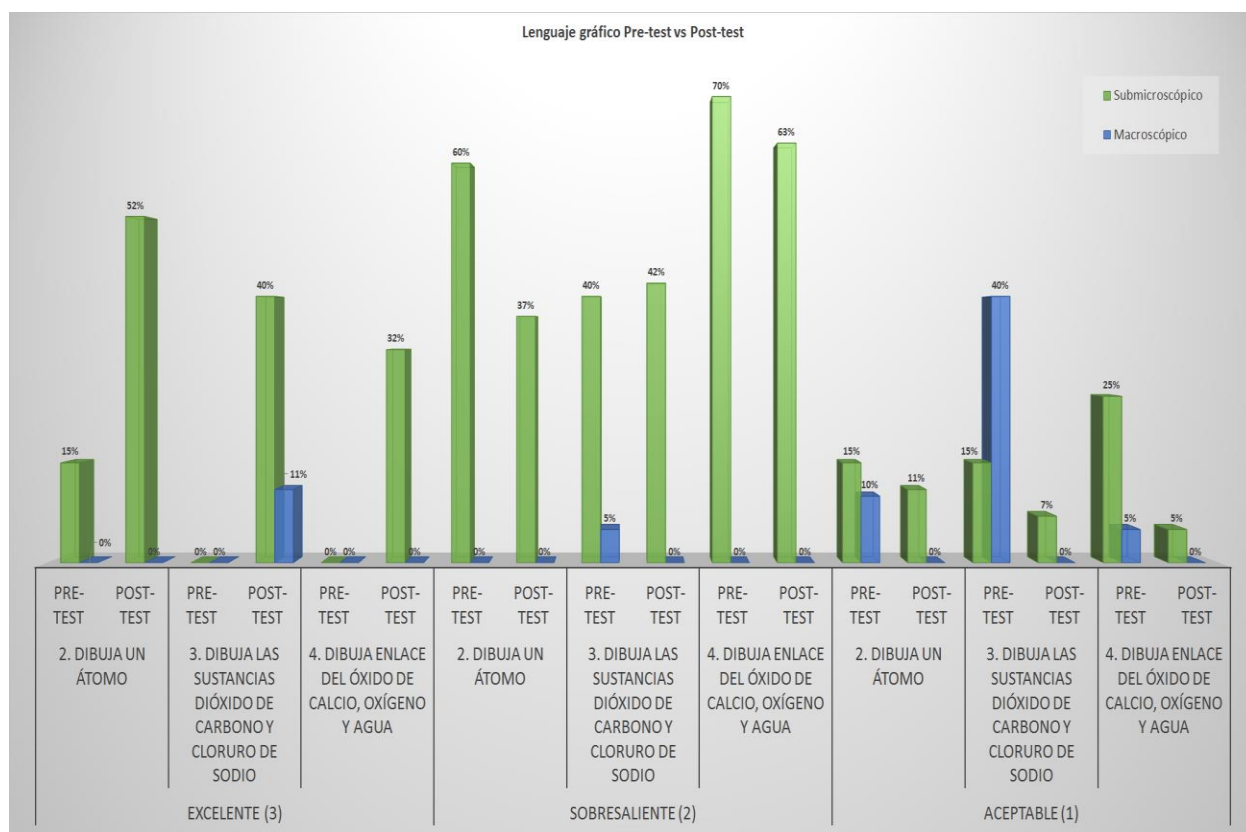
explicaciones. De esta manera se puede observar el cambio que se da en los argumentos presentados por el estudiante 7, el cual, después de terminar las guías y ser evaluado nuevamente en el postest expresa como se ve en la ilustración 22 “sus electrones se unen gracias a la electronegatividad y así se cumple la ley del octeto formando un enlace iónico formado por un metal y no metal”.

Sustancia	Características de los elementos			Dibujo del enlace	Justificación	Procedimientos
	Elemento	e ⁻ de valencia	Electroneg.			
CaO Óxido de Calcio	Ca	2	1,0		<p>Sus electrones se unen gracias a su electronegatividad y así se cumple la ley del octeto.</p>	<p>Los electrones de valencia se unen al otro elemento formando así un enlace iónico formado por un metal y un no metal.</p>
	O	6	3,5			
O ₂ Oxígeno	O	6	3,5		<p>El oxígeno se une con otro oxígeno gracias a sus electrones de valencia y la capacidad que tienen de enlazarse.</p>	<p>Sus electrones se complementan, primero se miran cuantos tienen y como se puede formar el enlace.</p>
H ₂ O Agua	H	1	2,1		<p>El enlace se forma ya que los hidrogenos serán mas atraídos por el oxígeno generando así un enlace.</p>	<p>Hidrogeno y oxígeno, ambos tienen cargas diferentes por lo cual forman un enlace.</p>
	O	6	3,5			

Ilustración 22. Argumentación del estudiante 7 para la formación de enlaces en el postest

Desde el lenguaje gráfico se emplearon estrategias de dibujos y esquemas que permiten identificar el nivel de representación de la materia en el que se encuentran los estudiantes.

El nivel macroscópico corresponde a las representaciones mentales que realiza el estudiante, las cuales fueron adquiridas a partir de la experiencia sensorial directa (Galagovsky et al. 2003). En los resultados del pretest (grafica 20) se observa que el mayor porcentaje en el nivel macroscópico se presenta en la pregunta 3 donde el 40% de la población al representar el dióxido de carbono y el cloruro de sodio se ubican en este nivel mental como se puede ver en el estudiante 2 (ilustración 23), el cual dibuja estas sustancias basado en la información proveniente de sus sentidos, teniendo en cuenta sensaciones visuales, auditivas y táctiles, con un desarrollo de habilidades conceptuales aceptable debido a que relaciona pocas propiedades de las sustancias para su representación, como el caso de este estudiante que solo tiene en cuenta el estado de agregación de las sustancias.



Gráfica 20. Resultados pretest y postest en el lenguaje gráfico

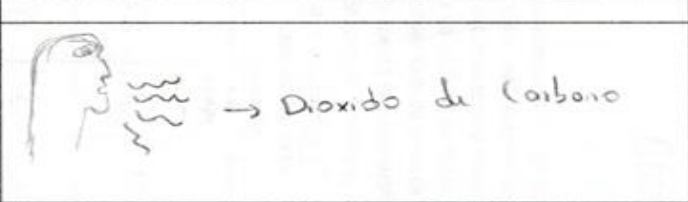
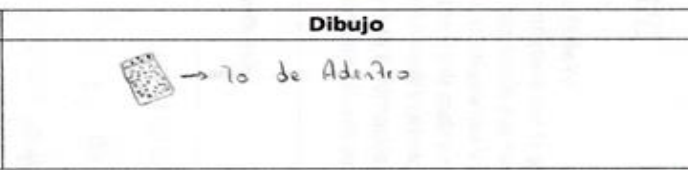
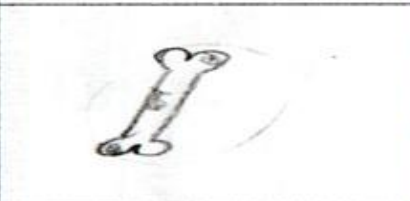
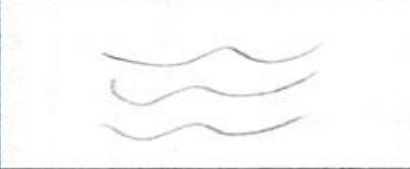
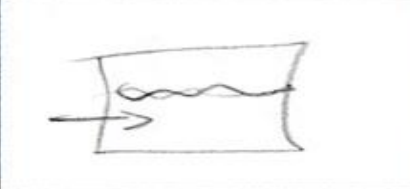
Sustancia		Características de los elementos			Dibujo del enlace
Sustancia	Dibujo	Elemento	e ⁻ de valencia	Electroneg.	
Dióxido de carbono					
Cloruro de sodio					
CaO Óxido de Calcio		Ca	2	1,0	
		O	6	3,5	
O ₂ Oxígeno		O	6	3,5	
H ₂ O Agua		H	1	2,1	
		O	6	3,5	

Ilustración 23. Representación gráfica del estudiante 2 para la formación de enlaces en el pretest

En los resultados de la aplicación del postest (gráfica 20) se observa que solo un 11% de los estudiantes se mantienen en un nivel macroscópico, pero en un nivel de desempeño excelente lo cual hace referencia al manejo de nuevos conceptos que le permiten al estudiante tener en cuenta nuevas propiedades para sus dibujos, la

mayoría de los estudiantes se ubican en el nivel representacional de la química submicroscópico que según Jhonstone, hace referencia a las representaciones abstractas y modelos que tiene en su mente un “experto” en química asociados a esquemas de partículas.

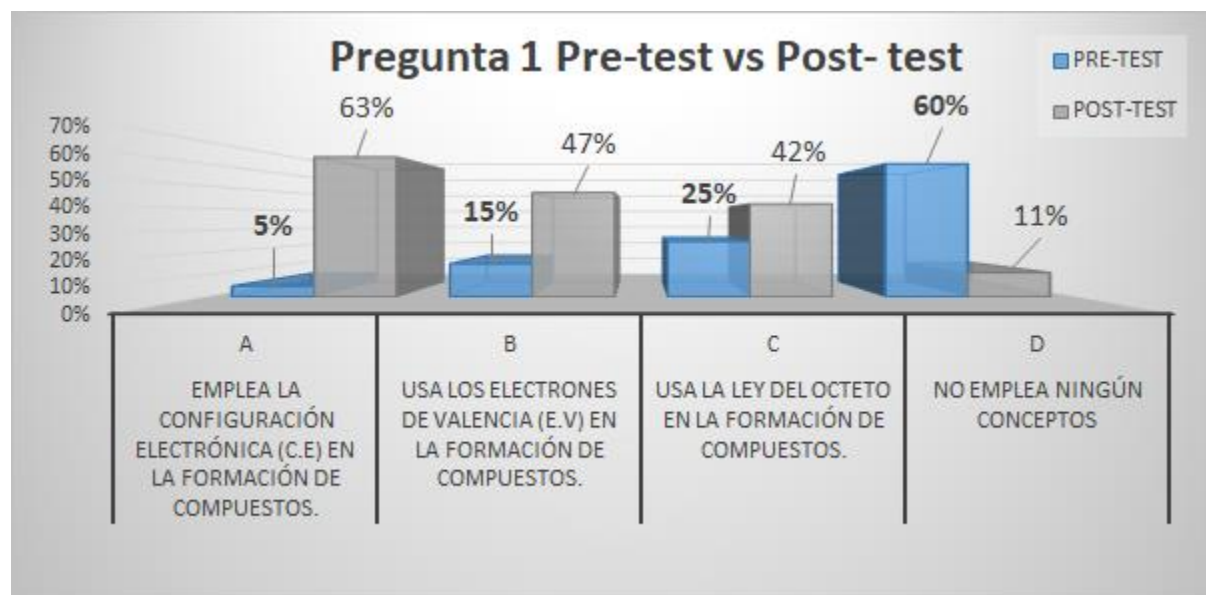
Observando la ilustración 24 se puede determinar claramente el cambio conceptual en el estudiante 2, en la pregunta 3 para representar el dióxido de carbono y el cloruro de sodio sigue empleando características del nivel macroscópicas, pero se acerca al submicroscópico al escribir la fórmula molecular, en la misma figura se evidencia las nuevas representaciones para sustancias covalentes como el oxígeno y el agua y sustancias iónicas como el óxido de calcio

Sustancia		Dibujos de moléculas de CO ₂		
Dióxido de carbono		Dibujos de moléculas de CO ₂		
Sustancia		Dibujo		
Cloruro de sodio		NaCl, dibujos de moléculas de NaCl		
Sustancia	Características de los elementos			Dibujo del enlace
	Elemento	e de valencia	Electroneg.	
CaO Óxido de Calcio	Ca	2	1,0	$\overset{+2}{\text{Ca}} \rightleftharpoons \overset{-2}{\text{O}}$
	O	6	3,5	
O ₂ Oxígeno	O	6	3,5	$\text{O} = \text{O}$
H ₂ O Agua	H	1	2,1	$[\text{H}]^+ \quad [\text{O}]^{2-} \quad [\text{H}]^+$
	O	6	3,5	

Ilustración 24. Representación gráfica del estudiante 2 para la formación de enlaces en el postest

Evaluación concepciones alternativas en el concepto enlace químico

En la pregunta 1 el estudiante debe explicar cómo se forma el fluoruro de sodio, teniendo como único dato el número atómico de los elementos.

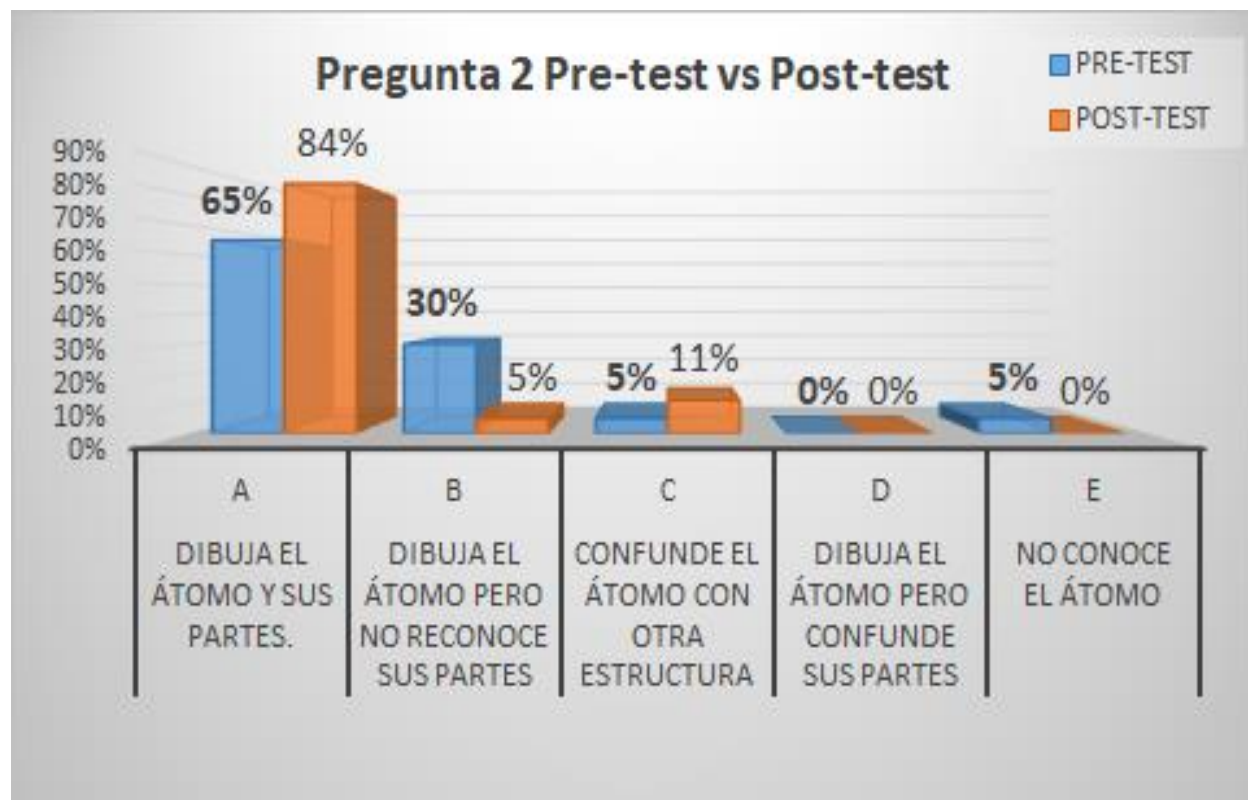


Gráfica 21. Resultados pregunta 1 Pretest vs Postest

En la primera valoración (pre- test) de los estudiantes se puede observar (gráfica 21) que el 60% de los estudiantes no reconocían los conceptos importantes como configuración electrónica, electrones de valencia y ley del octeto para explicar la formación del compuesto, después de finalizar las guías (postest) se nota un incremento en las concepciones que tienen los estudiantes, todos los porcentajes aumentan, siendo el de mayor relevancia el uso de la configuración electrónica, lo cual permite evidenciar que los estudiantes pueden identificar en el número atómico la información para determinar los electrones del átomo y esto es fundamental para entender el concepto de enlace.

De acuerdo con Pérez et al. (2018) los temas evaluados en esta numeral requieren un adecuado tratamiento metodológico en la enseñanza del enlace químico, es evidente que las estrategias empleadas para su enseñanza permitieron que estos conceptos pasaran de la memoria de trabajo a la memoria a largo plazo al tener mas del 40% de los estudiantes que logra explicar la formación del enlace empleando todos los elementos trabajados.

La pregunta dos busca evaluar el modelo empleado por el estudiante para representar el átomo suponiendo que se dispone de un microscopio potente en el laboratorio LCP



Gráfica 22. Resultados pregunta 2 Pretest vs Postest

En los resultados obtenidos (gráfica 22) se observa que el 84% de los estudiantes identifican las partículas atómicas y su respectiva ubicación representándolas adecuadamente, es un avance significativo teniendo en cuenta la relevancia del concepto de átomo para facilitar el movimiento de los estudiantes del nivel macroscópico al submicroscópico necesario para la comprensión del enlace químico, el 11% de los estudiantes sigue confundiendo su estructura al momento de dibujarlos pero identifica las partículas atómicas y realiza esquemas más cercanos al nivel submicroscópico.

En la ilustración 25 se puede observar el cambio en el estudiante 8, el cual comparaba la estructura del átomo con la célula (pretest), en la imagen se evidencia el manejo conceptual sobre las partículas atómicas en el dibujo que realiza en el posttest en el cual identifica no solo la ubicación de las partículas atómicas sino también su carga.

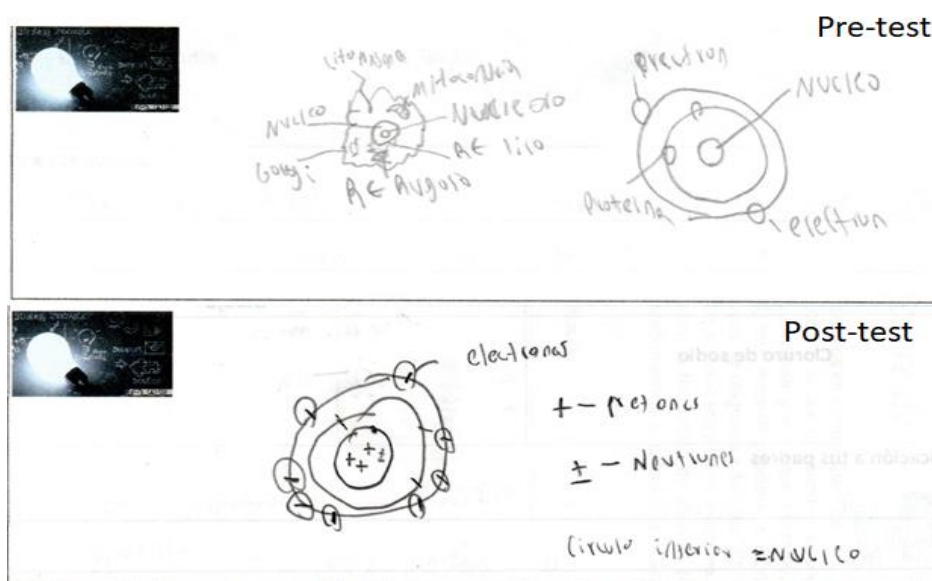
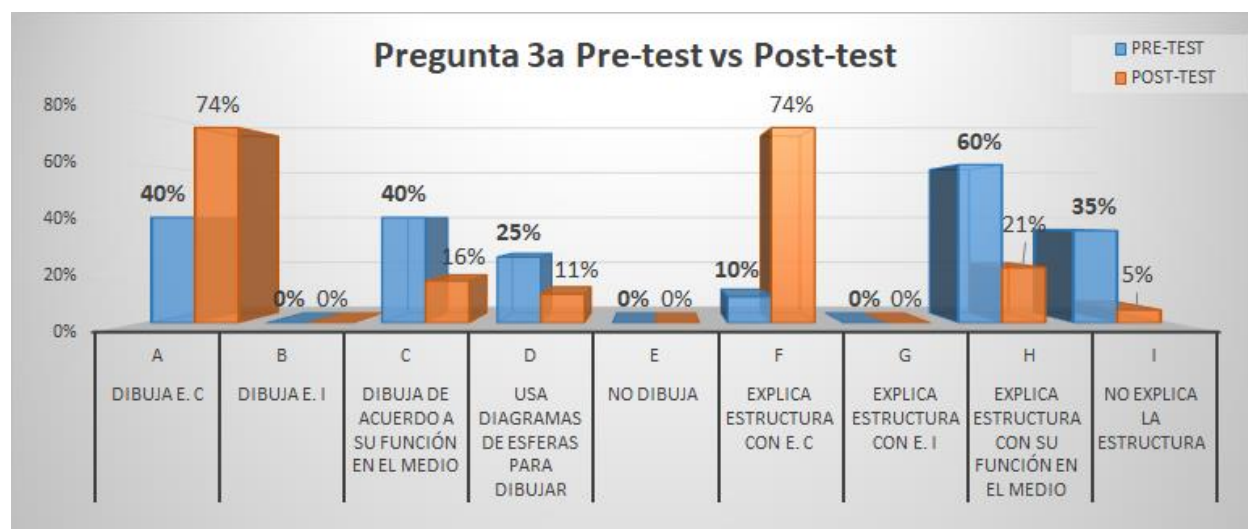


Ilustración 25. Dibujo del estudiante 8 para el modelo del átomo en el pretest y el posttest

En la pregunta 3a el estudiante se ubica en el gran laboratorio LCP, en el cual tiene una súper lupa con la que puede observar la constitución de la materia, dibujar el dióxido de carbono y explicar el proceso a sus padres.



Gráfica 23. Resultados pregunta 3a Pretest vs Postest

En los resultados que se presentan en la gráfica 23 los estudiantes incrementan del 40% al 74% la representación del dióxido de carbono con enlaces covalentes y de un 10% al 74% el uso de este concepto para explicarlo a sus padres, lo que evidencia un avance en el cambio conceptual que se refleja en el lenguaje verbal empleado por el estudiante.

Cabe resaltar que se presenta un descenso del 40 al 16% en los estudiantes que representan el CO_2 en el nivel macroscópico al representarlo en el submicroscópico, lo que demuestra que hay mayor comprensión del mundo particulado de la química, en la ilustración 26 se observa al estudiante 9 representar los enlaces del CO_2 teniendo en cuenta no solo electrones de valencia, electronegatividad y ley del octeto sino también el concepto de densidad electrónica en su representación gráfica mientras que en el

pretest aunque identificaba algo de la fórmula estructural no lo empleaba para dar sus respuestas.

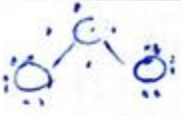

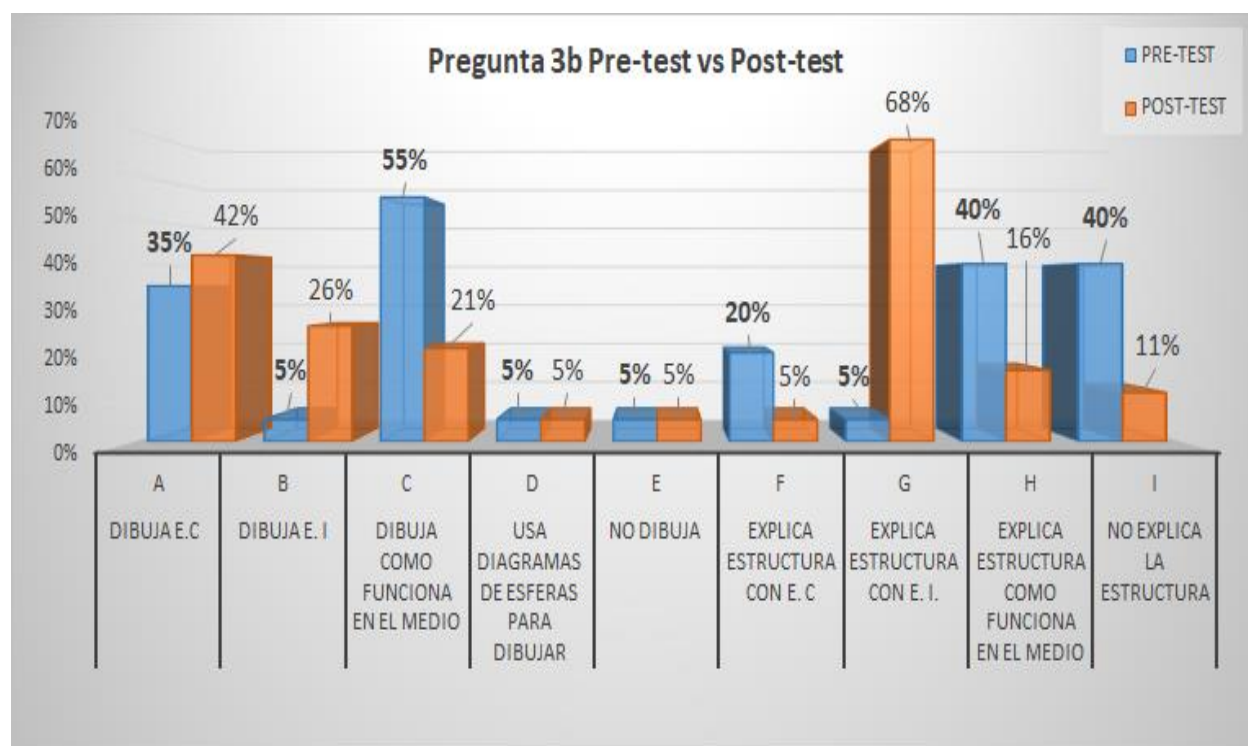
Sustancia	Pre-test
<p data-bbox="337 520 548 550">Dióxido de carbono</p>	
<p data-bbox="201 646 457 676">Explicación a tus padres</p> <p data-bbox="201 697 1312 991">en el dibujo se puede ver un átomo de Carbono que en la molécula de CO₂ se relaciona con 2 átomos de Oxígeno, estas últimas se encuentran en el medio ambiente e interactúan con el carbono, en estos enlaces me han resultado fascinantes, como el hecho de interacciones en un mundo subatómico.</p>	
Sustancia	Post-test
<p data-bbox="337 1159 548 1188">Dióxido de carbono</p>	
<p data-bbox="201 1268 457 1297">Explicación a tus padres</p> <p data-bbox="201 1306 1312 1570">Se puede ver el dióxido de carbono que posee al carbono en el centro del enlace ya que es el menos electronegativo, este enlace se da para que el carbono le de a cada oxígeno dos electrones de valencia y así todos completan la ley del octeto.</p>	

Ilustración 26. Respuesta pregunta 3a estudiante 9 en el pretest y el postest

En la pregunta 3b se busca evaluar el concepto de enlace iónico de una sustancia común en su entorno como es el cloruro de sodio.

En el análisis de la pregunta 3b se exploran las ideas previas que el estudiante tiene sobre los enlaces iónicos y las bases conceptuales que emplea para explicarlos, en la gráfica 24 se puede observar que el 42% de los estudiantes conserva la concepción de la formación del enlace solo con líneas, esto evidencia que no se logró superar esta limitación a cabalidad, según Zamora (2002) se puede entender que esta puede formar parte de los obstáculos epistemológicos de la química, los cuales desde su punto de vista afectan la capacidad de los individuos para construir el conocimiento real científico limitando su aprendizaje, se debe continuar en el diseño de actividades que permitan superar estas limitaciones.



Gráfica 24. Resultados pregunta 3b Pretest vs Posttest

El 68% de los estudiantes puede explicar la formación del NaCl a partir de la formación del enlace químico como es el caso del estudiante 14 (ilustración 27) que en el pretest representaba la sustancia a nivel macroscópico y en su explicación

expresaba a los átomos como moléculas en estado sólido, en los resultados del postest representa el cloruro de sodio con átomos que ganan y pierden electrones para indicar las cargas del enlace iónico.


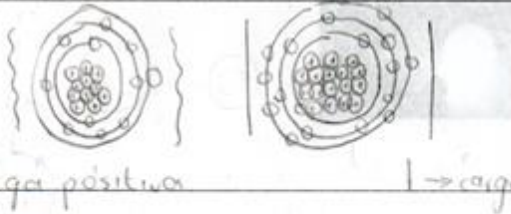
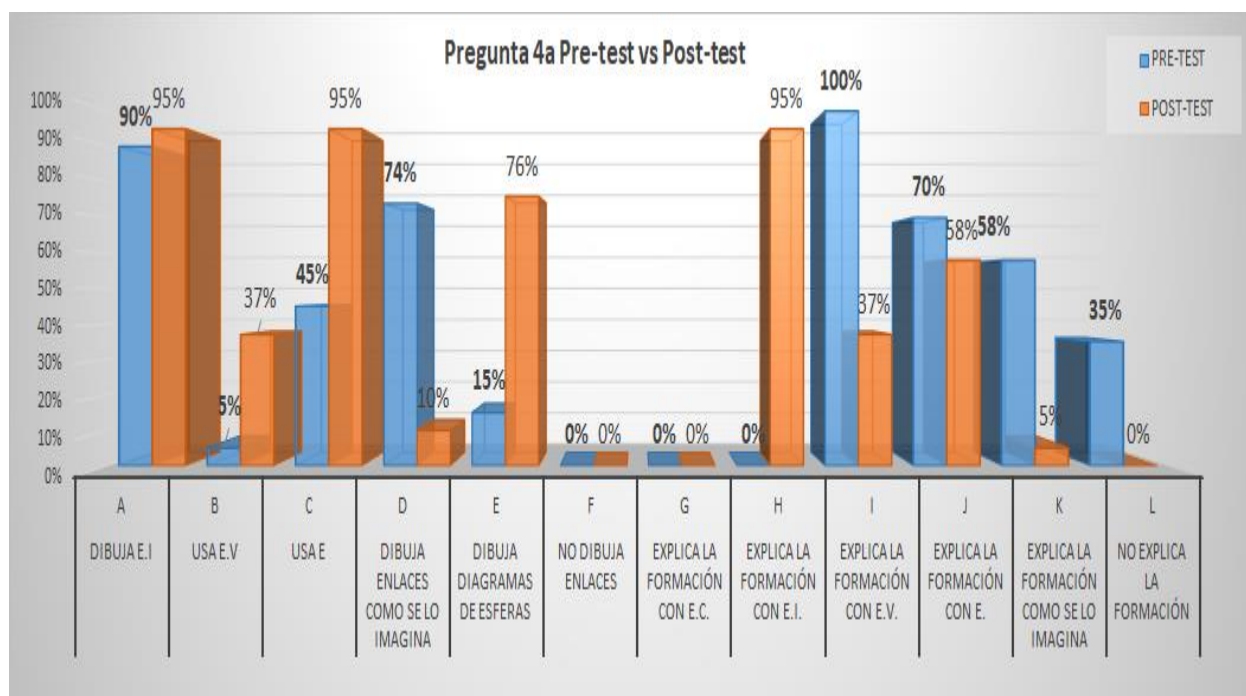
Sustancia	Dibujo	
Cloruro de sodio		Pre-test
Explicación a tus padres		
<p>El cloruro de sodio es un compuesto que pertenece a las bases y está formado por una molécula de cloro y una de sodio. Casi siempre está en estado sólido en forma de cristales y se usa principalmente para que las comidas sepan más saladas.</p>		
Sustancia	Dibujo	Post-test
Cloruro de sodio		
Explicación a tus padres		
<p>Este enlace es iónico, porque ambos átomos están muy alejados en la tabla periódica, entonces uno va a perder electrones y a ganar carga positiva y se va a llamar catión. El otro va a ganar los electrones del otro y, por tanto, cargas negativas; este se va a llamar anión.</p>		

Ilustración 27. Respuesta figura 3b estudiante 9 en el pretest y el postest

En la pregunta 4 se contextualiza al estudiante en los video juegos, un entorno muy explorado por ellos, a partir de la información de electrones de valencia y electronegatividad se les pide dibujar los enlaces que permiten la formación de las sustancias que forman parte de los materiales en el video juego Fortnite.



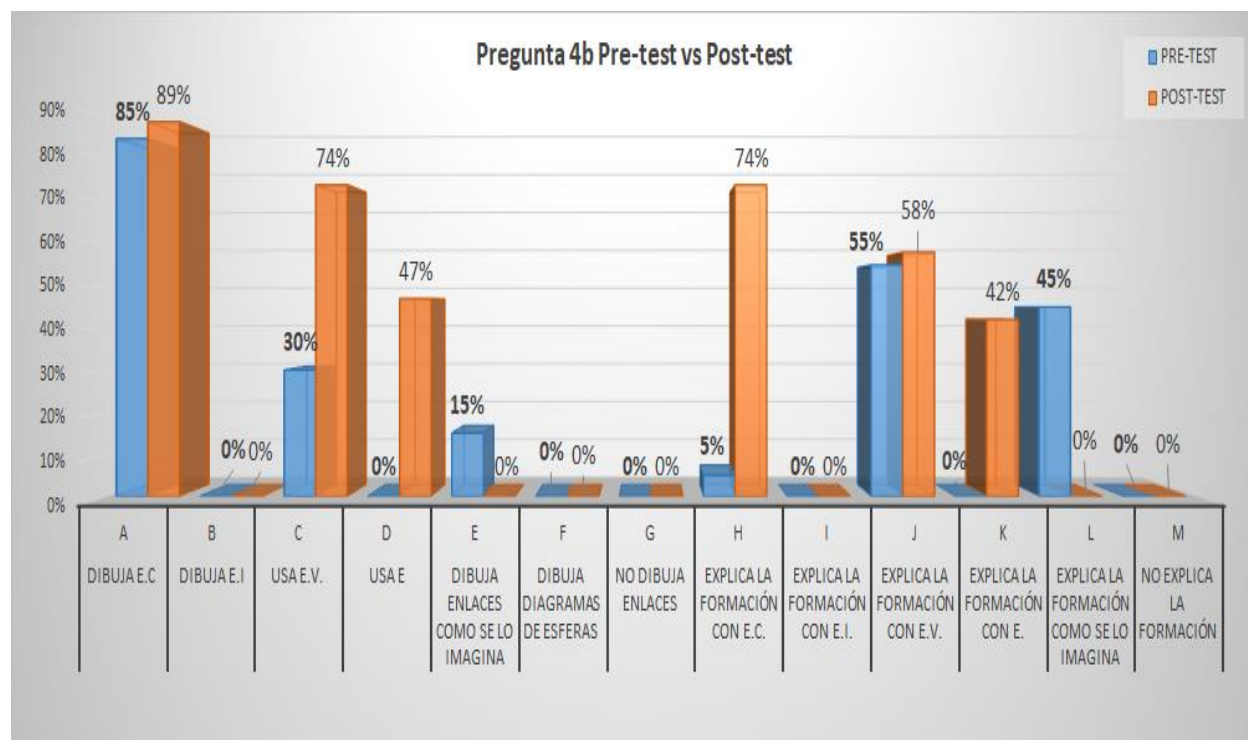
Gráfica 25. Resultados pregunta 4a Pretest vs Postest

En los resultados obtenidos (grafica 25) se observa que el 95% de los estudiantes dibuja el enlace iónico que se presenta en el óxido de calcio, con una mejora significativa en el manejo del concepto al tener la misma cantidad de estudiantes que emplea el concepto de enlace iónico como argumento para su justificación, lo cual representa un gran avance si se tiene en cuenta que en el pretest ningún estudiante puede argumentar lo que pensaba sobre el enlace químico.

De igual manera se puede observar en la gráfica 25 que en el pretest el 74% de los estudiantes se encontraba en el nivel mental macroscópico al representar los enlaces

como se los imagina y el 58% empleaba estos argumentos para explicarlo, en el postest solo el 10% se mantiene en este nivel para realizar sus dibujos y el 5% los tiene en cuenta para dar sus argumentos.

Se puede observar (gráfica 25) que el conocimiento sobre el concepto de electrones de valencia y su importancia para dibujar los enlaces, se incremento hasta el 37% en la población estudiantil, aunque disminuye el empleo del mismo para dar sus argumentos, probablemente se deba a que usan en gran medida el concepto de ganancia y perdida de electrones para formar enlaces iónicos.



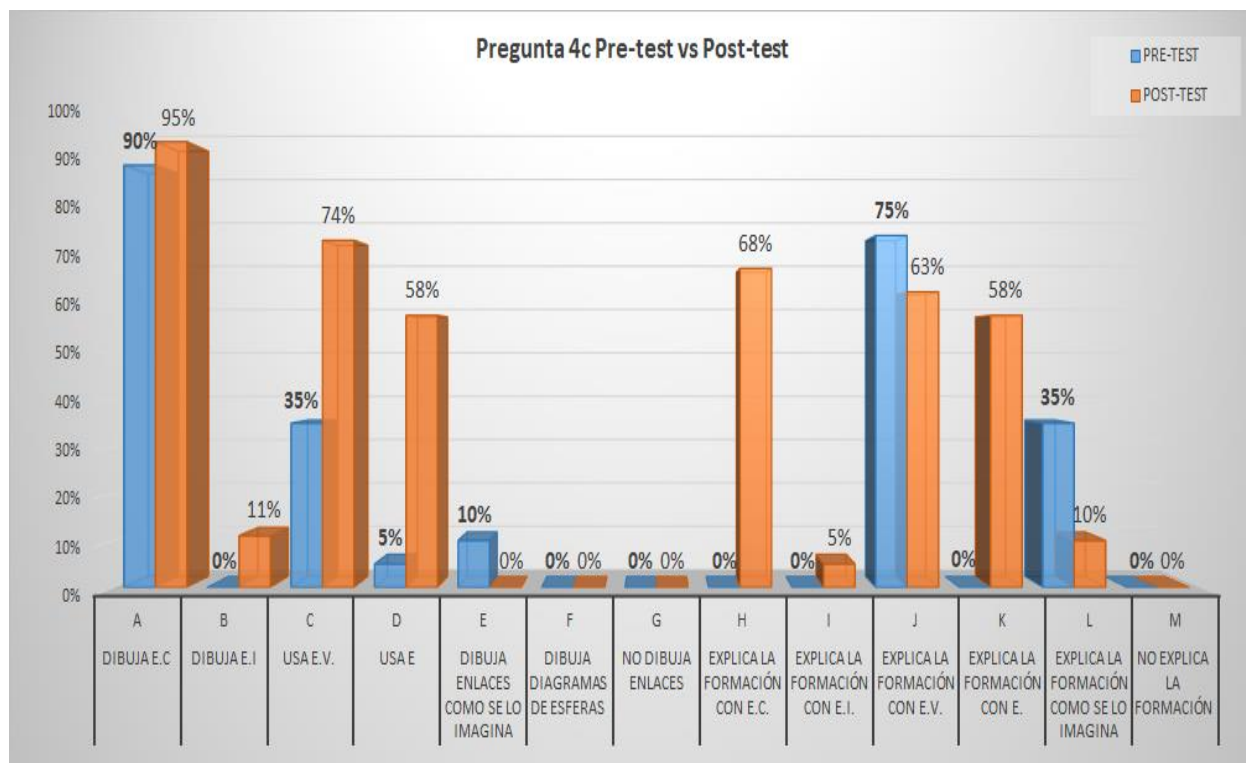
Gráfica 26. Resultados pregunta 4b Pretest vs Postest

En el literal 4b se pregunta sobre el oxígeno (O₂), buscando indagar sobre la representación de las moléculas de elementos, en la gráfica 26 se puede observar un

cambio representativo en el posttest al tener el 74% de la población usando el concepto de enlaces covalentes en sus argumentos, de igual manera se observa un incremento en el uso de los conceptos de electrones de valencia y electronegatividad que pueden formar parte de los datos y garantías que soportan la argumentación.

El oxígeno es identificado por los estudiantes como el aire que respiramos, esto lleva al estudiante a dar explicaciones desde el nivel mental macroscópico en la valoración inicial donde el 45% de los estudiantes argumenta basado en esta característica, al finalizar el proceso se encuentra que todos los estudiantes se desplazan de este nivel al submicroscópico teniendo nuevos argumentos para expresar lo que entienden.

El conocimiento sobre electrones de valencia y electronegatividad por parte de los estudiantes mejora considerablemente si se tiene en cuenta que comparando el pretest y posttest (gráfica 26) los resultados finales en porcentajes todos son más altos que al inicio de la investigación, de allí que el discurso del estudiante refleje esta mejoría en los argumentos que plantea.



Gráfica 27. Resultados pregunta 4c Pretest vs Postest

En la pregunta 4c se confirma nuevamente el avance en el aprendizaje de los estudiantes en los conceptos fundamentales para la comprensión del enlace químico, ya que al representar la molécula del agua y expresar sus argumentos hacen uso de los enlaces covalentes, electronegatividad y electrones de valencia, en la gráfica 27 se observa que el 74% y el 58% de los estudiantes tienen en cuenta los conceptos de valencia que según Pérez y García (2018) son una base conceptual de la química cuántica en que se enmarca el concepto de enlace químico.

Pre-test

Sustancia	Características de los elementos			Dibujo del enlace	Justificación	Procedimientos
	Elemento	e de valencia	Electroneg.			
CaO Óxido de Calcio	Ca	2	1,0	Ca - O	unión de 2 elementos que juntan sus e ⁻ de valencia (los necesarios)	balanceo para que este quede estable
	O	6	3,5			
O ₂ Oxígeno	O	6	3,5	O - O	los 2 son el mismo elemento con sus mismas características	balanceo para que este quede estable
H ₂ O Agua	H	1	2,1	O - H - O	se complementan sus e ⁻ de valencia	balanceo para que este quede estable.
	O	6	3,5			

Post-test

Sustancia	Características de los elementos			Dibujo del enlace	Justificación	Procedimientos
	Elemento	e de valencia	Electroneg.			
CaO Óxido de Calcio	Ca	2	1,0	Ca ··· O:	el O queda negativo al ganar los e ⁻ que Ca le está dando estos e ⁻ están más atraídos a O por esta misma razón es más electronegativo. enlace iónico.	la electronegatividad para saber a cual están más atraídos y la cantidad de e ⁻ de cada uno.
	O	6	3,5			
O ₂ Oxígeno	O	6	3,5	O - O	enlace iónico	Tienen la misma electronegatividad
H ₂ O Agua	H	1	2,1	H ⁺ ··· O ⁻ ··· H ⁺	atraídos hacia O ya que es más electronegativo. O → - (anion) H → + (cation) enlace iónico	↙
	O	6	3,5			

Ilustración 28. Respuesta 4 estudiante 9 en el pretest y el postest

El cambio conceptual que se evidencia en el desarrollo de los tres literales de la pregunta 4 se puede observar en el estudiante 11 (ilustración 28), en la cual se puede ver que para el pretest el estudiante expresa como argumento que su dibujo de enlace lo realiza para que quede estable, mientras que en el postest expresa como tiene en cuenta la electronegatividad y los electrones de valencia para representar los enlaces identificando entre enlaces iónicos y covalentes.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La revisión epistemológica del concepto enlace químico, así como el reconocimiento de los lenguajes de la química como parte fundamental del intercambio comunicativo se constituye en una valiosa estrategia en el proceso de enseñanza-aprendizaje y la base esencial para la construcción de un instrumento de exploración de ideas previas, cuyo propósito es identificar las concepciones alternativas y obstáculos que presentan los estudiantes sobre dicho concepto, a partir de la implementación de actividades que brindan un panorama amplio sobre el lenguaje que utilizan los estudiantes con mayor frecuencia y facilidad.
- En los estudiantes se destaca el uso del lenguaje gráfico para presentar sus conocimientos previos sobre enlace químico, ya que emplean esquemas, diagramas y dibujos para representar el comportamiento de las sustancias. El desconocimiento en conceptos básicos asociados a la interacción entre átomos se ve reflejado en la ausencia del lenguaje matemático y verbal en la cotidianidad del estudiante, al no entender configuración electrónica,

electrones de valencia, ley del octeto y electronegatividad se limita su operatividad, así como la evocación de estos conceptos para plantear argumentos sólidos en sus explicaciones sobre la formación de los enlaces en las sustancias.

- El uso de los lenguajes de la química en el diseño de actividades para desarrollar contenidos escolares, es un medio a través del cual el alumno adquiere desde diferentes perspectivas información sobre los temas que se quieren desarrollar, alcanzando las competencias conceptuales necesarias para tener elementos de anclaje que les permitirán conectar los nuevos conocimientos que deben pasar de la memoria de trabajo a la memoria a largo plazo
- La competencia comunicativa es esencial en el arte de hacer ciencia, es evidente que la falta de aprendizajes significativos limitan al estudiante para expresar ideas o recuerdos que tiene sobre algún concepto, generando un discurso con falencias propias de su desconocimiento, el cual será insuficiente para describir los procesos observados; con la implementación de estrategias argumentativas como el modelo de Toulmin se fortalece dicha habilidad, los principales elementos como son los datos y las garantías asociadas a una afirmación, los cuales permitieron evidenciar el avance significativo en las explicaciones que los educandos plantearon al finalizar la secuencia de guías que fortalecieron el concepto de enlace. Competencia que repercute en otras áreas de conocimiento al ser un eje transversalizador de la comunicación de los modelos mentales presentes en el estudiante.

- En el desarrollo de los niveles mentales en la química sobresalen las características del nivel macroscópico, el cual está ligado a lo que se percibe con los sentidos, el sujeto crea esquemas que muestran lo que puede ver, sentir, oler, escuchar y tocar. Desde la concepción del ser, este es el medio por excelencia para aprender y a medida que se adquieren nuevos conocimientos se da el paso al nivel submicroscópico, como resultado de este trabajo como máximo el 11% de la población estudiantil en algunas actividades se mantuvo en el nivel macroscópico, los demás hacen uso de los elementos del lenguaje gráfico con estructuras de Lewis; lenguaje matemático, determinando electrones de valencia a partir de la configuración electrónica, usando la ley del octeto y la electronegatividad y del lenguaje verbal haciendo uso de estos elementos para expresar sus argumentos, evidenciando su familiaridad con el nivel submicroscópico.
- Se destaca el fortalecimiento de competencias básicas en los estudiantes, en el marco del modelo constructivista y del aprendizaje significativo se constituyó en una propuesta pedagógica que pone al estudiante en un rol central en el aula de clase, reestructurando sus estructuras cognitivas a partir de un proceso autónomo mediado por el uso de estrategias que implementan los diversos lenguajes, teniendo educandos motivados por la ciencia y con competencias que les permiten emplear sus habilidades tecnológicas para explicar exitosamente lo aprendido.

Recomendaciones

Finalizado el proceso de investigación se considera importante realizar sugerencias desde el punto de vista metodológico, el uso de las guías didácticas como método de enseñanza, el tiempo de aplicación de la estrategia y la implementación de los lenguajes de la química en la enseñanza.

En la construcción de las guías didácticas se hace fundamental tener en cuenta la población educativa a la que se apunta, su contexto académico y social, para seleccionar adecuadamente la información que se considere pertinente en el diseño, es importante tener claridad el objetivo al que se apunta con cada actividad, que la información recolectada al final si aporte a la construcción de las herramientas y no se convierta por el contrario en un obstáculo para la misma.

El uso de guías didácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje es un recurso útil y adaptativo, que permite diseñar estrategias que apunten a un aprendizaje más autónomo del estudiante, facilita la vinculación de las TIC como eje de una motivación intrínseca por el conocimiento por parte del educando, transformándose en un hilo conductor más que en una camisa de fuerza para el alumno, no obstante es importante tener en cuenta que es recomendable vincular en el acto educativo otras prácticas por parte del educador que complementen dicho proceso.

La utilidad de una estrategia en determinada población estudiantil requiere de un proceso de observación, construcción y mejoramiento constante de la misma, esto

exige emplear las guías durante un tiempo más prolongado, con estudiantes de diferentes edades y en diferentes áreas, con la finalidad de tener elementos suficientes que permitan determinar el impacto que tiene en el proceso de aprendizaje.

Los desafíos en la educación actual conllevan en el quehacer del docente una búsqueda constante de nuevos entornos educativos que fortalezcan diversas habilidades en los estudiantes, la indagación de los lenguajes inmersos en la enseñanza de la química y los niveles mentales traen consigo una serie de formatos y códigos sintácticos necesarios en la comprensión de los conceptos más abstractos de la química, de allí la importancia de su uso en la comunicación entre el novato y el experto. Las fundamentaciones teóricas de algunos conceptos básicos soportan el desarrollo conceptual de temas complejos, por ende, es conveniente emplear las actividades de los diversos lenguajes para fortalecer en el proceso cognitivo el paso de información elemental de la memoria de trabajo a la memoria a largo plazo, favoreciendo así el aprendizaje significativo por parte del educando.

ANEXOS

Anexo 1. Exploración ideas previas



"Un lugar para aprender y crecer"

Liceo Campestre de Pereira

"Un lugar para Aprender y crecer"

Exploración de ideas previas en Enlace Químico

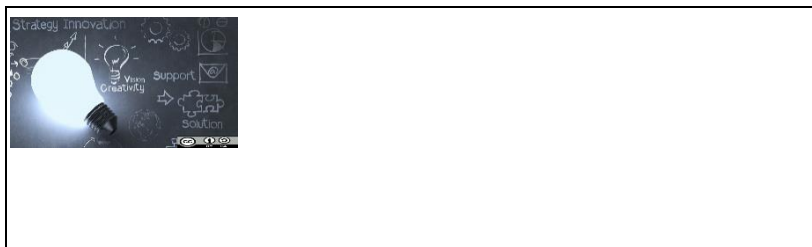


NOMBRE	FECHA	GRADO
<p>Apreciado estudiante, el siguiente cuestionario solo busca explorar las ideas que tienes sobre el concepto de enlace químico. Te invito a que respondas todas las preguntas utilizando las estrategias que consideres adecuadas.</p> <p>"Defiende tu derecho a pensar, porque incluso pensar de manera errónea es mejor que no pensar."</p> <p style="text-align: right;"><i>Hipatía de Alejandría</i></p>		

1. El fluoruro de sodio, NaF, es uno de los ingredientes activos de la crema dental. El número atómico del flúor es $Z=9$ y del sodio es $Z=11$. Explica cómo se forma este compuesto.

Explicación

2. Imagina que estamos estrenando un potente microscopio en el laboratorio LCP, que tiene la capacidad de observar átomos y moléculas de cualquier sustancia. Por medio de un dibujo representa un átomo que lograste observar e identifica cada una de sus partes.



3. Ubícate en el gran laboratorio LCP, en el cual tienes una súper lupa con la que puedes observar la constitución de la materia, dibuja como puedes ver con tu lupa las siguientes sustancias: el dióxido de carbono que usan las plantas para hacer fotosíntesis y el cloruro de sodio que empleamos en la cocina para preparar nuestros alimentos. Escribe en un párrafo de mínimo cinco líneas como explicarías a tus padres los dibujos realizados.

Sustancia	
Dióxido de carbono	
Explicación a tus padres <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
Sustancia	Dibujo
Cloruro de sodio	
Explicación a tus padres <hr/> <hr/>	

4. Una de las características del videojuego Fortnite es la posibilidad de construir estructuras que te permiten defenderte y/o atacar a tus contrincantes, para esto cuentas con tres tipos de materiales: madera, material más común y el menos resistente; ladrillo/arcilla/piedra, material no tan común como la madera, pero mucho más duradero y el metal, este material garantiza la máxima protección contra daños.³ Los componentes químicos del ladrillo son sílice, agua, alúmina, óxido de hierro de magnesio y de calcio y el metal disponible en el videojuego es obtenido principalmente de piezas de vehículos formados por acero, una aleación entre hierro y carbono.



Teniendo en cuenta la información de la tabla dibuja los enlaces que permiten la formación de algunas sustancias que forman parte de los materiales de Fortnite. Justifica cada uno de los dibujos y escribe los procedimientos o cálculos que empleaste para realizar los dibujos. (Modificada de De Posada, 1999)

Sustancia	Características de los elementos			Dibujo del enlace	Justificación	Procedimientos
	Elemento	e de valencia	Electroneg.			
CaO Óxido de Calcio	Ca	2	1,0			
	O	6	3,5			
O ₂ Oxígeno	O	6	3,5			
H ₂ O Agua	H	1	2,1			
	O	6	3,5			

Anexo 2 Guía 1



Liceo Campestre de Pereira

"Un lugar para Aprender y crecer"

Exploración de ideas previas en Enlace Químico



NOMBRE		GUÍA	1	FECHA		GRADO	
Apreciado estudiante, te invito a explorar el mundo de los átomos a través de las siguientes actividades.							
<i>"Vive como si fueses a morir mañana. Aprende como si fueses a vivir para siempre".</i>							
<i>Mahatma Gandhi.</i>							

Con esta actividad se busca

- ✓ Identificar las propiedades atómicas y su relación con el comportamiento de los átomos.
- ✓ Conocer el lenguaje científico inmerso en el concepto de átomo

1. Ingrese al laboratorio virtual en https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html y explore la plataforma.
- a. **Dibujando los átomos:** Teniendo en cuenta la constitución de la materia realice el modelo de tres átomos diferentes que se imagine usando la plataforma interactiva y dibújelos.

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Orbitas			
Nube			

- b. **Identificando las partículas atómicas:** Cree el modelo de los siguientes átomos y complete la tabla:
 - a. Protones (carga +) 6, neutrones (carga 0) 8 y electrones (carga -) 6
 - b. Protones (carga +) 7, neutrones (carga 0) 7 y electrones (carga -) 10
 - c. Protones (carga +) 6, neutrones (carga 0) 7 electrones (carga -) 4

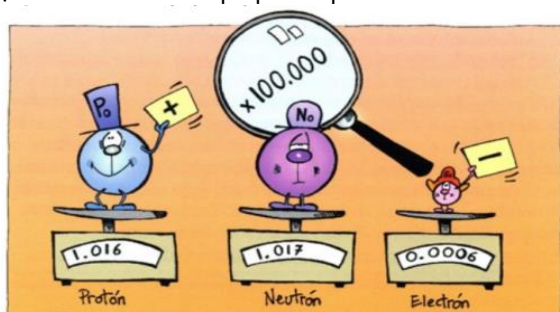
Elemento	Partículas periféricas	Partículas del núcleo		Suma las partículas del núcleo (Masa atómica, A)	Resta los protones y los electrones (carga)
	Electrones	Neutrones	Protones		

2. Lea con atención la siguiente información:

La anatomía de los átomos

Los diversos órganos de los átomos

Los físicos que han estudiado la anatomía de los átomos, han descubierto que éstos están constituidos esencialmente de electrones, pequeñas partículas extremadamente livianas – tienen una masa de $9,1 \times 10^{-31}$ kg - cada una portadora de una carga eléctrica negativa. Agitados al máximo, los electrones recorren, en una ronda vertiginosa, órbitas muy diversas alrededor de un núcleo central infinitamente pequeño que constituye el corazón del átomo. El volumen groseramente esférico, propuesto por un loquito británico descubridor del electrón llamado Thomson, está definido por las órbitas exteriores de los electrones determinando al mismo tiempo su tamaño. El corazón del átomo está formado por dos clases de partículas, los neutrones y los protones, que se aglutinan en su centro, mantenidos juntos por fuerzas muy poderosas, formando un núcleo cuyo radio es aproximadamente ¡100.000 veces más pequeño que el del átomo en sí!



Los constituyentes fundamentales del átomo son entonces:

- El protón, partícula que posee una carga eléctrica positiva y una masa de 1.6726×10^{-27} kg, lo que corresponde aproximadamente al peso de uno de los hermanos Hidrógeno.
- El neutrón, partícula de masa prácticamente idéntico al del protón, pero sin carga eléctrica.
- El electrón, partícula cerca de 1840 veces más liviana que un protón o un neutrón, poseedora de una carga eléctrica negativa. En reposo, un átomo contiene tantos electrones

como protones.

Cada familia de átomos se caracteriza por el número de protones y neutrones que forman su núcleo; sin embargo, si bien el número de protones es imperativamente fijo, el de neutrones varía ligeramente entre los diferentes isótopos de una misma familia. Gracias a la gran foto de familia, podemos conocer el número de protones, neutrones y electrones que caracterizan a cada una. Las reglas son las siguientes:

- El número de protones es igual al número de orden de la familia;
- El peso atómico es igual a la suma de protones y de neutrones; como consecuencia:
- El número de neutrones es igual al peso atómico menos el número de orden (o número atómico);
- El número de electrones es igual al número de protones (o número de orden de la familia).

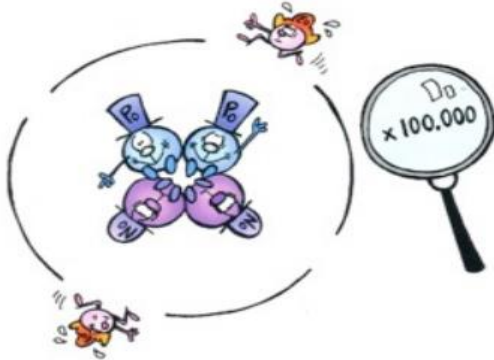
Así, si practicamos la autopsia del señor Potasio, encontraremos 19 protones y 20 neutrones aglutinados en su núcleo, y 19 electrones constituyendo la periferia. Estos resultados son consignados en su pasaporte.



La autopsia del señor Potasio revela la existencia de 19 protones, 20 neutrones, y 19 electrones.

Los electrones determinan el comportamiento social de los átomos

En sus rondas vertiginosas, los electrones recorren órbitas muy diversas alrededor del núcleo central. La fuerza centrífuga que tiende a alejarlos del núcleo se equilibra con la fuerza de atracción de los protones que los retienen dentro de su zona de influencia. Los trazados de las órbitas no son al azar, sino que dependen de reglas bastante complejas que trato de explicar el físico y filósofo austriaco Erwin Schrödinger con su modelo mecánico cuántico del átomo. A medida que el número de electrones aumenta, los últimos agregados ocupan órbitas cada vez más alejadas del núcleo. El límite exterior de la zona de actividad de los electrones se podría asimilar groseramente a una esfera que constituye, en nuestro mundo imaginario, el tamaño de los átomos.



Estructura del átomo de Helio: el núcleo (aumentado 100.000 veces) está constituido de dos protones y dos neutrones. Dos electrones gravitan a gran velocidad en órbitas alejadas del núcleo.

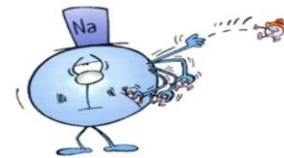
Las órbitas se pueden agrupar por niveles sucesivos de energía. Descubrimos, entonces, que los átomos aplican el número sagrado ocho (Los señores Hidrógeno y Helio son casos particulares: ¡veneran al número 2!) a los electrones que se reparten en el nivel más externo; es decir, que los átomos se sienten cómodos cuando tienen ocho electrones en la órbita exterior. Es así que don Sodio, que no cuenta más que con un solo electrón en su capa exterior, busca deshacerse de él. ¡Esta expulsión tiene como consecuencia hacerle aparecer un brazo y adelgazar un poco! Su colega Silicio se pasea con cuatro brazos, pues ha debido expulsar cuatro electrones para respetar el número sagrado ocho;

mientras que la Señora Cloro, quien posee normalmente siete electrones en su capa externa, prefiere capturar un electrón suplementario para satisfacer la regla del ocho también llamada ley del octeto y al mismo tiempo le aparece un brazo. Las hermanas Oxígeno, quienes deben capturar dos electrones para completar su capa externa, pues poseen en ella sólo seis, adquieren en el acto dos brazos.



Los átomos que capturan electrones son damas. Los químicos los llaman aniones. Por cada electrón capturado ganan un brazo y unos quince dientes.

El señor Sodio expulsa un electrón y saca un brazo de su bolsillo. Es ahora un catión.



¡Tanto las damas Cloro como Oxígeno engordan un poco en este trance! (La captura de electrones hace engordar al átomo; y la entrega de los mismos los hace adelgazar.) Los átomos que han capturado electrones suplementarios poseen un exceso de cargas negativas igual a su número de brazos. Los químicos los llaman aniones y en el Mundo de los Átomos son las damas. Los que han expulsado electrones han ganado un exceso de cargas positivas igual a su número de brazos. Los

químicos los llaman cationes y corresponden, en el Mundo de los átomos, a los caballeros. Se constata, entonces, que son los electrones los que determinan el comportamiento social de los átomos (O sea, todas las propiedades químicas, así como la mayoría de las propiedades físicas.): tamaño, número de brazos, sexo, mayor o menor afinidad por el matrimonio.

El número ocho, las damas, los caballeros y los otros

Hay una relación estrecha entre la necesidad de expulsar o captar electrones y las tendencias afectivas de los átomos. Esta relación se puede resumir a través de las reglas siguientes:

1. Los átomos que expulsan electrones son varones y adquieren tantos brazos como electrones pierden (los químicos los llaman cationes).
2. Los átomos que captan electrones son damas y poseen tantos brazos como electrones han capturado (los químicos los llaman aniones).
3. Los átomos que no tienen necesidad de captar ni de expulsar electrones para satisfacer la regla del ocho son los solterones empedernidos; se llaman gases nobles y no tienen brazos.
4. Ciertos átomos que dudan entre captar o expulsar electrones son tanto damas como caballeros según la solución que adopten para satisfacer la regla del ocho. Se trata de los andróginos.

La familia Azufre se encuentra en este último caso; cada individuo en reposo posee 6 electrones en su capa externa. Los miembros de esta familia dudan frecuentemente frente a la alternativa siguiente:

- sea que capturan dos electrones suplementarios para llegar al número ocho lo que los transforma en robustas damas de dos brazos;
- o bien abandonan 6 electrones lo que los transforma en pequeños caballeros con 6 brazos.

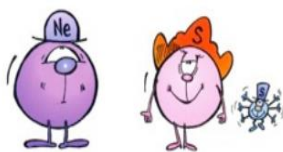


El señor Aluminio es un catión



Doña Oxígeno es un anión.

Ni catión ni anión, el hermano Neón se queda aislado del mundo.

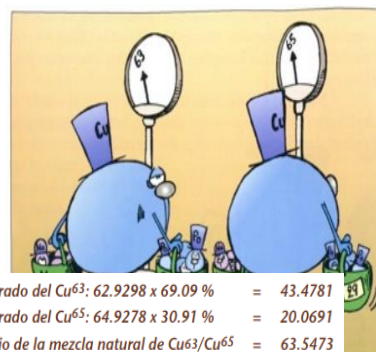


A veces anión, a veces catión, el señor (o señora) Azufre es andrógino.

Los isótopos

En ciertas familias el número de neutrones puede variar de un individuo a otro; por ejemplo, los miembros de la familia Cobre tienen todos 29 protones, pero algunos de ellos poseen 34 neutrones y otros 36. A nivel químico, sus propiedades son absolutamente idénticas; lo que difiere es su peso atómico: algunos átomos de cobre pesan 63

umas mientras que otros 65, es decir, son dos isótopos de la familia Cobre que se llaman respectivamente Cu^{63} y Cu^{65} . Los isótopos más conocidos por todos son el carbono 14 (C^{14}) que se utiliza para fechar objetos prehistóricos, el cobalto 60 (Co^{60}) usado en medicina y el uranio 235 (U^{235}) utilizado en las centrales nucleares convencionales. El cobre que se encuentra en la naturaleza está constituido de 69% del isótopo Cu^{63} y 31% del isótopo Cu^{65} . El peso atómico del cobre que figura en la gran foto de familia es una media ponderada de los respectivos pesos del Cu^{63} y Cu^{65} . Por esta razón, el peso atómico que figura en el pasaporte de la familia Cobre no es un número entero sino fraccionario: 63,541.¹



Ciertos miembros de la familia Cobre "no valen lo que pesan": les faltan neutrones.

¹ Deferne, J. (s.f). El extraño mundo de los átomos.

De acuerdo con la lectura y teniendo en cuenta la siguiente afirmación “**Los planteamientos realizados sobre el átomo y su estructura han sido inmutables a lo largo de la historia**” resuelve las siguientes preguntas:

- a. Encuentra en el texto información asociada con la estructura del átomo.

Dato:

- b. Identifica en la lectura, leyes, principios o evidencias científicas relacionadas con la afirmación.

➤

- c. Si quisiéramos redactar la afirmación de manera que se pueda dudar de esta, cual adverbio (acaso, quizás, a lo mejor, tampoco, probablemente, casi siempre, seguramente, posiblemente) seleccionarías. Escribe como quedaría la nueva afirmación.

- d. Escribe un contraargumento para tu afirmación.

3. Para terminar nuestro viaje por el mundo de los átomos observa el video **¿Qué tan grande es el átomo?** <https://www.youtube.com/watch?v=ONcVBxcwyv4>.

Teniendo en cuenta las 3 actividades que realizaste responde las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué aprendiste de la actividad?

- b. Que dificultades se presentaron en la aplicación de la actividad

- c. ¿Qué se puede mejorar? ¿Cómo lo podemos mejorar?

- d. Señala con una X que actividad te facilito el aprendizaje sobre el átomo.

Actividad	Descripción	
1	Laboratorio virtual: dibujando los átomos	
2	Laboratorio virtual: identificando las partículas atómicas.	
3	Anatomía de los átomos	
4	Video: ¿Qué tan grande es el átomo?	

- e. Su nota de 0 a 100 en el desarrollo de las actividades es: _____

BIBLIOGRAFÍA Y NETGRAFÍA

1. https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html
2. Deferne, J. (s.f). El extraño mundo de los átomos.

Anexo 3 Guía 2



Liceo Campestre de Pereira

"Un lugar para Aprender y crecer"

Exploración de ideas previas en Enlace Químico



NOMBRE	GUÍA	GUÍA	2	FECHA	GRADO	10
Apreciado estudiante, te invito a explorar el mundo de los átomos a través de las siguientes actividades.						
<i>"Vive como si fueses a morir mañana. Aprende como si fueses a vivir para siempre".</i>						
<i>Mahatma Gandhi.</i>						

Con esta actividad se busca

- ✓ Identificar las principales características de los modelos atómicos y su importancia en la interacción entre átomos.
- ✓ Conocer el lenguaje científico inmerso en el concepto de átomo químico.

1. Observa el video Espectros atómicos https://www.youtube.com/watch?v=2_CF2Z_5ZVQ y responde las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué ocurre con los elementos que se encuentran en estado gaseoso y son calentados hasta la incandescencia?

 - b. ¿Qué función cumple el prisma en este fenómeno?

 - c. ¿Qué nombre recibe este proceso? Explícalo brevemente

 - d. ¿Qué ocurre con los elementos que se encuentran en estado gaseoso y son iluminados con luz blanca calentados hasta la incandescencia?

 - e. ¿Qué nombre recibe este proceso? Explícalo brevemente

2. Observa el video Modelo atómico de Bohr <https://www.youtube.com/watch?v=RUAuoj8Ha4> y escribe los planteamientos del modelo atómico de Bohr

3. Observa el video Modelo mecánico cuántico <https://www.youtube.com/watch?v=x6Fpva5II6k> y resuelve las siguientes preguntas:

a. Describe brevemente los aportes de Louis de Broglie:

b. Describe brevemente los aportes de Werner Heisenberg:

c. Describe brevemente los aportes de Erwin Schrodinger:

d. Representa orbitas y orbitales

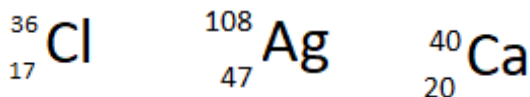
Orbitas	Orbitales

e. ¿Cuál es el modelo matemático que se establece en los orbitales?

4. A partir de la explicación del profesor completa la siguiente información:

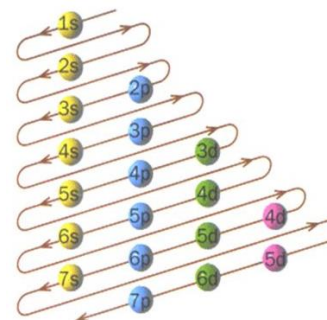
a. ¿Qué información necesitas para escribir la configuración electrónica de un átomo?

b. Identifica la información en los símbolos de los siguientes átomos.



c. Escribe la configuración electrónica y el diagrama de orbitales de los elementos del punto anterior.

--	--	--



5. Escribe una afirmación relacionada con los temas trabajados en las

actividades y argumenta para convencer o demostrar a tus compañeros que tienes la razón.

Afirmación:

Argumentación:



6. Practiquemos lo aprendido:

a. Complete los espacios en blanco de la siguiente tabla:

Símbolo		$^{54}_{26}\text{Fe}^{2+}$			
Protones	5			79	86
Neutrones	6		16	117	136
Electrones	5		18	79	
Carga neta			-3		0


b. Determine el máximo número de electrones que se pueden encontrar en cada uno de los siguientes subniveles:

3s _____, 3d _____, 4p _____, 4f _____, 5f _____.

c. Explique el significado del símbolo $4d^6$

7. Teniendo en cuenta los ejercicios propuestos en la actividad responde las siguientes

preguntas:



a. ¿Qué sabías antes?		¿Qué sabes ahora?

b. ¿Qué dificultades se presentaron en la aplicación de la actividad?

c.

<i>¿Qué se puede mejorar?</i>	<i>¿Cómo lo podemos hacer?</i>

d. Con respecto a la actividad:

<i>Criterio</i>	 Falta mucho todavía	 Se puede mejorar	 Está bien	 Bastante bien	 Insuperable!
Puntaje	0-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Claridad en las indicaciones a seguir					
Coherencia de las actividades con la información entregada					
Diseño llamativo					
Adecuada para mi proceso de aprendizaje					

e. Su nota de 0 a 100 en el desarrollo de la actividad es: _____

BIBLIOGRAFÍA Y NETGRAFÍA

1. Traful. (2017). Espectros atómicos. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=2_CF2Z_5ZVQ.
2. Traful. (2017). Modelo atómico de Bohr. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=RUuoj8Ha4>.
3. Portal educativo. (2015). Recuperado de www.portaleducativo.net.

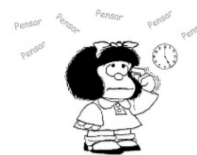
Anexo 4 Guía 3



Liceo Campestre de Pereira

"Un lugar para Aprender y crecer"

Exploración de ideas previas en Enlace Químico



NOMBRE		GUÍA	3	FECHA		GRADO	10
<p>Apreciado estudiante, te invito a explorar el mundo de los átomos a través de las siguientes actividades.</p> <p><i>"Vive como si fueses a morir mañana. Aprende como si fueses a vivir para siempre".</i> <i>Mahatma Gandhi.</i></p>							

Con esta actividad se busca

- ✓ Identificar conocer la tabla periódica y sus propiedades
- ✓ Conocer el lenguaje científico inmerso en los elementos de la tabla periódica y las propiedades que explican su comportamiento.

Conozcamos un poco de la tabla periódica...

4. Ingresar a la presentación de la tabla periódica y sus propiedades, para seguir adecuadamente la secuencia de diapositivas da clic en las flechas que van apareciendo.
5. Empleando el modelo atómico de Bohr y la información de la presentación representa gráficamente el radio atómico de los siguientes átomos y ordénalos de mayor a menor radio atómico:

Átomo	Gráfica	Átomo	Gráfica
H Z=1		H ⁺¹ Z=1	
O Z=8		O ⁻² Z=8	

Orden decreciente de radio atómico:

_____ > _____ > _____ > _____

Qué podrías concluir sobre el tamaño de los elementos y sus respectivos iones:

- a. H y H⁺¹: _____
- b. O y O⁻²: _____

6. De acuerdo con los cambios de las propiedades periódicas a lo largo de los grupos y períodos ordena los siguientes elementos de forma creciente.

a. Bromo (Br), Zinc (Zn), Calcio (Ca), Hierro (Fe) y Potasio (K)

Radio atómico ___ < ___ < ___ < ___ < ___

Electronegatividad ___ < ___ < ___ < ___ < ___

Afinidad electrónica ___ < ___ < ___ < ___ < ___

Carga nuclear efectiva ___ < ___ < ___ < ___ < ___

Energía de ionización ___ < ___ < ___ < ___ < ___

b. Oxígeno (O), Azufre (S), Polonio (Po), Selenio (Se) y Telurio (Te)

Radio atómico ___ < ___ < ___ < ___ < ___

Electronegatividad ___ < ___ < ___ < ___ < ___

Afinidad electrónica ___ < ___ < ___ < ___ < ___

Energía de ionización ___ < ___ < ___ < ___ < ___

7. Teniendo en cuenta la información de la presentación sobre la electronegatividad y la organización de los elementos del ejercicio anterior escribe una afirmación y completa la siguiente tabla:

Afirmación:




<u>Elementos de la argumentación</u>	
<u>Datos</u>	
<u>Garantías</u>	
<u>Refutación</u>	
<u>Conclusión</u>	

8. Escribe los usos de tres elementos que te llamen la atención:

<u>Elementos</u>	<u>Usos</u>


9. Teniendo en cuenta los ejercicios propuestos en la actividad responde las siguientes preguntas:

a.






<i>¿Qué sabías antes?</i> 	<i>¿Qué sabes ahora?</i>

b. ¿Qué dificultades se presentaron en la aplicación de la actividad?

c.

<i>¿Qué se puede mejorar?</i> 	<i>¿Cómo lo podemos hacer?</i>

d. Con respecto a la actividad:

<i>Criterio</i>	 Falta mucho todavía	 Se puede mejorar	 Está bien	 Bastante bien	 Insuperable!
Puntaje	0-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Claridad en las indicaciones a seguir					
Coherencia de las actividades con la información entregada					
Diseño llamativo					
Adecuada para mi proceso de aprendizaje					

8. Su nota de 0 a 100 en el desarrollo de la actividad es: _____

Anexo 5 Guía 4



Liceo Campestre de Pereira

"Un lugar para Aprender y crecer"

Exploración de ideas previas en Enlace Químico

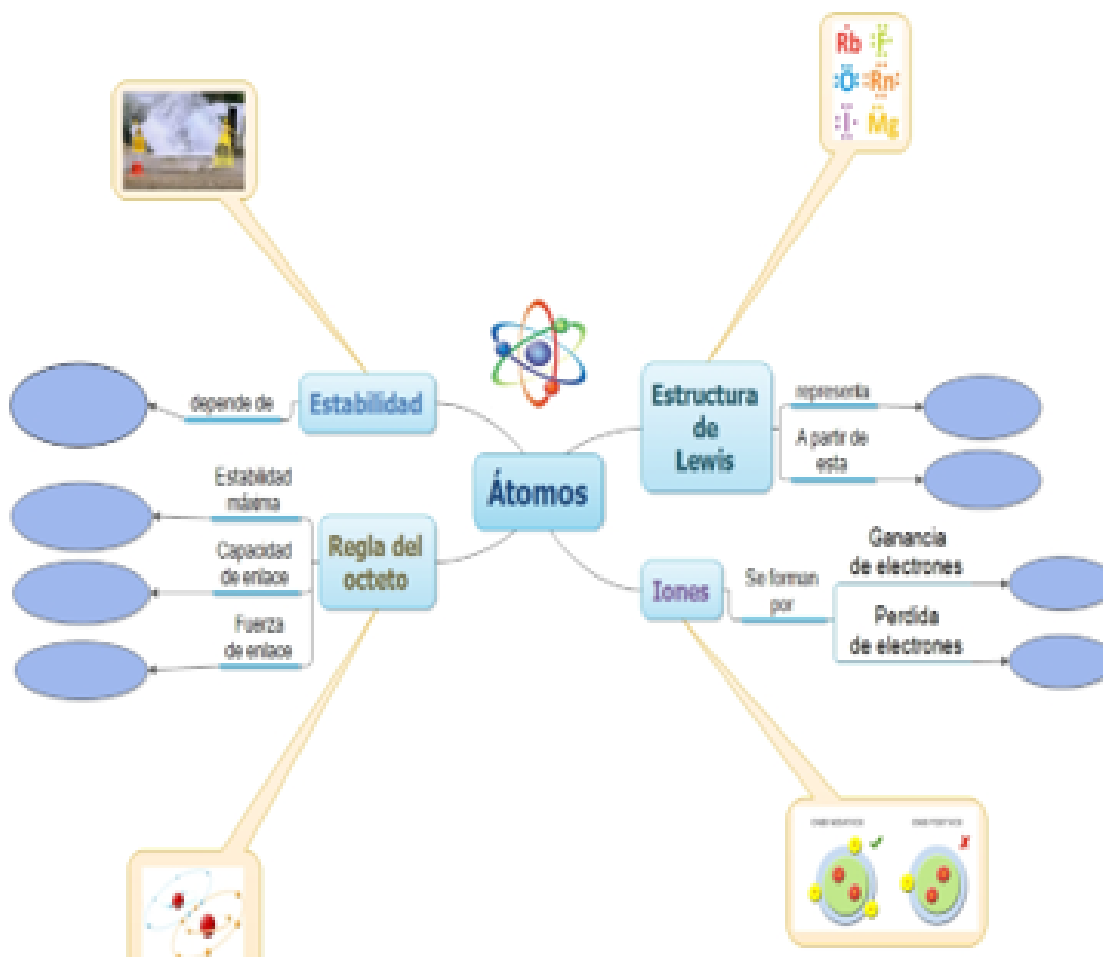


NOMBRE	GUÍA	4	FECHA	GRADO
Apreciado estudiante, te invito a explorar el mundo de los átomos a través de las siguientes actividades. <i>"Vive como si fueras a morir mañana. Aprende como si fueras a vivir para siempre".</i> Mahatma Gandhi.				

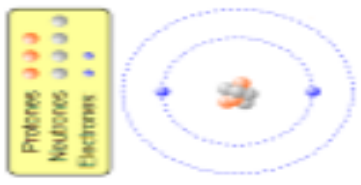
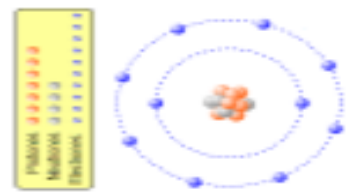
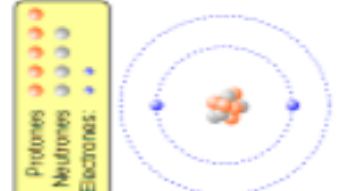
Con esta actividad se busca

- ✓ Identificar los conceptos de electrones de valencia, ley del octeto y electronegatividad.
- ✓ Conocer el lenguaje científico en temas de importancia para el enlace.

Observa con atención los videos "Estructura de Lewis" <https://www.youtube.com/watch?v=rk8UF6lBlw> e "Introducción a los iones" <https://www.youtube.com/watch?v=NuQpx9mo4Vg> y completa el esquema

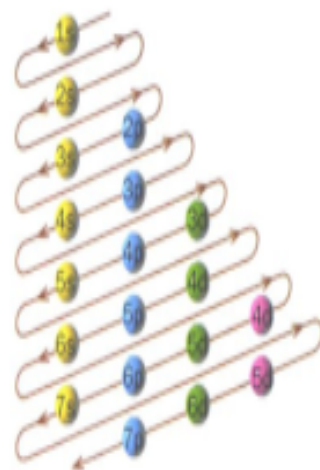


1. Teniendo en cuenta la información del esquema y la tabla periódica identifica que elemento se está representando en cada esquema y escribe su símbolo.

Ión	Elemento	Símbolo ión
		
		
		


2. Completa la tabla de acuerdo con la información de los videos y tu esquema:

Elemento	Número atómico (Z)	Configuración	Grupo de la tabla periódica	Estructura de Lewis
H	1			
C	6			
O	8			
Na	23			



3. Teniendo en cuenta los ejercicios propuestos en la actividad responde las siguientes preguntas:

a.






<i>¿Qué sabías antes?</i> 	<i>¿Qué sabes ahora?</i>

b. ¿Qué dificultades se presentaron en la aplicación de la actividad?

c.

<i>¿Qué se puede mejorar?</i> 	<i>¿Cómo lo podemos hacer?</i>

d. Con respecto a la actividad:

<i>Criterio</i>	 Falta mucho todavía	 Se puede mejorar	 Está bien	 Bastante bien	 Insuperable!
Puntaje	0-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Claridad en las indicaciones a seguir					
Coherencia de las actividades con la información entregada					
Diseño llamativo					
Adecuada para mi proceso de aprendizaje					

e. Su nota de 0 a 100 en el desarrollo de la actividad es: _____

BIBLIOGRAFÍA Y NETGRAFÍA

1. Puntaje nacional Chile. (2013). Estructura de Lewis. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=rk8UF6IIBJw>.
2. Khan academy español. (2017). Introducción a los iones. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=NuQox9mo4Vo>.
3. Portal educativo. (2015). Recuperado de www.portaleducativo.net.

Anexo 6 Guía 5: ¿Por qué se forman los enlaces?



Liceo Campestre de Pereira

"Un lugar para Aprender y crecer"

Exploración de ideas previas en Enlace Químico



Apreciado estudiante, te invito a explorar el mundo de los átomos a través de la siguiente actividad.

*"Vive como si fueses a morir mañana. Aprende como si fueses a vivir para siempre".
Mahatma Gandhi.*

¿Por qué se forman los enlaces?

NOMBRE		GUÍA	5	FECHA		GRADO	10	COD.	
---------------	--	-------------	----------	--------------	--	--------------	-----------	-------------	--

Esta actividad busca:

- ✓ Identificar las características de los átomos que les permiten formar enlaces, de esta manera se pueden diferenciar los conceptos de átomo, elemento, molécula y su distribución espacial.
- ✓ Conocer el lenguaje científico inmerso en el concepto de enlace químico.

1. Reúnete con dos compañeros, realicen la siguiente lectura y resuelvan las preguntas:



Todos los elementos invitados a la fiesta habían acudido, desde el más liviano el Hidrógeno, hasta uno de los más pesados el Uranio; elementos célebres como el único metal líquido el Mercurio, con sus compañeros del mismo estado como el Cesio, Francio, Galio y Bromo el elemento "probeta" o primer sintético el Tecnecio; algunos gases imperceptibles como el Hidrógeno, el Nitrógeno y el Oxígeno, y otros olorosos como el Flúor y el Cloro; el más denso el Osmio. Todos lucían muy elegantes, ya que era una buena ocasión para impresionar y así conseguir amistades o parejas.

Los señores como 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, el Francio, el

Rubidio, el Potasio y el Sodio que son muy activos y que se dejan conquistar con el primer acercamiento. Sin embargo, como en todas las reuniones ocurre que se forman grupos aislados, muy apáticos que no saludan, no le hablan a nadie, no prestan plata, no dan ni la hora; 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, se sienten estables energéticamente al tener 8 electrones en su última capa. Son los únicos que desde su nacimiento cumplen con la regla del octeto.

Pero ... a veces... Al transcurrir la fiesta se empiezan a notar elementos entusiasmados a reaccionar con otros para unirse o enlazarse, para así formar una familia que sería una molécula, un agregado atómico. Las uniones se originan como resultado de las interacciones que pueden ser atracciones y repulsiones mutuas entre los electrones. El objetivo del “matrimonio” químico es similar al social; supuestamente se realiza para acompañarse y alcanzar una estructura más estable, o sea un estado de menor energía. 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; pues en muchos casos hay atracción y amor a primera vista; 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 en el enlace.

Aparte de la apariencia física también cuenta la “personalidad” del elemento, en este caso la electronegatividad o capacidad que posee un átomo para atraer los electrones del enlace. También se puede decir que mediante esta propiedad definimos un elemento como: buena, regular o mala “gente”. Porque si el valor de la electronegatividad es bajo, entonces decimos que el elemento es como una persona positiva que dona sus bienes o transfiere los electrones en un enlace, 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 negativo que roba o quita electrones del enlace, como los no metálicos. De esta forma tenemos que el elemento más negativo es el flúor con una electronegatividad de 4.

Al aumentar el calor de la fiesta o su energía, ya se comienza a ver parejas de átomos, las cuales son detectadas por el grupito de gases nobles o inertes. Como éstos no tienen interés en integrarse a la reunión, asumen el papel de mirones, criticones y chismosos. La primera unión o enlace que se ve es la formación de la sal común, donde el Cloro, individuo muy hábil, charlatán y negativo, con un bonito traje 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 estabilizarse al completar 8 electrones en el último nivel. Dicha unión se clasifica como enlace iónico o electrovalente; 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 y así se forman otras uniones del mismo tipo como: CsF, NaF, KCl, MgCl₂, CaCl₂, SrCl₂, BaCl₂ etc. Como norma general se tiene que el “matrimonio” iónico ocurre cuando los dos átomos “prometidos” tienen una diferencia de electronegatividad mayor a 2.1 o incluso a 1.7.

Siguiendo los sucesos de la fiesta, se observa que en algunos metales sus átomos se unen entre ellos mismos, formando agregados, en los que cada átomo aporta sus electrones de la capa externa o de valencia formando así iones (+); dichos electrones actúan también como una nube electrónica que se desplaza por todo el metal para estabilizar el agregado. La nube electrónica permite explicar la alta conductividad eléctrica y calorífica de los metales. Al anterior tipo de unión se le denomina enlace metálico.

Otras parejas que se formaron fueron las de los no metales entre ellos mismos o con otros, por ejemplo, O_2 , N_2 , CO_2 , Cl_2 , H_2O . Estos enlaces son parecidos a los matrimonios modernos, donde por la liberación femenina y la decadencia del machismo, se exige igualdad de condiciones; es por eso que los átomos unidos poseen una electronegatividad semejante, y por consiguiente los electrones del enlace van a ser compartidos mutuamente. Este tipo de unión es la covalente, que se puede asociar con una cooperativa donde todos los participantes son favorecidos.

En un matrimonio ideal o perfecto hay comprensión y ayuda, ninguno se recarga o se aventaja; en esta situación habría un enlace covalente no polar. Allí las electronegatividades de los miembros de la pareja son semejantes, por ejemplo, en dos elementos iguales como oxígeno con oxígeno. No obstante, en muchos noviazgos y matrimonios una persona tiende a dominar a la otra, aunque no totalmente; en este caso tendríamos una polarización del mando, por lo que el enlace se llamaría covalente polar. En este tipo de enlace un átomo es parcialmente positivo y otro parcialmente negativo, como por ejemplo el agua, los hidrácidos (HCl , HF , HBr , etc).

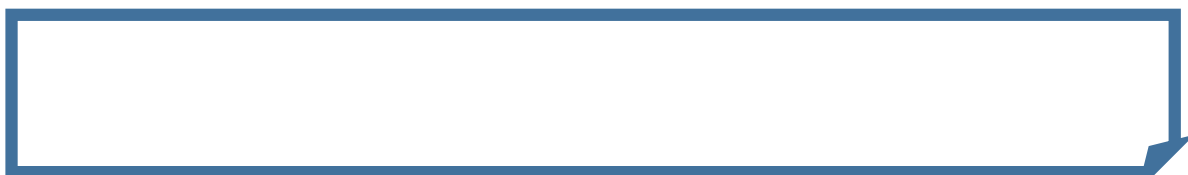
Un grupo de elementos se dedicó a tomar licor, acabando con todas las existencias, por lo que decidieron unirse para conseguir dinero y comprar más trago. En el grupo de H_2SO_4 , todos dieron su cuota, excepto dos átomos de oxígeno que se hicieron los locos y no colaboraron. Sólo estaban de zánganos que vieron la forma de aprovecharse de los demás, éste es el caso del enlace covalente coordinado o dativo, donde uno o unos átomos comparten sus electrones, pero hay otro(s) que no aportan, sólo están de cuerpo presente para beneficiarse y también para dar estabilidad a la molécula.

La fiesta termina y salen felices con sus conquistas y enlaces, mientras que otros esperarán ansiosamente para tener otra oportunidad con mejor suerte para poder interactuar o reaccionar y así dejar la soledad.

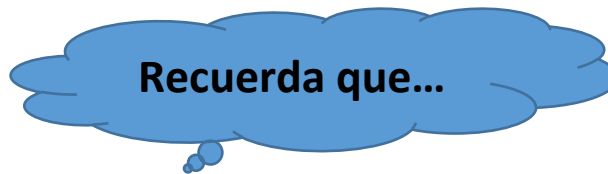
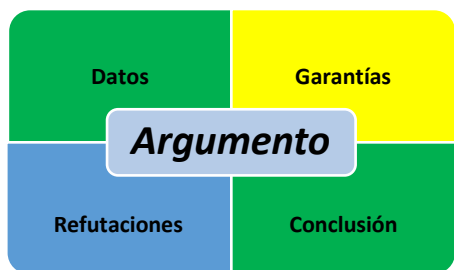
Modificado de <http://laquimicadecimo.blogspot.com/2013/11/una-fiesta-muy-elemental.html>

- a. ¿En qué consiste una fiesta muy elemental?

- b. Realiza un dibujo con el que puedas definir lo que aprendiste de la lectura



2. Escribe un argumento a favor o en contra en cada una de las siguientes afirmaciones.



a. Podría decirse que el matrimonio de los elementos está determinado por la apariencia o la personalidad de los mismos.

b. Seguramente para formar un enlace dativo es necesario que todos los elementos aporten electrones

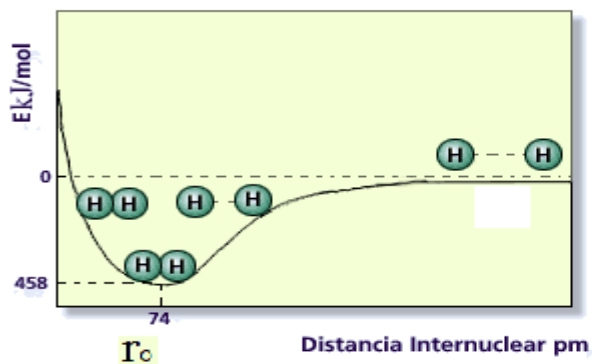
c. Algunos matrimonios podrían asociarse con una cooperativa en la que todos sus integrantes se ven favorecidos.

d. En las atracciones fuertes que se dan entre los átomos siempre se forman iones.

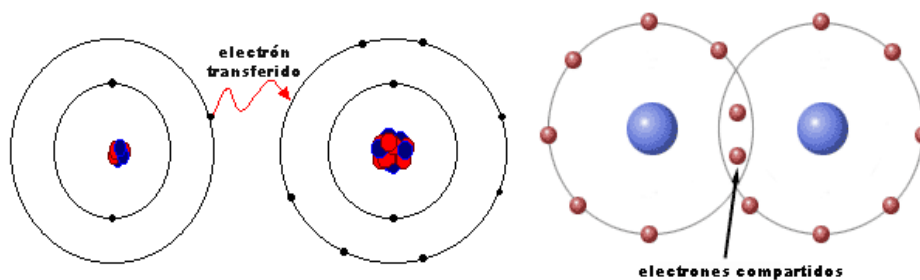
3. Lee y aprende un poco más sobre los enlaces:

¿Por qué se forman enlaces?

En primer lugar, vamos a analizar por qué se unen los átomos. Imagina que tienes dos átomos de hidrógeno situados muy lejos uno de otro. Entre los dos tienen una cantidad de energía determinada (potencial, cinética, etc.), y la energía de interacción es nula. Conforme se van acercando, interaccionan entre ellos, de forma que la situación va siendo progresivamente más estable, de menor energía, como puedes observar en la figura. A una distancia concreta, la energía es mínima porque la interacción es máxima entre los núcleos y los electrones de ambos átomos.



Si los átomos se acercan más, se hace muy apreciable la repulsión eléctrica entre los núcleos, cargados positivamente, con lo que la situación es menos estable. En resumen, los átomos quedan a una distancia concreta r_0 , que es la distancia de enlace. Es decir, los átomos se unen porque la energía que tiene un conjunto de átomos cuando están unidos es menor que cuando están separados. La disminución de energía entre la situación de átomos separados y de átomos unidos tiene un significado real muy sencillo: para separar de nuevo los dos átomos habrá que comunicar precisamente esa cantidad de energía, llamada energía de enlace. Hay mecanismos de formación de enlaces entre átomos, dependiendo de las configuraciones electrónicas de los átomos que se van a unir, relacionadas con su electronegatividad. Recuerda que un metal es un átomo con tendencia a perder los pocos electrones que tiene en la capa más externa, teniendo electronegatividad baja, mientras que los no metales tienen tendencia a ganarlos, ya que les faltan pocos para completarla, con lo que su electronegatividad es alta.



✚ Mecanismo para sustancias iónicas

Si reacciona un metal con un no metal, se produce una transferencia de electrones desde los átomos que tienen que perderlos hasta los que necesitan ganarlos: el átomo que pierde electrones se transforma en un ión positivo (catión), mientras que el que los gana da lugar a un ión negativo (anión). Como son cargas de distinto signo, se atraen y se mantienen unidas. El enlace se llama enlace iónico.

✚ Mecanismo para sustancias metálicas

Cuando los átomos son de metal, necesitan perder electrones, pero no hay átomos de no metal para ganarlos. El modelo de enlace es más complejo que el anterior y se llama enlace metálico.

✚ Mecanismo para sustancias moleculares y sustancias covalentes

En el caso de ser átomos de no metal, necesitan electrones para cumplir la regla del octeto. Pero como no hay átomos que los cedan, la única posibilidad que tienen es compartirlos. El enlace formado se llama enlace covalente.

Tanto las sustancias iónicas como las metálicas y las covalentes forman estructuras regulares tridimensionales, llamadas estructuras gigantes o cristales. En el caso de los iones cuantos más átomos o iones hay, más grande es el cristal, mientras en las sustancias moleculares (tipo de sustancia covalente) hay un número finito de átomos unidos entre sí, dando lugar a partículas diferenciadas llamadas moléculas.



De acuerdo con la lectura responde las siguientes preguntas:

- a. Explica la relación entre la energía que hay entre los átomos y la formación de un enlace entre ellos.

b. ¿Qué tipo de sustancias se forman cuando hay:

✚ Enlace iónico:

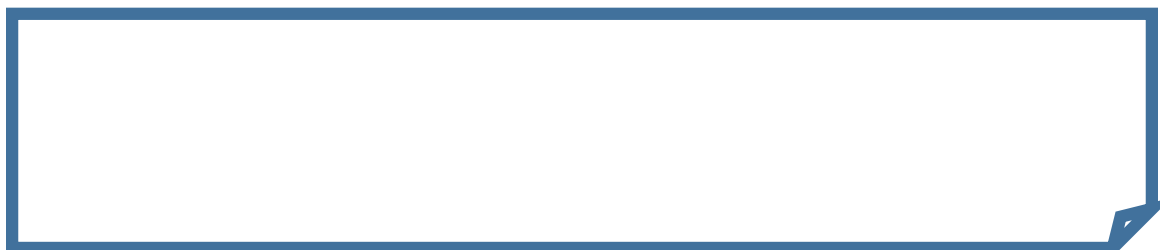
✚ Enlace covalente:

✚ Enlace metálico:

4. Observa con atención el video “Momento Dipolar y Polaridad de Molécula” en el link <https://www.youtube.com/watch?v=YpYfaTIMZLg> y responde:

a. ¿Por qué se forma un dipolo y qué relación tiene con la polaridad de una molécula?

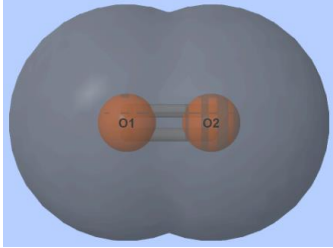
b. ¿Cómo se representa un dipolo?



5. Ingrese al laboratorio virtual “Polaridad de las moléculas” en el link https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-polarity/latest/molecule-polarity_es.html, explore la plataforma y resuelva:


a. Ingresa a la opción Three atoms (tres átomos) del laboratorio y activa bond dipoles (dipolo de enlace), partial charges (carga parcial). Cambia la electronegatividad de los átomos desplazando los señadores de cada uno y observa que ocurre.

b. Ingresa a la opción “Real molecules” (ten presente que debes autorizar la versión en Java si tu dispositivo lo solicita) del laboratorio y activa bond dipoles, molecular dipole, atom electronegativities, atom labels y electron density. Observa la estructura de las moléculas reales disponibles allí y completa la tabla:


Molécula	Representación	¿Hacia que elemento se desplaza la densidad electrónica? Tenga en cuenta la electronegatividad
O ₂		Hacia ningún átomo porque son iguales, los dos tienen electronegatividad de 3,5 por lo tanto no hay dipolo.
HF		
H ₂ O		
CO ₂		

6. Teniendo en cuenta los ejercicios propuestos en la actividad responde las siguientes preguntas:






a.

<i>¿Qué sabías antes?</i>		<i>¿Qué sabes ahora?</i>

b.

<i>¿Qué se puede mejorar?</i>		<i>¿Cómo lo podemos hacer?</i>

c. Con respecto a la actividad:

<i>Criterio</i>	 Le falta mucho	 Se puede mejorar	 Está bien	 Bastante bien	 Insuperable!
Puntaje	0-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Claridad en las indicaciones a seguir					
Coherencia de las actividades con la información entregada					
Diseño llamativo					
Adecuada para mi proceso de aprendizaje					

d. Califica de 1 a 5 con una “X” en la casilla correspondiente, los ejercicios propuestos en esta actividad de acuerdo al aporte de cada una en su proceso de aprendizaje, siendo 5 la mayor calificación y 1 la menor.

Ejercicio	1	2	3	4	5
Una fiesta muy elemental					
Construye argumentos					
¿Por qué se forman los enlaces?					
Video “Momento dipolar y la polaridad de la molécula”					
Laboratorio virtual “Polaridad de las moléculas”					

e. Su nota de 0 a 100 en el desarrollo de la actividad es: _____

BIBLIOGRAFÍA Y NETGRAFÍA

1. Veloza, C. (2013). Una fiesta muy elemental. Recuperado de <http://laquimicadecimo.blogspot.com/2013/11/una-fiesta-muy-elemental.html>.
2. Recuperado de http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4843/html/1_por_qu_se_unen_los_tomos.html.
3. Traful. (2018). Momento dipolar y polaridad de la molécula. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=YpYfaTIMZLg>.
4. PhET interactive simulations. Recuperado de “Polaridad de las moléculas” en el link https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-polarity/latest/molecule-polarity_es.html.

Anexo 7 Guía 6: Enlace covalente



Liceo Campestre de Pereira

"Un lugar para Aprender y crecer"
Exploración de ideas previas en Enlace Químico



Apreciado estudiante, te invito a explorar el mundo de los átomos a través de la siguiente actividad.

*"Vive como si fueses a morir mañana. Aprende como si fueses a vivir para siempre".
Mahatma Gandhi.*

Enlace Covalente

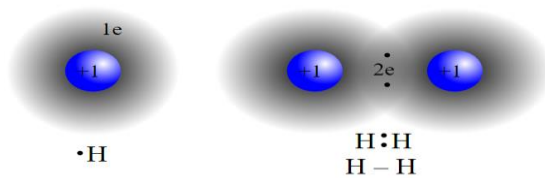
NOMBRE		FECHA		ACTIVIDAD	6	GRADO	10	COD.	
---------------	--	--------------	--	------------------	----------	--------------	-----------	-------------	--

Esta actividad busca:

- ✓ Identificar las características de los átomos que les permiten formar enlaces covalentes, de esta manera se pueden emplear los conceptos de electrones de valencia, electronegatividad y ley del octeto en la formación de moléculas y la distribución espacial de estas.
- ✓ Conocer el lenguaje científico inmerso en el concepto de enlace químico.

1. Lee con atención la siguiente información y responde:

Enlaces covalentes y moléculas



Se forma un enlace covalente cuando dos átomos comparten electrones. En un enlace covalente, la estabilidad del enlace proviene de la atracción electrostática que comparten los dos núcleos atómicos con carga positiva, y los electrones con carga negativa que comparten entre los dos. Como

se puede observar en la figura 1 para la formación del H₂.

Figura 1. Se muestra un solo átomo de hidrógeno neutro a la izquierda; a la derecha, una molécula de hidrógeno, H₂

Cuando se combinan los elementos para compartir electrones, el grupo de átomos que resulta se conoce como molécula. Por lo tanto, podemos decir que una molécula es la unidad más simple de un compuesto covalente. En estos enlaces se forman diferentes tipos de moléculas, pueden ser polares (presentan un dipolo) o apolares (sin dipolo o con dipolo muy pequeño), el grado de polaridad de una molécula se puede determinar por la diferencia de electronegatividad entre los elementos que forman el enlace:²

² Modificado de <https://es.khanacademy.org/science/chemistry/atomic-structure-and-properties/introduction-to-compounds/a/paul-article-2>

Diferencia de electronegatividad	Molécula
$0 < \neq electroneg < 0,8$	Apolar (no polar)
$0,8 \leq \neq electroneg < 1,7$	Polar

Existen formas distintas de representar y dibujar moléculas:

Fórmulas químicas

A veces llamadas fórmulas moleculares, son la forma más simple de representar moléculas. En una fórmula química, utilizamos los símbolos de los elementos de la tabla periódica para indicar qué elementos están presentes, y usamos subíndices para indicar cuántos átomos de cada elemento existen dentro de la molécula. Por ejemplo, una sola molécula de NH_3 , amoníaco, contiene un átomo de nitrógeno y tres átomos de hidrógeno.

Fórmulas estructurales

Son fórmulas que nos dicen cuántos átomos de cada elemento se encuentran en una molécula y como se conectan estos en el espacio. En las fórmulas estructurales, en realidad dibujamos los enlaces covalentes que comparten los átomos. Por ejemplo, la fórmula estructural del amoníaco:

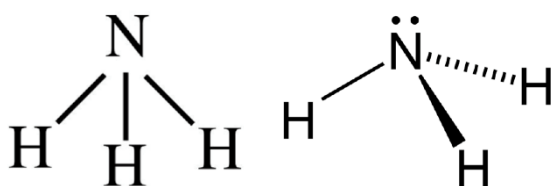


Figura 2. Fórmulas estructurales del amoníaco

En las fórmulas estructurales presentadas en la figura 2, podemos ver que el átomo central de nitrógeno comparte un solo enlace covalente con cada átomo de hidrógeno. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que los átomos y moléculas, igual que todo lo demás en el universo, existen en tres dimensiones: tienen largo y ancho, así como profundidad. En la fórmula estructural a la izquierda, solo vemos una aproximación en dos dimensiones de esta molécula. Sin embargo, en la fórmula estructural más detallada a la derecha, tenemos una *línea quebrada* que indica que el átomo de hidrógeno a la extrema derecha está *detrás* del plano de la pantalla, mientras que la línea en forma de *cuña* en negritas indica que el hidrógeno central está *delante* del plano de la pantalla. Los dos puntos arriba del nitrógeno indican un par de electrones solos que no participan en ningún enlace covalente. Para ayudar a mostrar esta forma tridimensional con mayor precisión, podemos apoyarnos en *modelos espaciales*, así como *modelos de esferas y barras*.

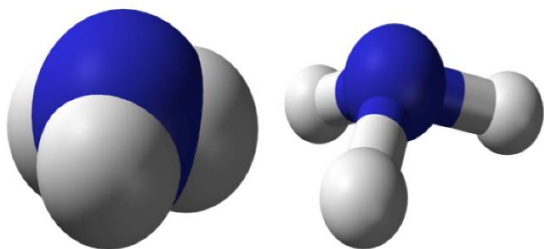
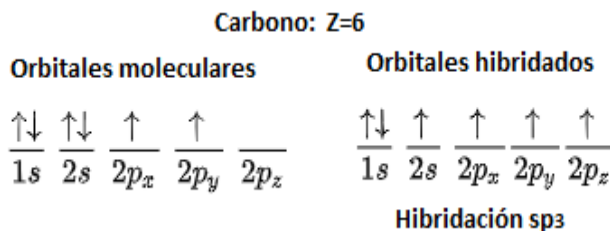


Figura 3. Modelo espacial y modelo de esferas y barras del amoníaco

La imagen de lado izquierdo de la figura 3 muestra el modelo espacial del amoníaco. El átomo de nitrógeno está representado por una esfera central azul más grande, y los tres átomos de hidrógeno están representados como esferas blancas más pequeñas a los lados, que forman una especie de trípode. La imagen a la derecha nos muestra el modelo de esferas y barras del

amoniaco. Como podrás adivinar, las esferas representan los átomos y las barras que conectan las esferas representan los enlaces covalentes entre ellos. La forma general de la molécula es una pirámide con el nitrógeno en el vértice y una base triangular formada por los tres átomos de hidrógeno. Este tipo de modelos es denominado geometría molecular y en el caso del amoniaco se conoce como **pirámide trigonal**.

La geometría molecular se da gracias al proceso de hibridación de orbitales, es decir, la interacción de orbitales atómicos dentro de un átomo para formar nuevos orbitales híbridos, los electrones se excitan y se desplazan de un orbital a otro aumentando así la posibilidad de formar enlaces. Los orbitales atómicos híbridos son los que se superponen en la formación de los enlaces y se denominan como sp , sp^2 y sp^3 entre otras. Como se puede observar para el átomo de carbono:



- a. Define con tus palabras el concepto de enlace covalente:

- b. ¿Qué tipo de representaciones se pueden construir de las moléculas?

- c. Representa la fórmula estructural y la polaridad de la molécula diatómica de oxígeno.

Fórmula estructural

Polaridad de la molécula

Ahora aprendamos un poco sobre la organización espacial que tienen los átomos en una molécula, también llamada geometría molecular

La geometría molecular es la disposición tridimensional de los átomos que conforman una molécula. Es muy importante conocer correctamente la geometría de una molécula, ya que está relacionada directamente con la mayoría de propiedades físicas y químicas, como, por ejemplo, punto de ebullición, densidad, solubilidad, etc.

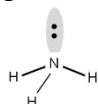
Si conocemos la estructura de Lewis (ver los videos “Estructura de Lewis de elementos” en el link <https://www.youtube.com/watch?v=umilxB t-wk> y “Dibujo estructuras de puntos” en el link <https://www.youtube.com/watch?v=ndivVVvHK0o>) de una molécula, podremos predecir su geometría utilizando la teoría de repulsión de pares electrónicos de la capa de valencia (RPECV). Esta teoría se basa en el hecho que los electrones tienden a repelerse entre sí (por similitud de cargas). Por tal motivo, los orbitales que contienen a los electrones se orientan de tal forma que queden lo más alejados entre sí, formando ángulos de enlace propios de cada molécula.

Es importante notar que la geometría de la molécula está referida siempre al átomo central, y que, para determinarla correctamente, debemos conocer el número de coordinación (NC) total de dicho átomo.

$$\text{N}^\circ \text{ coordinación} = \text{N}^\circ \text{ átomos unidos} + \text{N}^\circ \text{ pares de electrones libres}$$

Para determinarla podemos seguir los siguientes pasos que ejemplificaremos con el amoníaco NH₃:

- Escribir la estructura de Lewis



- Determinar el número de coordinación: $\text{NC} = 3 + 1 = 4$
- Emplear la tabla 1 para determinar la geometría: Pirámide trigonal.

Átomos unidos	Pares libres	Nº coordinación/hibridación	Geometría	Ejemplo
2	0	2 sp	Lineal	O=C=O
3	0	3 sp ²	Triangular	
			Angular	
4	1	4 sp ³	Tetraédrica	
			Pirámide trigonal	
			Angular	

Tabla 1. Ejemplos de geometría molecular.

³ Modificado de <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/344-geometria-molecular-teoria-rpecv.html>

2. Ingresa al laboratorio virtual “Forma de la molécula” en el link https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_es.html, explora la plataforma y resuelve los ejercicios propuestos a continuación:

En este súper laboratorio, tienes la oportunidad de ver la organización de los elementos que forman una molécula fundamental para la existencia de la vida, el “AGUA”. Representa su estructura de Lewis y geometría molecular e indica los ángulos de enlace que separan sus orbitales. Tenga en cuenta las electronegatividades de sus elementos (H=2,1 O=3,5).

Estructura de Lewis

Geometría molecular

Dibuja la estructura de Lewis y la forma tridimensional con los respectivos ángulos de enlace que tiene la molécula de dióxido de carbono (CO_2), uno de los componentes fundamentales para el proceso de fotosíntesis de las plantas y por supuesto para nuestro proceso respiratorio. Tenga en cuenta las electronegatividades de sus elementos (C=2,5 y O=3,5).

Estructura de Lewis

Geometría molecular

La molécula de metano (CH_4) es uno de los principales gases del efecto invernadero, su efecto negativo sobre el calentamiento del planeta es 21 veces mayor que el del dióxido de carbono. Representa su estructura de Lewis y geometría molecular con los respectivos ángulos de enlace. Tenga en cuenta las electronegatividades de sus elementos (H=2,1 C=2,5).


Estructura de Lewis

Geometría molecular


3. A partir del tema desarrollado en la actividad plantea una afirmación con su correspondiente argumento:

4. Teniendo en cuenta los ejercicios propuestos en la actividad responde las siguientes preguntas:






a.

<i>¿Qué sabías antes?</i>		<i>¿Qué sabes ahora?</i>

b.

<i>¿Qué se puede mejorar?</i>		<i>¿Cómo lo podemos hacer?</i>

c. Con respecto a la actividad:

<i>Criterio</i>	 Le falta mucho	 Se puede mejorar	 Está bien	 Bastante bien	 Insuperable!
Puntaje	0-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Claridad en las indicaciones a seguir					
Coherencia de las actividades con la información entregada					
Adecuada para mi proceso de aprendizaje					

- d. Califica de 1 a 5 con una “X” en la casilla correspondiente, los ejercicios propuestos en esta actividad de acuerdo al aporte de cada una en su proceso de aprendizaje, siendo 5 la mayor calificación y 1 la menor.

Ejercicio	1	2	3	4	5
Lectura enlaces covalentes y moléculas					
Aprendamos sobre geometría molecular					
Laboratorio virtual “Forma de la molécula”					
Planteamiento de un argumento					

e. Su nota de 0 a 100 en el desarrollo de la actividad es: _____

BIBLIOGRAFÍA Y NETGRAFÍA

5. Recuperado de http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4843/html/1_por_qu_se_unen_los_tomos.html.
6. Khan academy español. (2017). Dibujando estructuras de puntos. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=ndivVV_sHK0o
7. Cedrón, J. Landa, V. y Robles, J. (2011). Química general. Recuperado de <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/344-geometria-molecular-teoria-rpecv.html>.
8. PhET interactive simulations. Forma de la molécula. Recuperado de https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_es.html.

Anexo 8 Guía 7: Enlace iónico y metálico



Liceo Campestre de Pereira

"Un lugar para Aprender y crecer"
Exploración de ideas previas en Enlace Químico



Apreciado estudiante, te invito a explorar el mundo de los átomos a través de la siguiente actividad.

*"Vive como si fueses a morir mañana. Aprende como si fueses a vivir para siempre".
Mahatma Gandhi.*

Enlace Iónico y metálico

NOMBRE	FECHA	ACTIVIDAD	7	GRADO	10	COD.
--------	-------	-----------	---	-------	----	------

Esta actividad busca:

- Identificar las características de los átomos que les permiten formar enlaces covalentes, de esta manera se pueden emplear los conceptos de electrones de valencia, electronegatividad y ley del octeto en la formación de moléculas y la distribución espacial de estas.
- Conocer el lenguaje científico inmerso en el concepto de enlace químico.

1. Realiza la lectura y responde:

Los iones y los enlaces iónicos

Algunos átomos se vuelven más estables al ganar o perder un electrón completo (o varios electrones). Cuando lo hacen, los átomos forman iones, o partículas cargadas. El ganar o perder electrones le puede dar a un átomo una capa electrónica externa llena y hacer que sea energéticamente más estable dando origen así al enlace iónico.

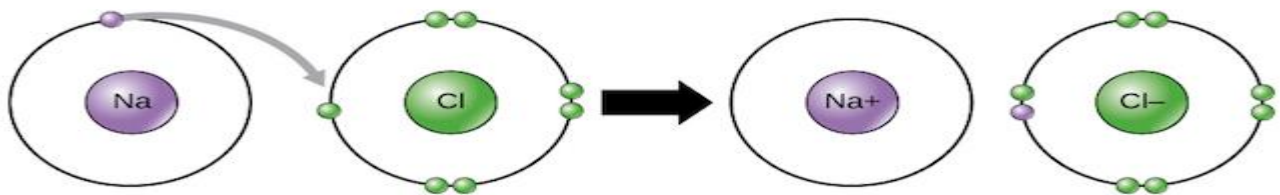
Este enlace se produce cuando los átomos de los elementos metálicos (los situados más a la izquierda en la tabla periódica, grupos 1, 2 y 3), se encuentran con átomos no metálicos (los situados a la derecha en la tabla periódica, grupos 16 y 17). En este caso los átomos del metal ceden electrones a los átomos del no metal, transformándose en iones positivos (cationes) y negativos (aniones), respectivamente.

La formación de iones

Los iones pueden ser de dos tipos:

- Los cationes son iones positivos que se forman al perder electrones.
- Los aniones son iones negativos se forman al ganar electrones.

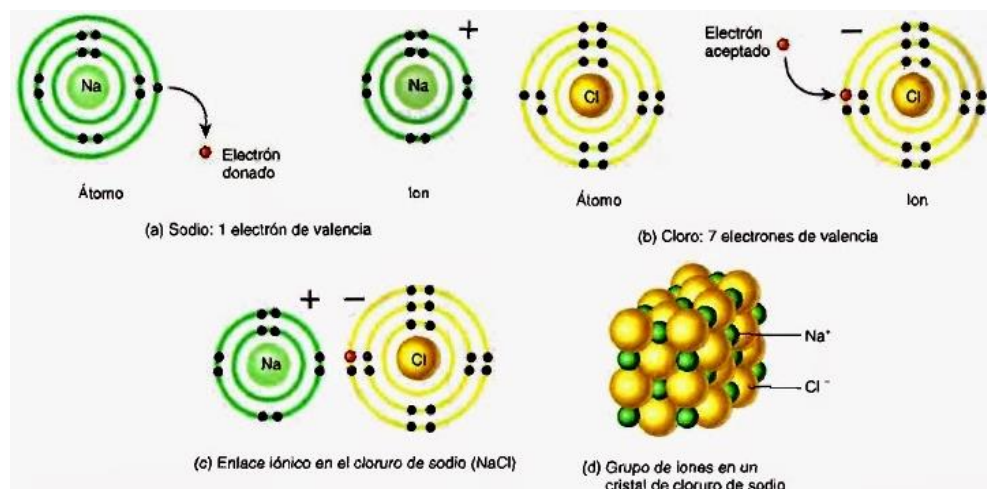
Por ejemplo, el sodio (Na) solo tiene un electrón en su capa electrónica externa, por lo que es más fácil que el sodio done ese electrón a que encuentre siete electrones más para llenar su capa externa. Debido a esto, el sodio tiende a perder su único electrón y formar Na^+ . Por otra parte, el cloro (Cl), tiene siete electrones en su capa externa. En este caso, es más fácil para el cloro ganar un electrón que perder siete, entonces tiende a tomar un electrón y convertirse en Cl^- .



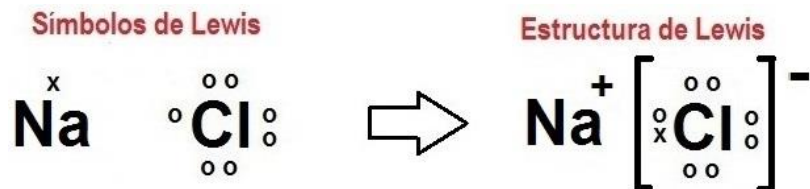
Cuando se combinan el sodio y el cloro, el sodio donará su electrón para vaciar su capa más externa, y el cloro aceptará ese electrón para llenar la suya. Ahora ambos iones satisfacen la regla del octeto y tienen capas externas completas. Dado que el número de electrones ya no es igual al número de protones, cada átomo se ha convertido en un ion y tiene una carga (Na^{+1} o Cl^{-1})

La formación de un enlace iónico

Los enlaces iónicos son enlaces que se forman entre iones con cargas opuestas. Por ejemplo, los iones sodio cargados positivamente y los iones cloruro cargados negativamente se atraen entre sí para formar cloruro de sodio o sal de mesa. La sal de mesa, al igual que muchos compuestos iónicos, no se compone solo de un ion sodio y un ion de cloruro; por el contrario, contiene muchos iones acomodados en un patrón tridimensional predecible y repetido (un cristal) como se observa en la figura.



Este enlace se puede representar con la estructura de Lewis:



En la fisiología, ciertos iones se conocen como electrolitos (como sodio, potasio y calcio). Estos iones son necesarios para la conducción de impulsos nerviosos, la contracción muscular y el equilibrio de agua. Muchas bebidas deportivas y suplementos dietéticos proporcionan iones para reponer aquellos que se pierden durante el ejercicio por la sudoración.⁴

⁴ Modificado de <https://es.khanacademy.org/science/biology/chemistry--of-life/chemical-bonds-and-reactions/a/chemical-bonds-article>

a. ¿Qué relación tiene la electronegatividad con la formación de enlaces iónicos?

b. ¿Qué relación tienen los cationes y aniones con el enlace iónico?

c. Explique la relación que hay entre electrones de valencia, estructura de Lewis, ley del octeto y enlaces.

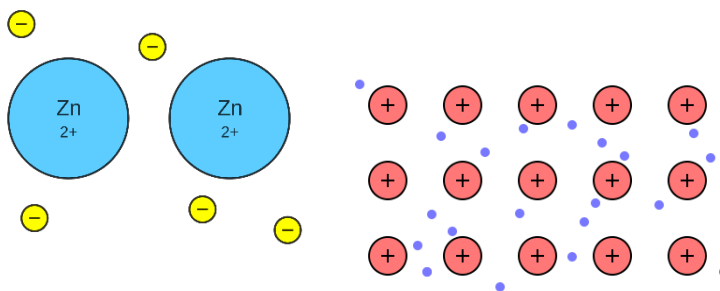
2. Realiza la lectura y responde:

Enlace metálico

Enlace químico que ocurre entre los átomos de metales entre sí, (unión entre núcleos atómicos y los electrones de valencia, que se agrupan alrededor de éstos como una nube).

Es un enlace fuerte, primario, que se forma entre elementos de la misma especie, en este enlace todos los átomos envueltos pierden electrones de sus capas más externas, que se trasladan más o menos libremente entre ellos, formando una nube electrónica (también conocida como mar de electrones). Es el tipo de enlace que se produce cuando se combinan entre sí los elementos metálicos; es decir, elementos de electronegatividades bajas y que se diferencien

poco.



Debido a la baja electronegatividad que poseen los metales, los electrones de valencia son extraídos de sus orbitales y tienen la capacidad de moverse libremente a través del compuesto metálico, lo que otorga a éste las propiedades eléctricas y térmicas. Este enlace sólo puede presentarse en sustancias en estado sólido. Los elementos con un enlace metálico están compartiendo un gran número de electrones de valencia, formando un mar de electrones rodeando un enrejado gigante de cationes.

El enlace metálico explica muchas características físicas de las sustancias metálicas, tales como fuerza, maleabilidad, ductilidad, conducción de calor y de la electricidad, y brillo o lustre (devuelven la mayor parte de la energía lumínica que reciben).

La vinculación metálica es la atracción electrostática entre los átomos del metal o cationes y los electrones deslocalizados. Esta es la razón por la cual se puede explicar un

deslizamiento de capas, dando por resultado su característica maleabilidad y ductilidad. Presentan el llamado "efecto fotoeléctrico"; es decir, cuando son sometidos a una radiación de determinada energía, emiten electrones. Se suelen disolver unos en otros formando disoluciones que reciben el nombre de aleaciones.⁵

- a. Define el enlace metálico:

- b. ¿Qué elementos forman los enlaces metálicos y por qué?

3. Observa los videos para aclarar mejor tus ideas...

- Electronegativity en el link <https://www.youtube.com/watch?v=Kj3o0XvhVgQ>
- Enlaces en el link <https://www.youtube.com/watch?v=SD-PaviesHO>
- Metales y enlace metálico en el link https://www.youtube.com/watch?v=x7E_h_rwpl



4. De acuerdo con lo que has aprendido analiza la tabla y escribe la estructura de Lewis del enlace que tiene mayor probabilidad de formarse entre los siguientes elementos:

Elementos	Grupo de la tabla periódica	Formula molecular	Estructura de Lewis
Li F	I A VII A	LiF	
Mg O	II A VI A	MgO	
H	I A	H ₂	
Be Cl	II A VII A	BeCl ₂	

5. De acuerdo con la lectura "Los iones y los enlaces iónicos" y teniendo en cuenta la siguiente afirmación "**Los átomos de metales y no metales interactúan para formar enlaces iónicos**" resuelve las siguientes preguntas:

- a. Encuentra en la lectura información asociada con la afirmación.

Dato 1:

Dato 2:

⁵ Modificado de https://www.ecured.cu/Enlace_met%C3%A1lico

Dato 3:

b. Identifica en la lectura, leyes, principios o evidencias científicas relacionadas con la afirmación.



c. Si quisiéramos redactar la afirmación de manera que se pueda dudar de esta, cual adverbio (acaso, quizás, a lo mejor, tampoco, probablemente, casi siempre, seguramente, posiblemente) seleccionarías. Escribe como quedaría la nueva afirmación.

d. Escribe un contraargumento para tu afirmación.

e. Une la información de los puntos anteriores en un solo párrafo realizando conexiones lógicas entre ellos.

6. Ingresa a la siguiente aplicación interactiva http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/molculas/activfinal.htm y resuelve las actividades propuestas.

Covalent Bonds	Ionic Bonds
Low melting and boiling points 	High melting and boiling points 
Softer and squishier 	Harder and inflexible 
More flammable 	Less flammable 
Not soluble in water 	Soluble in water 
Doesn't conduct electricity in water 	Conducts electricity in water 




Diferencia de electronegatividad	Tipo de compuesto
$0 < \neq \text{electronegatividad} < 0,8$	Molécula Apolar (no polar)
$0,8 \leq \neq \text{electronegatividad} < 1,7$	Molécula Polar
$\neq \text{electronegatividad} \geq 1,7$	Iónico

7. Todo nuestro entorno y hasta las estructuras de los seres vivos están constituidas por compuestos covalentes, e iónicos y múltiples procesos a nuestro alrededor se dan por los enlaces metálicos. Realiza una animación en Flash en la que representes la formación de los enlaces presentes en las sustancias de la tabla, emplea la tabla periódica para encontrar la información que consideres necesaria.


1 Fe	2 O ₂	3 HCl
4 CaO	5 NaOH	6 Fe ₂ O ₃
7 H ₂ SO ₄	8 HNO ₃	9 NO ₂
10 NaCl	11 Al	12 Na ₂ SO ₄

8. Teniendo en cuenta los ejercicios propuestos en la actividad responde las siguientes preguntas:






a.

<i>¿Qué sabías antes?</i>		<i>¿Qué sabes ahora?</i>

b.

<i>¿Qué se puede mejorar?</i>		<i>¿Cómo lo podemos hacer?</i>

c. Con respecto a la actividad:

<i>Criterio</i>	 Le falta mucho	 Se puede mejorar	 Está bien	 Bastante bien	 Insuperable!
Puntaje	0-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Claridad en las indicaciones a seguir					
Coherencia de las actividades con la información entregada					
Diseño llamativo					
Adecuada para mi proceso de aprendizaje					

- d. Califica de 1 a 5 con una “X” en la casilla correspondiente, los ejercicios propuestos en esta actividad de acuerdo al aporte de cada una en su proceso de aprendizaje, siendo 5 la mayor calificación y 1 la menor.

Ejercicio	1	2	3	4	5
Construir estructura de Lewis					
Identificar elementos de la argumentación					
Aplicación interactiva enlaces					
Animación en flash					

- e. Su nota de 0 a 100 en el desarrollo de la actividad es: _____

BIBLIOGRAFÍA Y NETGRAFÍA

1. Khan academy español. (2017). Recuperado de <https://es.khanacademy.org/science/biology/chemistry--of-life/chemical-bonds-and-reactions/a/chemical-bonds-article>.
2. Electronegativity. (2008). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Kj3o0XvhVqQ>.
3. Enlace covalente. (2009). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=SD-PaviesH0>.
4. Sócrática español. (2014). Metales y enlaces metálicos. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=_x7E_h_rwpl.
5. EcuRed. (2013). Enlace metálico. Recuperado de https://www.ecured.cu/Enlace_met%C3%A1lico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, L. (2017). Modelo didáctico analógico de enlace químico: caracterización de las formas de significar de los estudiantes de educación media (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Cabrera, C. H. (2015). Los modos de representación de modelos en el curso Educación en Química con profesores en formación inicial en Ciencias Naturales. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 565-580.
- Caamaño, A. y Irazoque, G. (2009). La enseñanza y el aprendizaje de la terminología química: magnitudes y símbolos. *Educación química*, 3, 46-55.
- Cascarosa Salillas, E., Fernández - Álvarez, F. y Santiago, F. (2018). Un estudio del uso de modelos moleculares en la didáctica del enlace covalente en bachillerato. *ReiDoCrea*, 7, 179-189.
- Daza Pérez, E., Gras-Velázquez, A., Gras-Velázquez, N., Guerrero Guevara, N., Guerrero Guevara, A., Gurrola, T., Joyce, A., Mora-Torres, E. Pedraza, Y., Ripoll, E. y Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación Química*, 320-329.
- De posada, J. (1999). Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. *Problemas de aprendizaje. Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 227-245.
- De Morán, J.A., De Bullaude, M.E.G. y De Zamora, M. M. K. (1995). Motivación hacia la química. *Enseñanza de las ciencias*, 13(1), 66-71.

- Espinoza, R. (2004). Historia de la química enfocada en el átomo y el enlace. Venezuela: Smart Service C. A.
- Farré, A., Zugbi, S. y Lorenzo, G. (2014). El significado de las fórmulas químicas para estudiantes universitarios. El lenguaje químico como instrumento para la construcción de conocimiento. *Educación química*, 25(1), 14-20.
- Favieri, A. (s.f.). Rúbricas para evaluar recursos abiertos educativos de matemáticas en formato texto. Universidad Nacional de La Matanza, Argentina.
- Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las ciencias*, 19(2), 231-242.
- Galagovsky, L., Bekerman, D., Di Giacomo, M. y Ali, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. *Ciencias Educativas*, 20(4), 758-799.
- Galagovsky, L., Bekerman, D. (2009). La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 952-975.
- Galagovsky, L., Rodríguez, M., Stamati, N. y Morales, L. (2003). 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. *Investigación Didáctica*, 21 (1), 107-121.

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. McGraw Hill. México.
- Hernández Requena, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. Revista de universidad y sociedad del conocimiento, 5(2), 26-35.
- Isasi, J. R. y Calonge, M. (2012). De la alquimia a la química. Universidad de Navarra, España.
- Kim Chwee Daniel, T., Ngoh Khan, G., Lian Sai, C. and Hong Kwen, B. (s.f.). Alternative conceptions of chemical bonding. Journal of science and mathematics educations in S.E. Asia, 24(2), 40-50.
- Junco, I. (2010). El desarrollo histórico de los modelos de átomo y enlace químico y sus implicaciones didácticas. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, 24, 83-105.
- López, M. y Morcillo, G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 6(3), 562-576.
- López Rua, A. y Tamayo Alzate, O. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Revista latinoamericana de estudios educativos, 8(1), 145-166.
- Mahmud, M. y Gutiérrez, O. (2010, enero). Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias.

Formación universitaria, 3(1), 11-20. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50062010000100003&script=sci_arttext

- Márquez Bargalló, C. (2005). Aprender ciencias a través del lenguaje. *Educación*, 27-38.
- Marín, R. (2015). Una propuesta para el tratamiento del enlace químico en el segundo ciclo de educación secundaria obligatoria. *Universidad de Cádiz*, 15.
- Martín, M. y Sánchez, J. (s.f.). Una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de enlace químico en secundaria. *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales*, 537-547.
- Matus, L., Benarroch, A. y Nappa, N. (2011). La modelización del enlace químico en libros de texto de distintos niveles educativos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 178-201.
- Montagut, P. (2010). Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios. *Didáctica de la Química*, 21(2), 126-138.
- Muñoz Labraña, C. (2005). Ideas previas en el proceso de aprendizaje de la historia. Caso: estudiantes de primer año de secundaria, Chile. *Geoenseñanza*, 10 (2), 209-218
- Ordoñez, C. (2016). Unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto Enlace Químico (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
- Olaya, O. (2017). Desarrollo de procesos argumentativos desde las prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas. *Universidad Autónoma de Manizales, Maestría Virtual en Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 45-56.

- Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R. y Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación Química*, 25(1), 46-55.
- Pérez Matos, R. y García Leyva, L. (2018). Reflexiones necesarias acerca del tratamiento didáctico de los conceptos químicos Valencia y número de oxidación. *Didasc@lia: didáctica y educación*, 9(1), 69-80.
- Peterson, R. and Treagust, D. (1989). Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*, 66(6), 459-460.
- Pinzón, L. (2014). Aportes de la argumentación en la constitución de pensamiento crítico en el dominio específico de la química (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Riboldi, L., Pliego O. y Odetti, H. (2004). El enlace químico: Una conceptualización poco comprendida. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 195–212.
- Santos, S. (2010). Introducción a la historia de la Química. UNED. Recuperado de <http://portal.uned.es/Publicaciones/htdocs/pdf.jsp?articulo=0135211CU01A01>.
- Santos, S. y Fernández, P. (2007). Controversias Científicas en la Química del siglo XIX. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 103(4), 59-69.
- Santos, D. y Fernández, A. (2014). Enseñanza del enlace químico desde una perspectiva situación-problema. *Formación universitaria*. 7(6).
- Saussure, F. (1985). Curso de lingüística general. Colección: Obras Maestras del Pensamiento Contemporáneo, México, Artemisa, 13-47.

- Solbes, J. Silvestre, V. y Furió, C. (2010). El desarrollo histórico de los modelos de átomo y enlace químico y sus implicaciones didácticas. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 24, 83-105.
- Tamayo, C. Blas, A. y Claro, M. (2012). Revisión teórica de los conceptos de enlace iónico y covalente y clasificación de las sustancias. *Revista cubana de química*, 24(1), 10-18.
- Torres Quezada, C. (2018). Relaciones de la química con matemática y lenguaje: propuesta de aprendizaje en un entorno virtual. *Educación Química*, 29(2), 51-61.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Triana, O. (2016). Enseñanza-aprendizaje de grupos funcionales de la química orgánica, basado en la extracción de principios activos presentes en la especie vegetal *Lippia alba* (Alivia Dolor) (Tesis maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Valdez, D. (2017). "Uso didáctico de Phet Simulaciones Interactivas, para la comprensión de los estados de la materia en la Ciencia Físico-Química" (Tesis de pregrado). Universidad tecnológica Nacional, Argentina.
- Vázquez Bernal, B. Jiménez Pérez, R. y Mellado Jiménez, V. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Investigación didáctica*, 28(#), 417-432.

Velásquez, A. y López, E. (2008, enero). Una mirada crítica al papel de las TIC en la educación superior. *Pedagogía y medios digitales*. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/email/article/view/12623>.

Viñals Blanco, A., Cuenca Amigo, J. (2016). El rol del docente en la era digital. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 30(2), 103-114.

Zamora, A. (2002). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar. *Intersedes*, 3(5), 75-89.