



# UNIVERSIDAD DE GRANADA

**Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación  
Línea de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales y  
Educación para la Sostenibilidad**

## **TESIS DOCTORAL**

**Las representaciones usadas en los libros de texto para la enseñanza del  
enlace químico. Análisis semiótico de la unidad de enlace químico en los  
libros de texto e intervención didáctica en estudiantes de Educación Media  
en Chile**

Autora:  
**SANDRA WILLIAMS PINTO**

Director:  
Dr. FRANCISCO GONZÁLEZ GARCÍA  
UNIVERSIDAD DE GRANADA

Co-director:  
Dr. LUIS MIÑO GONZÁLEZ  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE

GRANADA, 2020

**Las representaciones usadas en los libros de texto para la enseñanza del enlace químico. Análisis semiótico de la unidad de enlace químico en los libros de texto e intervención didáctica en estudiantes de Educación Media en Chile**

Memoria que presenta la Licenciada  
SANDRA WILLIAMS PINTO  
Para optar al grado de Doctor por la Universidad de Granada

Granada, 2020

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales  
Autor: Sandra Williams Pinto  
ISBN: 978-84-1306-763-6  
URI: <http://hdl.handle.net/10481/66647>





***A mis padres***

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a mi director de tesis, Dr. Francisco González García, quién con su paciencia y apoyo me guió durante todos estos años, sin importar si era verano o invierno, vacaciones o trabajo siempre estuvo presente leyendo, corrigiendo, haciendo observaciones para que cada día, cada palabra fuera dando forma en este trabajo.

Gracias a mi Codirector de Tesis, Dr. Luis Miño González, quién me ha acompañado en este largo proceso de formación con sus correcciones, paciencia y dedicación.

Gracias a mi familia, por su entrañable apoyo, me instaron cada día a seguir un largo camino para llegar a la meta, fines de semana, vacaciones, día tras día, letra a letra contando siempre con el ánimo y la fuerza de mis hijos y mi esposo.

Gracias a mi padre, quien me inspiro a optar y buscar la forma de llegar a lo más alto del conocimiento, tus palabras que sembraste desde niña, la esperanza y tu fuerza permanente son ejemplos que han marcado mi vida.

Gracias a mi madre, por su apoyo, tus palabras y tu entereza para seguir cada día, con una entrega de vida a tus hijas.

Gracias a mis colegas que me apoyaron en este proceso, Cecilia, por aceptar este desafío, por tu tiempo, tu paciencia y motivación. Gracias también a tus estudiantes que se dejaron envolver por tu conocimiento y hacer posible este trabajo.



**Las representaciones usadas en los libros de texto para la enseñanza del enlace químico. Análisis semiótico de la unidad de enlace químico en los libros de texto e intervención didáctica en estudiantes de Educación Media en Chile**

**INDICE**

AGRADECIMIENTOS .....	7
<b>CAPÍTULO 1: Planteamiento del problema de Investigación .....</b>	<b>22</b>
1.1 Introducción .....	23
1.2. Justificación y Relevancia .....	24
1.3 Objetivos de la Investigación .....	29
<b>CAPÍTULO 2: Marco Teórico .....</b>	<b>31</b>
2.1 Aportaciones teóricas sobre el libro de texto.....	32
2.1.1 Introducción.....	32
2.1.2 Análisis de libros de texto .....	34
2.1.3. Variables en el análisis de las imágenes.....	37
2.2. Aportes Teóricos sobre Secuencia Didáctica.....	45
2.2.1 INTRODUCCIÓN.....	45
2.2.2 Secuencia Didáctica.....	48
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>68</b>
<b>Análisis de la Unidad de Enlace Químico en libros de Octavo Básico y Primer año de Enseñanza Media en Chile. ....</b>	<b>68</b>
3.1 Introducción.....	69
3.2 Muestra de libros de texto.....	69
3.3 Metodología .....	70

3.3.1 Criterios de análisis del Libro de Texto .....	71
3.4 Resultados de Análisis de Libros de Texto.....	76
3.4.1 Análisis de Imágenes de Enlace Químico en libros de texto de estudiantes de Octavo Año básico .....	76
3.4.2 Análisis de Imágenes de Enlace Químico en libros de texto de estudiantes de Primer Año de Enseñanza Media. ....	95
3.4.3 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Octavo Básico Categoría Función de la secuencia didáctica.....	130
3.4.4 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Octavo Básico Categoría Grado de Iconicidad .....	132
3.4.5 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Octavo Básico Categoría Relación con el Texto .....	134
3.4.6 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Octavo Básico Categoría Funcionalidad de la Imagen.....	136
3.4.7 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Octavo Básico Categoría Etiqueta Verbal .....	137
3.4.8 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Primero Medio Categoría Función de la Secuencia Didáctica.....	139
3.4.9 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Primero Medio Categoría Grado de Iconicidad .....	141
3.4.10 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Primero Medio Categoría Relación con el Texto Principal .....	143
3.4.11 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Primero Medio Categoría Funcionalidad de la Imagen.....	145
3.4.12 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Primero Medio Categoría Etiqueta Verbal .....	146
3.5 Síntesis final de resultados para el análisis de textos.....	148
<b>CAPITULO 4 .....</b>	<b>151</b>
<b>Diseño y Validación de un Test de Ideas Previas sobre el enlace químico ..</b>	<b>151</b>
4.1 Introducción.....	152

4.2. Descripción de instrumento de exploración de preconcepciones sobre el Enlace Químico aplicado a estudiantes de Primero Medio.....	152
4.2.1 Diseño del cuestionario o test de ideas previas .....	154
4.3 Validación de Cuestionario de Exploración de conceptos previos sobre Enlace químico realizada por Juicio de Expertos. Método basado en el Juicio de Expertos	164
4.3.1 Validación por juicio de expertos .....	167
4.3.2 Validación del test diagnóstico al ser aplicado a estudiantes. ....	180
4.4 Síntesis Fina de resultados .....	181
<b>CAPITULO 5</b> .....	<b>183</b>
<b>Aplicación del Pre Test</b> .....	<b>183</b>
5.1 Resultados de la aplicación del cuestionario o test de diagnóstico para determinar las ideas previas de los estudiantes.....	184
5.1.1 Resultados Grupo I, preguntas sobre el enlace químico: 1 y 5 .....	184
5.1.2 Resultados Grupo II, preguntas relacionadas las propiedades físicas y químicas de sustancias iónicas y su estructura de estado sólido: 3, 4, 8 y 14. ....	187
5.1.3 Resultados de Grupo III, preguntas relacionadas con las propiedades de sustancias covalentes polares y no polares (representaciones semióticas): 2, 7, 10, 11 y 12. ....	192
5.1.4 Análisis de Grupo IV, preguntas relacionadas con las propiedades físicas y químicas de los metales 6, 9, 13 y 15.....	198
5.2 Resultados de la aplicación del cuestionario o Pre-test sobre la Unidad de Enlace Químico para determinar el porcentaje de aprobación por cada una de las preguntas. ....	203
5.2.1 Resultados del Pre-test aplicado al grupo experimental de estudiantes.....	203
5.2.2 Resultados del Pre-test aplicado al grupo control de estudiantes.....	206
5.3 Síntesis final sobre aplicación del pre test.....	208
<b>CAPITULO 6</b> .....	<b>210</b>
<b>Diseño y Construcción de una Secuencia Didáctica sobre el Enlace Químico</b> .....	<b>210</b>

6.1	Introducción: Propuesta de Intervención Didáctica - Descripción .....	211
6.2	Aplicación de la Secuencia Didáctica- , Metodología de trabajo en la aplicación de la secuencia didáctica .....	212
6.2.1	Sesión 1: Planteamiento de la finalidad de la unidad. Evocación y aplicación del test conocimientos previos.....	213
6.2.2	Sesión 2: Aplicación de Actividad de Cambio Conceptual .....	215
6.2.3	Sesión 3: Presentación de aspectos generales por la profesora. Realización de actividades de laboratorio.....	216
6.2.4	Sesión 4: Presentación de contenidos: enlace iónico y covalente y sus propiedades. Enlace metálico y sus propiedades.....	218
6.2.5	Sesión 5: Representación del Enlace Químico a través de estructuras de Lewis. ....	221
6.2.6	Sesión 6: Presentación de Contenidos, Geometría molecular y electrónica ...	222
6.2.7	Sesión 7: Modelo Tridimensional de representación de moléculas .....	225
6.2.9	Sesión 9: Actividades de Evaluación de los estudiantes .....	230
6.2.10	Aplicación de test. Comparación pre y post-test.....	231
6.2.11	Comparación de resultados de pre-test y Post-test para el Grupo Experimental y Grupo Control. ....	235
6.3	Resultados obtenidos en las preguntas que involucran Representaciones semióticas .....	240
6.5	Consideraciones finales sobre la secuencia didáctica.....	247
<b>CAPITULO 7</b>	.....	<b>250</b>
<b>Discusiones, Conclusiones, Perspectivas de Futuro</b>	.....	<b>250</b>
7.1	Discusiones .....	251
7.2	Conclusiones.....	256
7.2	Perspectivas de Futuro .....	261
<b>CAPITULO 8</b>	.....	<b>263</b>
Referencias Bibliográficas	.....	263

ANEXO 1. Instrumento de Exploración de Ideas Previas y Conocimiento de Enlace químico enviado a Juicio de Expertos .....	283
ANEXO 2. Instrumento de Exploración de Ideas Previas y Conocimiento de Enlace químico.....	296
ANEXO 3. Unidad Didáctica.....	302
Guías de Actividades Realizadas.....	302
ANEXO 4. Curriculum Chileno de Octavo básico y Primer año de enseñanza Media sobre el enlace químico.....	318
Octavo año de Enseñanza Básica .....	318
Primer año de Enseñanza Media .....	320



## Índice de Tablas

Tabla N°1: Clasificación del grado de iconicidad de las ilustraciones presentes en los libros de texto.....	38
TABLA N°2: Modelo para el diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. ....	47
Tabla N°3: Aprendizajes Esperados e Indicadores de Evaluación para Unidad Enlace Químico. ....	62
Tabla N°4: Listado de Libros de Texto analizados .....	70
Tabla N°5: Categorías de Análisis de Libro de texto de Octavo Básico.....	78
Tabla N°6: Categorías de Análisis de Libro de texto de Octavo Básico.....	81
Tabla N°7: Categorías de Análisis de Libro de texto de Octavo Básico.....	84
Tabla N°8: Categorías de Análisis de Libro de texto de Octavo Básico.....	87
Tabla N°9: Categorías de Análisis de Libro de texto de Octavo Básico.....	92
Tabla N°10: Categorías de Análisis de Libro de texto de Primero Medio.....	99
Tabla N°11: Categorías de Análisis de Libro de texto de Primero Medio.....	106
Tabla N°12: Categorías de Análisis de Libro de texto de Primero Medio.....	112
Tabla N°13: Categoría de Análisis de libros de Texto de Primero Medio.....	119
Tabla N°14: Categoría de Análisis de libros de Texto de Primero Medio.....	127
Tabla N°15: Frecuencia de la categoría de la Función de la secuencia didáctica.....	130
Tabla N°16: Probabilidades simple para la categoría de la Función de la secuencia didáctica.....	130
Tabla N°17: Frecuencia de la categoría Grado de iconicidad.....	132
Tabla N°18: Probabilidades simple de la categoría Grado de iconicidad.....	132
Tabla N°19: Frecuencia de Imágenes de la Categoría Grado de Iconicidad para 8° básico según propuesta de Matus, Perales y Benarroch (2008).....	134
Tabla N°20: Frecuencia de categoría Relación con el texto principal en Libros de Texto de 8° básico.....	134
Tabla N°21: Probabilidades simples de la categoría de Relación con el texto principal en libros de Texto de 8° básico.....	135

Tabla N°22: Frecuencia de categoría Funcionalidad de la imagen en Libros de Texto de 8° Básico.....	136
Tabla N°23: Probabilidades simples de la categoría de Funcionalidad de la imagen en Libros de Texto de 8° Básico.....	136
Tabla N°24: Frecuencia de categoría Etiqueta verbal presentes en Libros de 8° básico .....	137
Tabla N°25: Probabilidades simples de categorías de Etiqueta verbal presentes en libros de 8° básico.....	138
Tabla N° 26: Frecuencia de la categoría Función de la secuencia didáctica en libros de Texto de Primero Medio.....	139
Tabla N°27: Probabilidades simples para la categoría Función de la secuencia didáctica.....	139
Tabla N°28: Frecuencia de la categoría Grado de iconicidad para libros de Texto de 1° E. Media .....	141
Tabla N°29: Probabilidades simple para categoría Grado de Iconicidad.....	141
Tabla N°30: Frecuencia de la categoría del Grado de Iconicidad según Matus Perales y Benarroch (2008).....	143
Tabla N° 31: Frecuencia de categoría Relación con el texto principal de Libros de Texto 1°E. Media.....	143
Tabla N°32: Probabilidades categorías simples Relación con el texto Principal para Libros de Texto de 1° E. Media .....	144
Tabla N°33: Frecuencia de categoría Funcionalidad de la imagen en Libros de Texto de 1° E. Media.....	145
Tabla N°34: Probabilidades simples de la categoría Funcionalidad de la imagen en Libros de Texto de 1° E. Media.....	145
Tabla N°35: Frecuencia de categoría Etiqueta verbal presentes en Libros de 1° E. Media .....	146
Tabla N°36: Probabilidades simples de categoría Etiqueta verbal presentes en libros de 1° E. Media.....	147
Tabla N°37: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 1.....	168

Tabla N°38: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 5.....	169
Tabla N°39: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 3.....	169
Tabla N°40: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 4.....	170
Tabla N°41: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 8.....	170
Tabla N°42: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 14.....	171
Tabla N°43: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 2.....	171
Tabla N°44: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 7.....	172
Tabla N°45: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 10.....	172
Tabla N°46: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 11.....	173
Tabla N°47: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 12.....	174
Tabla N°48: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 6.....	175
Tabla N°49: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 9.....	176
Tabla N°50: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 13.....	176
Tabla N°51: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 15.....	177
Tabla N°52: Resumen del estado final del cuestionario.....	178
Tabla N°53: Estadístico Alpha de Conbrach.....	180

Tabla N°54: Fiabilidad eliminando cada elemento por turno.....	181
Tabla N°55: Caracterización de Grupo Control y Experimental.....	184
Tabla N°56: Frecuencia Porcentuales de respuestas para cada una de las aseveraciones de la pregunta del 1 y 5.....	185
Tabla N°57: Frecuencias Porcentuales de respuestas para cada una de las aseveraciones de las preguntas del 3, 4, 8 y 14.....	189
Tabla N°58: Frecuencia Porcentuales de respuestas para cada una de las aseveraciones de las preguntas del 2, 7, 10, 11 y 12.....	194
Tabla N°59: Frecuencia Porcentuales de respuestas para cada una de las aseveraciones de las preguntas del 6, 9, 13 y 15.....	199
Tabla N° 60: Coeficiente Alpha de Conbrach para Pre-test aplicado a grupo experimental .....	204
Tabla N°61: Frecuencias Porcentuales de Aprobación y Reprobación por Pregunta Grupo Experimental .....	204
Tabla N°62: Coeficiente Alpha de Cronbrach aplicado a estudiantes del grupo control.....	206
Tabla N°63:Frecuencia Porcentuales de Aprobación y Reprobación por Pregunta del grupo control.....	207
Tabla N°64: Distribución de contenidos en las diferentes sesiones que integran la unidad.....	211
Tabla N°65: Resumen de características Grupo Control y Experimental.....	212
Tabla N°66: Estadística de confiabilidad del cuestionario en instancias de pretest para grupo experimental.....	214
Tabla N°67: Estadística de confiabilidad del cuestionario en instancias de pretest para grupo control.....	215
Tabla N°68: Frecuencia Porcentual de Aprobación y Reprobación por Pregunta grupo experimental.....	231
Tabla N°69: Frecuencia Porcentaje de Aprobación y Reprobación por Pregunta Grupo Control.....	233

Tabla N°70: Comparación de Frecuencias Porcentuales de Aprobación por pregunta del Pre y Post test del Grupo Experimental.....	235
Tabla N°71: Comparación de Frecuencias Porcentuales de Aprobación por pregunta del Pre y Post test del Grupo Control .....	238
Tabla N°72: Comparación de Frecuencia Porcentual de Preguntas relacionadas con las Representaciones Semióticas en el Grupo Experimental.....	240
Tabla N°73: Comparación de Frecuencia Porcentual de Preguntas relacionadas con las Representaciones Semióticas en el Grupo Control.....	241
Tabla N° 74: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.....	244
Tabla N°75: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.....	244
Tabla N° 76: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.....	245
Tabla N° 77: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.....	245
Tabla N° 78: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.....	246
Tabla N° 79: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.....	246
Tabla N° 80: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.....	247

### **Índice de Figuras**

Figura N° 1: Grados de iconicidad, niveles y lenguaje implicados en las representaciones moleculares.....	40
Figura N°2: Mapa conceptual que contiene los modelos de enlace Grupo Orion.....	50
Figura N°3: Mapa conceptual que contiene los modelos de enlace García Franco-Chamizo.....	51
Figura N°4: Estructuración de Contenidos elaborada para esta investigación.....	53
FiguraN°5: Analogías entre las escuelas constructivistas.....	65
Figura N°6: Gráfico Probabilidades simples de la categoría Función de la secuencia didáctica en Libros de texto de 8° básico.....	131

Figura N°7: Gráfico de Probabilidades simples de la categoría Grado de Iconicidad en Libros de Texto de 8° Básico.....	133
Figura N°8: Gráfico de Probabilidad simple de categoría Relación con el texto principal en Libros de texto de 8° básico.....	135
Figura N°9: Gráfico de Probabilidad simple de Funcionalidad de la Imagen para Libros de texto de 8° Básico.....	137
Figura N°10: Gráfico de Probabilidades simples de categorías de Etiqueta verbal presentes en Libros de texto de 8° básico.....	138
Figura N°11: Gráfico de Probabilidades simples para la Función de la secuencia didáctica en Libros de texto de 1°medio.....	140
Figura N°12: Gráfico de Probabilidades simple para categoría Grado de Iconicidad para Libros de texto de 1°medio.....	142
Figura N°13: Gráfico de Probabilidades simples de la categoría Relación con el texto Principal para Libros de Texto de 1° E. Media.....	144
Figura N°14: Probabilidades simples de la categoría Funcionalidad de la imagen en Libros de Texto de 1° E. Media.....	146
Figura N°15: Probabilidades simples de categoría Etiqueta verbal presentes en libros de 1° E. Media.....	147
Figura N°16: Gráfico Frecuencia Porcentual de respuestas de la Pregunta N°1.....	186
Figura N°17: Gráfico Frecuencia Porcentual de respuestas de la Pregunta N°5.....	186
Figura N°18 : Gráfico Frecuencia Porcentual de Respuestas de la Pregunta N°3.....	190

Figura N°19: Gráfico Frecuencia Porcentual de Respuestas de la Pregunta N°4.....	190
Figura N°20: Gráfico Frecuencia Porcentual de Respuestas de la Pregunta N°8.....	191
Figura N°21: Gráfico Frecuencia Porcentual de Respuestas de la Pregunta N°14.....	191
Figura N°22: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°2.....	195
Figura N°23: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°7.....	196
Figura N°24: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°10.....	196
Figura N°25: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°11.....	197
Figura N°26: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°12.....	197
Figura N°27: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°6.....	200
Figura N°28: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°9.....	200
Figura N°29: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°13.....	201
Figura N°30: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°15.....	201

Figura N°31: Porcentaje de Aprobación y Reprobación de cada una de las preguntas para el grupo experimental.....	205
Figura N°32: Gráfico de Frecuencia Porcentuales de Aprobación y Reprobación de cada una de las preguntas para el grupo Control.....	208
Figura N°33: Gráfico de la Frecuencia Porcentual de Aprobación y Reprobación por pregunta del grupo experimental.....	232
Figura N°34: Frecuencia porcentual de aprobación y reprobación por pregunta en el grupo control.....	234
Figura N°35: Comparación de Frecuencias porcentuales de aprobación por pregunta en el pre-test y ´post-test del grupo experimental.....	236
Figura N°36: Gráfico comparativo de frecuencias porcentuales de aprobación por pregunta en el pre-test y post-test del grupo control.....	239
Figura N°37: Gráfico comparativo de frecuencia porcentual de las representaciones semióticas presentes en el grupo experimental.....	241
Figura N°38: Gráfico comparativo de frecuencia porcentual de las representaciones semióticas presentes en el grupo experimental.....	242



## **CAPÍTULO 1**

### **Planteamiento del problema de Investigación**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La Química es una ciencia que utiliza de diferentes tipos de imágenes y modelos para representar sus objetos de estudio. Los modelos que en general aporta la ciencia se utilizan en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química con el objetivo de ayudar a interpretar y predecir algunos fenómenos. En Química en particular, las imágenes representan un papel importante, por lo cual las representaciones utilizadas dan respuesta a fórmulas, ecuaciones, modelos moleculares, estructuras químicas, etc.

El enlace químico representa uno de los conceptos básicos en la enseñanza y aprendizaje de la Química. Sobre este concepto se fundamentan muchos contenidos, aunque tiene un elevado grado de abstracción y no es perceptible a través de los sentidos. Lo anterior dificulta su enseñanza y aprendizaje, y es por lo que se hace uso de distintas imágenes y representaciones didácticas para su enseñanza. (Matus, Benarroch, Perales, 2008)

Respecto de lo anterior, nos preguntamos ¿de qué forma es posible estructurar su uso en la clase para que realmente sean un apoyo para aprender? ¿Cuál es la funcionalidad pedagógica de las representaciones usadas en la enseñanza y aprendizaje del Enlace Químico?

Matus (2003) plantea que el uso de estas representaciones parecen no ser del todo efectivas para lograr el aprendizaje y acaban provocando en los alumnos representaciones internas erróneas o forzando aprendizajes memorísticos.

Considerando lo anterior, creemos que es necesario hacer esfuerzos y proyectar una investigación en la que por una parte se describan y analicen las imágenes o representaciones externas que se emplean para la enseñanza del enlace químico en los libros de texto en Chile, y por otro lado, diseñar, aplicar y

valorar una secuencia didáctica relacionada con el uso de las imágenes en la enseñanza aprendizaje este concepto.

Por tanto, con este trabajo, se intenta contribuir al área de la Didáctica de las Ciencias Experimentales recursos, fundamentos y aportes que permitan mejorar el proceso de enseñanza de conceptos específicos de enlace químico que involucran el uso de representaciones externas.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA**

La Química se encuentra presente en nuestra vida diaria y con su estudio tratamos que los estudiantes lleguen a comprender algunas características del mundo que nos rodea y tener una actitud reflexiva respecto a los fenómenos que observamos en nuestro entorno y que están relacionados con esta ciencia.

No obstante, aprender química no es una tarea sencilla, no es algo fácil de resolver, tal como lo muestran diversas investigaciones educativas y la experiencia como profesora, aprender química significa trasladarse a un plano fenomenológico, observacional y descriptivo que ha de ser explicativo mediante la utilización de representaciones de entidades no visibles, mediadas por interpretaciones simbólicas.

Conceptos tales como electrón, unión química, fotones, moléculas, etc. son ideas que están más allá de nuestros sentidos, y los estudiantes no tienen experiencia previa que les facilite dar un significado preciso a estas palabras.

Johnstone (1991) plantea que la mayoría de los conceptos que se utilizan en química no tienen un medio sencillo y directo de ser percibidos por vía sensible. Cuando hablamos de elemento o compuesto, no tenemos una forma inmediata de hacer percibir estas ideas a los estudiantes. Ejemplos de elementos pueden ser polvos amarillos, gases incoloros o líquidos marrones, pero éstos también pueden ser ejemplos de compuestos o de mezclas. ¿Cuáles son sus puntos en común, cuáles son sus rasgos diferenciales? Para un experto, estos aspectos son

evidentes, pero ¿son tan sencillos de comprender para un estudiante que comienza a aprender química?

Este mismo autor se refiere a que “Lo que realmente sabemos y, entendemos controla lo que aprendemos” (Johnstone, 1999). Desde este punto de vista, en el caso particular de la química, los conceptos son difíciles de entender por los alumnos, ya que a veces nos referimos a propiedades macroscópicas de las sustancias, las cuales las explicamos a través de forma microscópica, lo que dificulta la internalización de dicho conocimiento.

Pozo y Gómez-Crespo (1998) consideran que el aprendizaje de esta ciencia, implica enfrentarse a conceptos nuevos y abstractos, establecer conexiones entre ellos y entre los fenómenos estudiados y, por si fuera poco, enfrentarse a la necesidad de utilizar un lenguaje altamente simbólico junto a modelos de representación analógicos que ayuden a la representación de lo no observable.

Galagosky, Rodríguez, Stamati y Morales (2003) plantea que se refleja entre los profesores y los alumnos dificultades de comunicación, cuya diferencia existente se debe al lenguaje cotidiano utilizado y el científico. El profesor explica con un vocabulario de erudito, científico y con asociaciones que se supone los alumnos conocen, sin embargo el estudiante trata de entender, codificar e interpretar la información recibida atribuyéndole un significado más relacionado con su entorno.

Las dificultades del aprendizaje del enlace químico dan cuenta de que los estudiantes habitualmente son incapaces de hacer traslaciones entre fórmulas, configuraciones electrónicas y modelos de bolas y varillas, según lo plantean diversos autores como De Posada (1993), Matus (2003) y Riboldi, Pliego y Odetti (2004).

Para conseguir una enseñanza del enlace químico más efectiva y un mejor aprendizaje conceptual, se deben identificar la naturaleza y las causas de las ideas alternativas de los estudiantes. Podemos indicar de forma general que estas están relacionadas con tres grandes temas: el modelo del enlace y propiedades de la materia, el modelo enlace iónico y el modelo enlace covalente

Diversos autores consideran el enlace químico como un eje vertebrador de la comprensión de diversos fenómenos y procesos biológicos, físicos y químicos. Borsese (1995) se refiere de la siguiente manera sobre este contenido: “El enlace químico es, indudablemente, uno de los temas fundamentales de la Química: es un argumento propedéutico e imprescindible para la caracterización y la comprensión de esta disciplina”.

Paradójicamente, en la obra de Pozo, Gómez, Limón y Sanz (1991), en la que se revisan los conceptos químicos más importantes, se presta poca atención al enlace químico; quizás por el enfoque del propio texto, muy basado en los contenidos químicos desarrollados a partir de las taxonomías piagetianas de Shayer y Adey (1981), en las que tampoco el concepto de enlace químico está muy presente.

En enseñanza secundaria, el currículo de química ha evolucionado a lo largo de las últimas décadas, debido a los sucesivos cambios que han ido ocurriendo en el sistema educativo (Caamaño, 2001). De lo anterior no está ajeno el Currículo Chileno, en los programas de ciencias naturales se han realizado varios ajustes, los cuales han estado dirigido principalmente a una apropiación de una gran cantidad de contenidos por parte de los estudiantes, en concreto en Química los planes y programas están basados en una perspectiva conceptual y metodológica con un gran abordaje de conceptos científicos.

Desde otro punto de vista, también se plantea la necesidad de formar sujetos científicamente preparados para comprender, opinar y tomar decisiones en un mundo complejo y tecnificado, esto implicaría que el objetivo de enseñar y aprender ciencia, según Sanmartí (2002) estaría dado en promover en los

estudiantes la construcción de ideas y distintas formas de mirar los fenómenos, los cuales se ha ido dando a través de la historia. No obstante, la realidad en Chile indica que se privilegia la adquisición de conceptos y metodologías por medio de la transmisión, reproducción y repetición, dando lugar a aprendizajes memorísticos.

En el Currículo Chileno, la Química se estudia como uno de los tres ejes de las Ciencias Naturales desde Séptimo Básico a Segundo año Medio, estudiantes entre 12 y 16 años y luego entre los 17 y 18 años de edad los jóvenes chilenos cursan el Tercero y Cuarto Medio, donde la Química se integra al currículo como asignatura independiente y con mayor grado de profundización. (MINEDUC, 2011)

En la actualidad los planes y programas de estudio de las Ciencias Naturales en Chile proponen tres ejes de estudio: Biología, Física y Química. El eje de Química, comprende el contenido Estudio y Organización de la Materia, el cual tiene los siguientes aprendizajes asociados al tema de enlace químico: Desarrollar modelos que expliquen que la materia está constituida por átomos que interactúan, generando diversas partículas y sustancias y usar la tabla periódica como un modelo para predecir las propiedades relativas de los elementos químicos basados en los patrones de sus átomos, considerando: el número atómico, la masa atómica, la conductividad eléctrica, la conductividad térmica, el brillo, los enlaces que se pueden formar. (MINEDUC, 2016)

El enlace químico, desde un punto de vista curricular se encuentra ubicado en niveles académicos básicos o fundamentales de la química y antes de abordar contenidos más complejos como son Equilibrio Químico, Química Orgánica, Reacciones Acido Base y de Transferencia de electrones, por tanto es un saber ineludible e imprescindible para enfrentar futuros desafíos académicos en esta ciencia.

El tema de enlace químico, en la práctica, se enseña en Octavo Básico y Primer año de Enseñanza Media, es decir a estudiantes entre 12 y 16 años, con

diferentes niveles de profundización, acompañados de una diversidad de modelos y representaciones simbólicas. Estas representaciones son igualmente recursos importantes para la comprensión de los modelos de enlace químico y además, son, en sí mismas, fines de enseñanza, ya que aprenderlos implica formar parte de los lenguajes que los químicos utilizan en sus interpretaciones. Según Adúriz-Bravo (2012), se entiende como modelo a la representación de un objeto, fenómeno o sistema con el fin de describir, explicar o predecir su comportamiento de la parte del mundo real, desde este punto de vista se logra explicar por ejemplo las propiedades de los compuestos iónicos, covalente, metálicos en el tema de enlace químico.

Los modelos son una buena herramienta epistemológica y motivacional en la enseñanza de las ciencias, esencialmente en la Química, resultando especialmente atractivos, ya que dan la posibilidad de explicar conceptos abstractos de una forma familiar y visual; por lo tanto desempeñan un papel central en la educación científica, representan la mediación entre el mundo real, observable y las teorías (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005).

Con los planteamientos actuales de enseñanza, con un punto de vista constructivista, el trabajo en el aula debe ser consensuado hacia la aplicación de diversas estrategias que permitan el aprendizaje de los estudiantes, algunas de ellas por ejemplo una presentación evolutiva de los contenidos, desarrollo continuo y progresivo de las ideas, modelización, relacionar los conceptos con situaciones cotidianas, situar los conceptos en un ámbito experimental y la utilización de un lenguaje apropiado, que no dificulte la comunicación entre alumno-profesor y sin perder el rigor científico del lenguaje utilizado.

Al interpretar como construir las representaciones usadas en la enseñanza y aprendizaje del enlace químico, el aprendizaje se define como un proceso abierto, de reorganización continúa de las estructuras conceptuales, de ahí la importancia de agotar esfuerzos y buscar nuevas instancias de aprendizaje significativo de este concepto.

Una intervención docente puede presentar diferentes matices que se observan cuando se eligen las técnicas de enseñanza, los recursos, estrategias y actividades para abordar un determinado contenido. Construir una intervención didáctica, en el marco de la unidad del enlace químico, que tenga una estructura que potencie las funciones cognitivas, sin descuidar el vínculo a las actividades ligadas a la semiosis nos plantea un reto importante, se trata de hacer un aporte de elementos claves para el diseño de secuencias de enseñanza optimizadoras del aprendizaje del Enlace Químico. La combinación entre imagen, actividades y elementos procedimentales permite al alumno ser partícipe de su aprendizaje, siendo crítico y creativo, y alcanzando en lo posible un aprendizaje significativo.

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

En esta investigación se presentará una indagación acerca de la enseñanza y aprendizaje del enlace químico y las representaciones semióticas dadas en este contenido, tema en el cual son abundantes los conceptos que se relacionan con este tipo de representaciones.

#### **Objetivo General**

El objetivo General de este trabajo es presentar una propuesta que mejore la enseñanza del enlace químico en el marco educativo de los estudiantes de Primer Año de Enseñanza Media chilena.

#### **Objetivos Específicos**

1.- Realizar un estudio exploratorio, descriptivo de los libros de texto de Química más utilizados por los estudiantes de Octavo Año de Enseñanza Básica y Primer Año de Enseñanza Media, considerando el capítulo referido a enlace químico. Se pretende identificar y analizar los posibles conflictos semióticos que presenten los libros de textos de Educación Media en Chile, referidos a la enseñanza del enlace químico. Se desarrollará en el capítulo 3.



2.- Diseñar, construir, valorar y aplicar un cuestionario que permita detectar las ideas previas de los estudiantes. Para este objetivo se ha considerado el análisis de texto en términos de contenidos y representaciones encontradas en los textos analizados. Se desarrolla en los capítulos 4 y 5.

3.- Diseñar, construir, aplicar y evaluar una secuencia didáctica sobre el enlace químico considerando el análisis semiótico realizado a los libros de texto y las ideas detectadas entre los estudiantes. Para el diseño de la secuencia didáctica se consideraron los resultados del cuestionario de ideas previas aplicado a los estudiantes. Se presenta en el capítulo 6 de esta memoria doctoral. Teniendo en cuenta la importancia que podría tener el resolver la enseñanza y aprendizaje de diferentes saberes relacionados con el enlace químico, se propone en este caso, diseñar y construir una Secuencia Didáctica que permita ayudar, estimular y cooperar con el alumno en su aprendizaje. Así mismo, esta secuencia debe mejorar el aprendizaje de los alumnos sobre enlace químico aplicando una secuencia didáctica que implique el uso de diversos recursos que utilicen representaciones semióticas apropiadas.

## **CAPÍTULO 2**

### **Marco Teórico**

## **2.1 Aportaciones teóricas sobre el libro de texto**

### **2.1.1 Introducción**

El libro de texto es un referente en todas las dimensiones del proceso de enseñanza-aprendizaje. Los manuales son los protagonistas en las actividades en el aula, en la metodología y en la planificación y desarrollo de gran parte de las materias.

Teniendo en cuenta que los libros de texto constituyen un material ampliamente utilizado por el profesorado y los estudiantes de Educación Secundaria (García Barros y Martínez Losada, 2001, citado en Pérez Vadillo, 2013), el libro de texto ideal es el que facilita el aprendizaje de habilidades intelectuales, el dominio de técnicas y la construcción de conocimientos. En este sentido es importante seleccionar un libro de texto que tenga unas adecuadas ilustraciones que expliquen correctamente los contenidos (Prats, 2012).

Los libros de texto son un importante recurso en el cual invierten mucho los sistemas educativos. Pro Chereguini y Pro Bueno (2011), plantean que a menudo se confunde el libro de texto con el currículum oficial; de hecho, cuando algunos profesores hablan del programa de la asignatura o de los conocimientos que deben enseñar a los estudiantes, se refieren a este recurso didáctico y no tanto al documento legislativo aprobado por la Administración. Otra cuestión es que los libros de texto permiten almacenar y transportar información dispersa, y hacerlo en un formato cómodo. Es un material que puede “manejarse” con facilidad dentro de las aulas. Además, a diferencia de otros recursos -como Internet- se trata de una información “depurada”, útil para el contexto donde se trabaja, pensada para los estudiantes a los que va dirigida.

Otro aspectos fundamentales, según Pro Bueno, Sánchez, y Valcárcel (2007), es que los libros de texto representan una alternativa de actualización científica del docente, cuestión que puede incitar a más de alguna reflexión, que por diversos factores los profesores no se actualizan, no es el caso de profundizar al respecto, sino más bien dar a conocer que aparte de ser útil para el alumno, también lo es para el profesor.

Desde otra mirada, Pro Chereguini (2011), plantea lo siguiente “creemos que los libros de texto dan seguridad. Las ciencias, en general, son difíciles de aprender, el libro cumple las funciones de explicar lo que no ha quedado claro en el aula, actividades para aplicar conocimientos y, sobre todo, ayuda a compatibilizar distintos ritmos de aprendizaje del alumnado”.

Para Puelles Benítez (1997) los materiales escolares pueden ser considerados como una herramienta de trabajo de carácter pedagógico didáctico, útiles para la transmisión de conocimientos y para la formación de la personalidad. Sin embargo, ello no impide que, a su vez, puedan ser tratados como instrumentos políticos al servicio de una ideología, como objetos culturales que se convierten en productos comerciales. Desde esta lógica, estudiar los materiales escolares requiere múltiples enfoques: pedagógico, didáctico, político, ideológico, cultural, tecnológico, económico y financiero.

En ciencias tienen relevancia las ilustraciones o representaciones que se encuentran en los libros de texto utilizados por los estudiantes, estos pueden ser de gran utilidad si definen claramente las relaciones entre la realidad que se desea explicar, los modelos conceptuales elaborados y los símbolos elegidos para dar soporte al conocimiento que se desea explicar. Sin embargo los libros pueden ser causa de errores al momento de aprender en ciencias experimentales, ya que estos presentan algunas limitaciones para comunicar ideas científicas. La correcta utilización de imágenes en los libros de texto de la asignatura de Ciencias puede ayudar a favorecer la comprensión de conocimientos de forma más directa (Perales y Vilchez, 2012).

Considerando lo anterior, el análisis de libro de texto es un área que ha seguido cobrando importancia por la necesidad de profundizar y establecer qué características presentan los textos que los docentes utilizan como guía para lograr el aprendizaje en los alumnos. Se hace cada vez, más necesario revisar, seleccionar y analizar la secuenciación de las imágenes que el docente utiliza en el proceso de enseñanza aprendizaje. Todo ello da cuenta del modelo de ciencias que desea transmitir.

### **2.1.2 Análisis de libros de texto**

En este trabajo se considera el término “libro de texto” para designar aquellos libros que utilizan habitualmente profesores y alumnos a lo largo del curso escolar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de un área de conocimiento (González Astudillo y Sierra Vázquez, 2004).

El análisis de libro de texto ha sido enfocado desde diferentes ámbitos en las diversas investigaciones que existen.

Así, Del Carmen y Jiménez (1997) sugieren cuatro dimensiones que deben analizarse en los textos: Fundamentación teórica, Diseño Curricular, Evaluación e inserción en el contexto.

Pro Bueno, Sánchez Blanco y Valcárcel (2008) distinguen cuatro secciones en las lecciones (iniciación, desarrollo, aplicación y evaluación), realizando una revisión descriptiva de cada texto.

Martínez Losada y García Barros (2003) analizan los textos de acuerdo a las actividades que presentan: de aplicación de la teoría, obtención de nuevos conocimientos, detección de ideas previas, etc.

En relación a las imágenes, objeto central de nuestro trabajo, utilizadas en la enseñanza de las ciencias, Perales (2008), realiza un resumen en torno a los principales núcleos de investigación en torno a esta idea, los cuales detallamos a continuación:

- Las características que poseen las mismas y su posible categorización, tanto intrínsecas como en relación al texto escrito (Perales y Jiménez, 2002; Pérez de Eulate, Llorente y Andreu, 1999).
- Su papel diferenciado, en comparación con el texto escrito, dentro de la estructura didáctica del libro (Jiménez Valladares y Perales, 2001).
- Los requerimientos de habilidades específicas, por parte de los alumnos, que demanda su interpretación (Pandiella y Perales, 2007).
- El papel que desempeñan como medio de representación de analogías (Thiele y Treagust, 1995).

El mismo autor, se refiere al uso de las imágenes en las actividades de aula, en las cuales indica que es posible una gran diversidad de actuaciones de distinto grado de generalidad, como por ejemplo:

- La generación de imágenes por parte de los alumnos, por ejemplo, a partir de la predicción de lo que esperan ver o de la propia observación de preparaciones microscópicas (Díaz de Bustamante y Jiménez, 1996).
- Para modelizar situaciones físicas (Gutiérrez, 1999; Jiménez, 1998).
- La utilización de las imágenes para la detección de sus ideas alternativas (Aguilar, Maturano y Nuñez, 2007).
- Las dificultades que encuentran aquellos al leer imágenes (Pintó, 2002; Pintó y Ametller, 2002).
- Las condiciones bajo las cuales las imágenes podrían convertirse en fuentes de aprendizaje (Mottet, 1996).
- La comparación entre una enseñanza con medios tradicionales y otra en donde se hace un uso intensivo de imágenes estáticas y dinámicas (Otero, Greca, Silveira, 2003).
- La evaluación educativa de programas de simulación por ordenador (Sierra, 2003).
- El uso de programas disponibles en Internet para modelizar fenómenos físicos a partir de grabaciones con "web cam" (Ezquerro, 2005).
- El papel pedagógico que los profesores asignan a las imágenes de los libros de texto (Fanaro, Otero y Greca, 2005).

En el contexto del análisis de libro de texto de una materia específica, nos preocupa el tipo de modelo que se utiliza en los libros respecto al estudio del enlace químico, un tema que es recurrente en el currículo de enseñanza media, ya que dada su importancia permite explicar el comportamiento de las sustancias, por tanto el alumno debería tener una visión y comprensión de este tema a cabalidad.

En química, con esta dualidad de ser una asignatura concreta y abstracta, nos encontramos con situaciones que los alumnos pueden observar directamente y otras que simplemente deben confiar en las representaciones utilizadas en los libros. Sin embargo, ambas, al momento de ser representadas por los estudiantes, sustancias y reacciones, deben recurrir a la utilización del simbolismo, propio de la química como ciencia. El alumno se enfrenta a comprender lo microscópico, no lo ve, no lo observa pero si lo puede representar a través de imágenes o fórmulas.

De aquí la necesidad de establecer qué imágenes o representaciones se utiliza en los libros de texto para mostrar al alumno el enlace químico. De igual manera esto da cuenta en qué modelo didáctico se basa este texto para lograr que los alumnos internalicen este conocimiento.

Las imágenes promueven modelos mentales, pero un modelo mental no es una simple copia mental de las imágenes, según Perales y Jiménez (2002), esta debe cumplir ciertas condiciones:

- a) Deben describir las causas de las relaciones que se establecen las partes, constituyendo un todo.
- b) Considerar que los lectores en general no poseen los conocimientos específicos sobre el tema en cuestión.
- c) El texto debe presentar cierta complejidad para que la construcción del modelo mental requiera de apoyo y ayuda.

Estos mismos autores consideran la necesidad de contemplar en su conjunto, tanto los aspectos formales como semánticos de las imágenes. El análisis formal corresponde a las características particulares de cada ilustración,

es decir convenciones gráficas que son de carácter universal que facilitan la lectura de las mismas.

Perales y Jiménez (2004), establecen que el análisis semántico está relacionado con aspectos tales como: donde aparecen las imágenes, que relación se establece con el texto, si se incluyen textos específicos junto a las mismas o el uso de textos dentro de ellas, es decir, las etiquetas verbales. Lo anterior cobra mayor importancia en la actualidad donde la cultura de la comunicación y la información se basa en un lenguaje multimodal, lleno de signos, esquemas que deben ser entendidos e internalizados por el lector.

### **2.1.3. Variables en el análisis de las imágenes**

Comentamos aquellos aspectos relacionados con el análisis de las imágenes desde el punto de vista de diferentes autores, con el propósito de encausar aquellas que planteamos en el análisis de texto en esta investigación:

#### 1.- Iconicidad

Respecto de las imágenes en sí, Perales y Jiménez (2002), proponen una clasificación del grado de iconicidad de las ilustraciones presentes en los libros de texto. La iconicidad establece el grado creciente de simbolización, así, las imágenes de menor grado de iconicidad serían las menos realistas, por lo cual exigirán un mayor conocimiento de un código simbólico. Cuanto más abstracta sea la imagen es menos icónica.

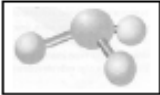


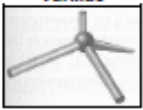


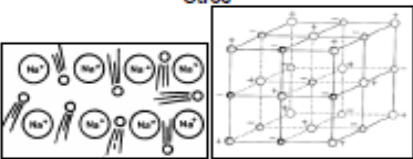
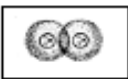

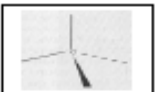
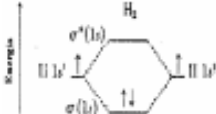
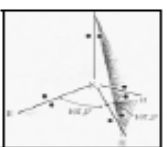
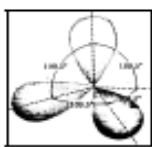
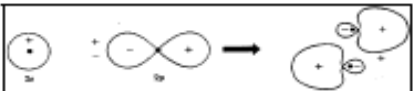
A continuación se muestra una tabla con aspectos que forman parte de la taxonomía propuesta:



**Tabla N°1: Clasificación del grado de iconicidad de las ilustraciones presentes en los libros de texto, Perales y Jiménez (2004).**

Grado de Iconocidad	Descripción
Fotografía	
Dibujo Figurativo	Prima la representación orgánica, mostrando los objetos mediante la imitación de la realidad.
Dibujo Figurativo más signos:	Representan acciones o magnitudes inobservables en un espacio de representación heterogéneo.
Dibujo figurativo más signos normalizados	Es una vertiente de la categoría anterior que incluye aquéllas ilustraciones en las que se representa figurativamente una situación y a su lado se representan algunos aspectos relevantes mediante signos normalizados.
Dibujo Esquemático	Prima la representación de las relaciones prescindiendo de los detalles.
Dibujo esquemático más signos	Representan acciones o magnitudes inobservables.
Descripción en signos normalizados	Constituye un espacio de representación homogéneo y simbólico que posee reglas sintácticas específicas.

En relación con la representación del enlace químico en los libros de texto y el grado de iconicidad, Matus (2009) propone lo siguiente:

GRADOS DE ICONICIDAD	REPRESENTACIONES MOLECULARES			NIVEL	LENGUAJE
Dibujo figurativo (prima la representación orgánica, mostrando los objetos mediante la imitación de la realidad)	Bolas y varillas 	Fusionado 	Bolas 	Bajo	Gráfico
	Varillas 	Otros 		Bajo	Gráfico
Dibujo figurativo más signos (representan acciones o magnitudes Inobservables en un espacio de representación heterogéneo)	Niveles electrónicos 			Alto	Formal
	Otros 			Bajo	Gráfico
Dibujo esquemático más signos (representan acciones o magnitudes Inobservables)	CLOA 	OM 		Alto	Gráfico Y Formal
	Cuñas 	Otros 		Alto	Gráfico Y Formal
				Alto	Gráfico Y Formal
				Alto	Gráfico Y Formal

Descripción en signos normalizados (constituye un espacio de representación homogéneo y simbólico que posee reglas sintácticas específicas)	<b>Lewis</b> $\text{Na}^+ [ : \ddot{\text{Cl}} : ]^-$ $\text{H} \times \text{H}$	<b>Diagrama de rayas</b> $\text{H} - \text{H}$	Alto	Formal
	<b>Molecular</b> $\text{H}_2\text{O}$		Bajo	Formal
	<b>Otros</b> 		Alto	Formal

**Figura N° 1: Grados de iconicidad, niveles y lenguaje implicados en las representaciones moleculares, Matus (2009) pag.136-137. Tesis doctoral.**

Respecto a la figura anterior, el lenguaje gráfico se refiere a representaciones que intentan mostrar en forma más concreta los aspectos o atributos que se desean destacar, por ejemplo cuando se utiliza el modelo de cuñas para representar un compuesto químico, se muestran la longitud de enlace y ángulos de enlace entre los átomos y la ubicación espacial de estos.

El Lenguaje Formal, implica la utilización de códigos y símbolos que no poseen tanta similitud con el referente representado, corresponde a un lenguaje altamente simbólico en el cual cada símbolo tiene un significado propio y particular y la asociación de ellos cumple con reglas semánticas preestablecidas, por ejemplo Na, símbolo químico del sodio, para establecer esta conexión se requiere previo conocimiento de los símbolos.

## 2.- Relación con el texto principal

La función de la imagen es explicar el texto, completarlo, decorarlo o inducir efectos estéticos en el lector (Alzate, Gómez, Romero, 2000). Desde el punto de vista educativo, está claro que la preocupación más importante a la hora

de emplear imágenes en los libros escolares ha sido facilitar el aprendizaje de los contenidos, servir como un apoyo, para mejorar la comprensión de estos.

La comunicación real entre el profesor y el alumno es vital para lograr avanzar en el aprendizaje de la Química, sin embargo se presentan algunas dificultades a la hora de entender los distintos símbolos y representaciones que se utilizan en los libros de texto y no sólo en estos, sino también en la misma clase de química, por el alto grado de simbolismo de la química en sí.

Lo anterior conlleva a preguntarse sobre esta relación entre el texto (discurso narrativo) y las imágenes que sostiene el mismo. Perales y Jiménez (2002) establecen tres formas de relacionarse el texto con las imágenes:

- ✓ Connotativa: “el texto describe los contenidos sin mencionar su correspondencia con los elementos incluidos en la ilustración, es decir no se establece una conexión explícita entre texto e imagen, se suponen obvias y las establece el lector”.
- ✓ Denotativa: “el texto establece la correspondencia entre los elementos de la ilustración y los contenidos representados: Ej. La figura x muestra el lugar de....”
- ✓ Sinóptica: el texto establece la correspondencia entre los elementos de la ilustración y los contenidos representados, además las condiciones en las cuales se establecen estas relaciones, el texto y la imagen están dentro de una misma idea.

Otros estudios realizados por Otero y Greca (2004) proponen una clasificación algo distinta entre la información visual y textual, se refieren a una relación asociativa, es decir muy pocas referencias entre la imagen y el texto; una relación descriptiva, es decir la mayor explicación está dada en el texto, donde las imágenes son descriptivas y explicativas, la interpretación las hace el lector. Finalmente la Interactiva, en la cual existe una relación espacial e infrecuente entre imágenes y texto, que puede o no estar orientada a entregar conocimiento y a interpretar la imagen.

Pérez de Eulate *et al.* (1999) sostienen que la relación más utilizada en los libros de texto es la que consiste en ubicar las imágenes en relación directa con el texto escrito, siendo citadas en él y dependiendo del mismo para su comprensión, de esta manera el texto escrito entrega la información y la imagen pasa a ser sólo una ilustración.

### 3.- Etiqueta Verbal

Pérez de Eulate *et al.* (1999) denominan a las etiquetas verbales como anotaciones verbales o rótulos que establecen un nexo fundamental ya que participan del contenido presentado en el texto y al mismo tiempo pertenecen al ámbito de la imagen por encontrarse dentro del espacio de la ilustración. Son útiles para seleccionar información relevante presente en el texto o la imagen, para poner de manifiesto la relación causa-efecto sobre un proceso o para establecer relaciones entre diferentes partes de una imagen.

Según Perales y Jiménez (2002) la etiqueta verbal corresponde a todo mensaje de texto que integra la imagen, sea superpuesto a la propia imagen, o adjunto a ella, como a los pies de figura que acompañan algunas veces a las ilustraciones. Distinguen dos tipos de etiquetas verbales

- ✓ Nominativas: pueden tener letras o palabras que identifican algunos elementos de la ilustración.
- ✓ Relacionales: textos que describen relaciones entre los elementos de la ilustración.

### 4.- Función de la secuencia didáctica

Perales y Jiménez (2004) distinguen las siguientes categorías para analizar la función de la secuencia didáctica de la imagen:

- ✓ Evocación: se hace referencia a un hecho cotidiano o concepto que se supone conocido por el alumno.
- ✓ Definición: se establece el significado de un término nuevo en su contexto teórico.

- ✓ Aplicación: es un ejemplo que extiende o consolida una definición.
- ✓ Descripción: se refiere a hechos no cotidianos que se suponen desconocidos por el lector y que permiten aportar un contexto necesario. También se consideran en esta categoría conceptos necesarios para el discurso principal pero no pertenecen al núcleo conceptual.
- ✓ Interpretación: son pasajes explicativos en los que se utilizan los conceptos teóricos para describir las relaciones entre acontecimientos experimentales.
- ✓ Problematización: se plantean interrogantes no retóricas que no pueden resolverse con los conceptos ya definidos. Su finalidad es incitar a los alumnos a poner a prueba sus ideas o estimular el interés por el tema presentando problemas que luego justifican una interpretación o un nuevo enfoque.

Marzábal, Hernández e Izquierdo (2014) realizan un estudio en relación a la función didáctica de los libros de texto , la secuencia didáctica y su posible relación con el ciclo de aprendizaje, concluyendo que los libros analizados están adaptados a una retórica constructivista, con mayor atención al alumno y al ciclo de aprendizaje. No obstante aún persiste una excesiva extensión y complejidad de los contenidos, en los cuales se pierde la voluntad de realizar una actividad científica de parte del alumno, como por ejemplo la experimentación y la aplicación a situaciones reales.

## 5.- Funcionalidad de la imagen

Se entiende por ella la función que cumple la imagen que se presenta en el libro de texto, Oteo y Greca (2004), proponen tres funciones de la imagen:

- ✓ Ornamentación y Motivación: la imagen es utilizada como recurso estético, para embellecer el texto, es un atractivo visual, que puede ser motivador.
- ✓ Instrumento ilustrativo y facilitador de la comprensión: sirven para ilustrar y reducir lo abstracto del discurso verbal, a través de descripciones y relaciones de las mismas con el texto.

- ✓ Comunicación visual: puede utilizarse para introducir un tema, enfatizar el discurso visual y/o las imágenes ayudan a aprender un tema determinado.

Perales y Jiménez (2002) en relación a la funcionalidad de la imagen de las ilustraciones proponen tres categorías atendiendo a la actividad de aprendizaje que supone para los lectores:

- ✓ Inoperantes: “no aportan ningún elemento utilizable, sólo cabe observarlas”.
- ✓ Operativas elementales: “Contienen elementos de representación universales: croquis, cotas, etc...”
- ✓ Sintácticas: “contienen elementos cuyo uso exige el conocimiento de normas específicas: vectores, circuitos eléctricos, etc...”

En esta última categoría, creemos necesario realizar alguna aproximación a aquellos elementos que se utilizan en general en la enseñanza de la química, como por ejemplo los diferentes tipos de modelos (bolas, varillas, varillas y bolas), representaciones (Fischer, Newman, Hawort, cuñas, bote, silla, etc...), fórmulas, orbitales atómicos, orbitales moleculares, diagramas de energía, estructuras de Lewis, casillas cuánticas, gráficos, configuración electrónica, niveles de energía, redes iónicas, etc. Todos estos conceptos anteriores requieren de un conocimiento previo de química, de símbolos, fórmulas, estructuras, etc.

## 6.- Contenido Científico

Está relacionado con el contenido científico de las imágenes, es decir directamente con el tema analizado, en este caso el enlace químico, este análisis puede ser de diferentes formas, como por ejemplo errores presentes, ideas alternativas, modelos que lo explican, etc.

Los análisis de texto en general suelen circunscribirse a núcleos temáticos concretos, cuya selección responde a su interés educativo y a su problemática didáctica. En nuestra investigación nos centraremos en libros de texto utilizados en estudiantes de secundaria, en el dominio curricular de la Química, en la cual se estudiará el tema correspondiente al Enlace químico, iónico, covalente y metálico.

## **2.2. Aportes Teóricos sobre Secuencia Didáctica**

### **2.2.1 INTRODUCCIÓN**

La preparación de cada uno de los temas a abordar por el profesor en el aula conlleva la elaboración de material para lograr los aprendizajes deseados, las estrategias a utilizar, la organización de los contenidos, la metodología a utilizar, lo importante del discurso de la clase y finalmente como evaluar el proceso de enseñanza aprendizaje.

El profesor tiene una gama no menor de posibilidades para la elaboración de materiales para sus alumnos, la utilización del libro de texto y otros textos que pueda utilizar en forma simultánea para organizar su clase, la elaboración de apuntes, de ejercicios, laboratorios, resolución de problemas son algunas de las tareas que debe resolver el profesor antes de su clase, y lograr así concretar el desarrollo del diseño curricular imperante en su especialidad.

Una estrategia didáctica constructivista permite en primer término detectar las ideas previas de los estudiantes, para luego poder discutir, sociabilizar, desarrollar y cambiar dichas preconcepciones. Lo anterior también implica proporcionar al alumno una nueva mirada del conocimiento, formular experiencias significativas, relacionadas con su entorno, con lo cotidiano que les permitan modificar sus ideas y reconstruir el concepto o conocimiento; es decir el inicio de una concepción constructivista del aprendizaje que se entiende como un proceso de construcción interno, activo e individual. El sujeto que aprende requiere de estar consciente de su propia evolución intelectual, ya que aprender implica comprender e interpretar la realidad proyectando o construyendo su propio aprendizaje.

Para Shulman (1987), una unidad didáctica es un instrumento para desarrollar «las formas más útiles de representación de estas ideas; las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosos; en pocas palabras, las formas de representación y formulación del tema que lo hace comprensible a otros». La organización de una unidad didáctica requiere tanto del



conocimiento específico, es decir de la especialidad como el conocimiento pedagógico, ambos van estrechamente unidos.

Shulman (1993) propone que, “además del conocimiento de la materia y del conocimiento psicopedagógico general, los profesores desarrollan un conocimiento específico, es decir sobre la forma de enseñar su materia, que denomina el conocimiento didáctico del contenido” (tomado de Mellado, 1996).

Siguiendo la idea de Shulman, el conocimiento didáctico del contenido cobra especial interés porque representa la combinación de contenido y pedagogía en la comprensión de cómo se organizan los diversos temas, problemas o cuestiones, representado y adaptado a la diversidad de intereses y capacidades de los estudiantes.

Algunos autores, como Mellado (1996) en un estudio sobre el aprendizaje de las ciencias a cuatro profesores al final de su etapa de formación, durante 1992-1993, en cuanto a sus concepciones los profesores reflejan una orientación constructivista del aprendizaje, considerando las ideas previas de los alumnos, sin embargo, el grado de importancia que asignan a estas es diferente.

Valcárcel, Sánchez y Ruíz (2000) nos indican que para el profesor de ciencias el conocimiento del contenido que va a enseñar está inseparablemente unido con el proceso de cómo enseñarlo.

El modelo de planificación que presentamos en este trabajo se basa en el modelo de planificación de unidades propuesto por Sánchez y Valcárcel (1993), corresponde una serie de actividades con una secuencia constructivista. Los autores proponen la realización de las siguientes acciones: análisis científico, análisis didáctico, objetivos, estrategias didácticas y evaluación.

Finalmente, La unidad didáctica que proponemos en este trabajo está organizada alrededor de un número de experiencias de aprendizaje o actividades científicas, a través de las que se busca guiar a los estudiantes para indagar y descubrir los conceptos de la química, en especial el de enlace químico.

El modelo planteado lo presentamos en la siguiente tabla:

**TABLA N°2: Modelo para el diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales Sánchez y Valcárcel (1993).**

<b>I.- ANÁLISIS CIENTÍFICO</b>	
<b>OBJETIVOS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
a.- La reflexión y actualización de los contenidos. b.- La estructuración de los contenidos.	1.-Seleccionar los contenidos 2.-Definir el esquema conceptual 3.-Delimitar procedimientos científicos 4.-Delimitar actitudes científicas
<b>II.- ANÁLISIS DIDÁCTICO</b>	
<b>OBJETIVOS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
a.- La delimitación del condicionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje: adecuación del alumno.	1.-Averiguar las ideas previas de los alumnos. 2.-Considerar las exigencias cognitivas de los contenidos. 3.-Delimitar implicancias para la enseñanza
<b>III.- SELECCIÓN DE OBJETIVOS</b>	
<b>OBJETIVOS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
a.- La reflexión sobre los potenciales aprendizajes de los alumnos. b.- El establecimiento de referencias para el proceso de evaluación.	1.-Considerar conjuntamente el Aprendizaje del contenido y el Aprendizaje didáctico. 2.-Delimitar prioridades y jerarquizarlas.
<b>IV.- SELECCIÓN DE ESTRATEGÍAS DIDÁCTICAS</b>	
<b>OBJETIVOS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
a.- La determinación de las estrategias a seguir para el desarrollo del tema. b.- La definición de tareas a realizar por profesor y alumnos.	1.-Considerar los planteamientos metodológicos para la enseñanza. 2.-Diseñar la secuencia global de enseñanza. 3.-Seleccionar actividades de enseñanza. 4.-Elaborar materiales de aprendizaje.

<b>V.- SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN</b>	
<b>OBJETIVOS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
a.- La valoración de la unidad diseñada. b.- La valoración del proceso de enseñanza y de los aprendizajes de los alumnos.	1.-Delimitar el contenido de evaluación. 2.-Determinar actividades y momentos del desarrollo del tema. 3.-Diseñar instrumentos para la recogida de información.

Con el diseño de las unidades didácticas se da respuesta a las cuestiones curriculares, ¿cómo? y ¿qué enseñar?; esta primera cuestión nos conduce a plantear los contenidos necesarios de revisar, considerando los objetivos asociados.

Una propuesta didáctica basada en las tareas de construcción de modelos que, recurriendo a las representaciones semióticas debido a la alta incidencia que tienen estas representaciones en la comprensión y aprendizaje del Enlace Químico. Se pretende desarrollar en los alumnos las capacidades de modelización, su comprensión sobre la naturaleza de los modelos en la ciencia y hacer evolucionar los modelos que manejan sobre el enlace químico.

## **2.2.2 Secuencia Didáctica**

### **I.- Análisis Científico**

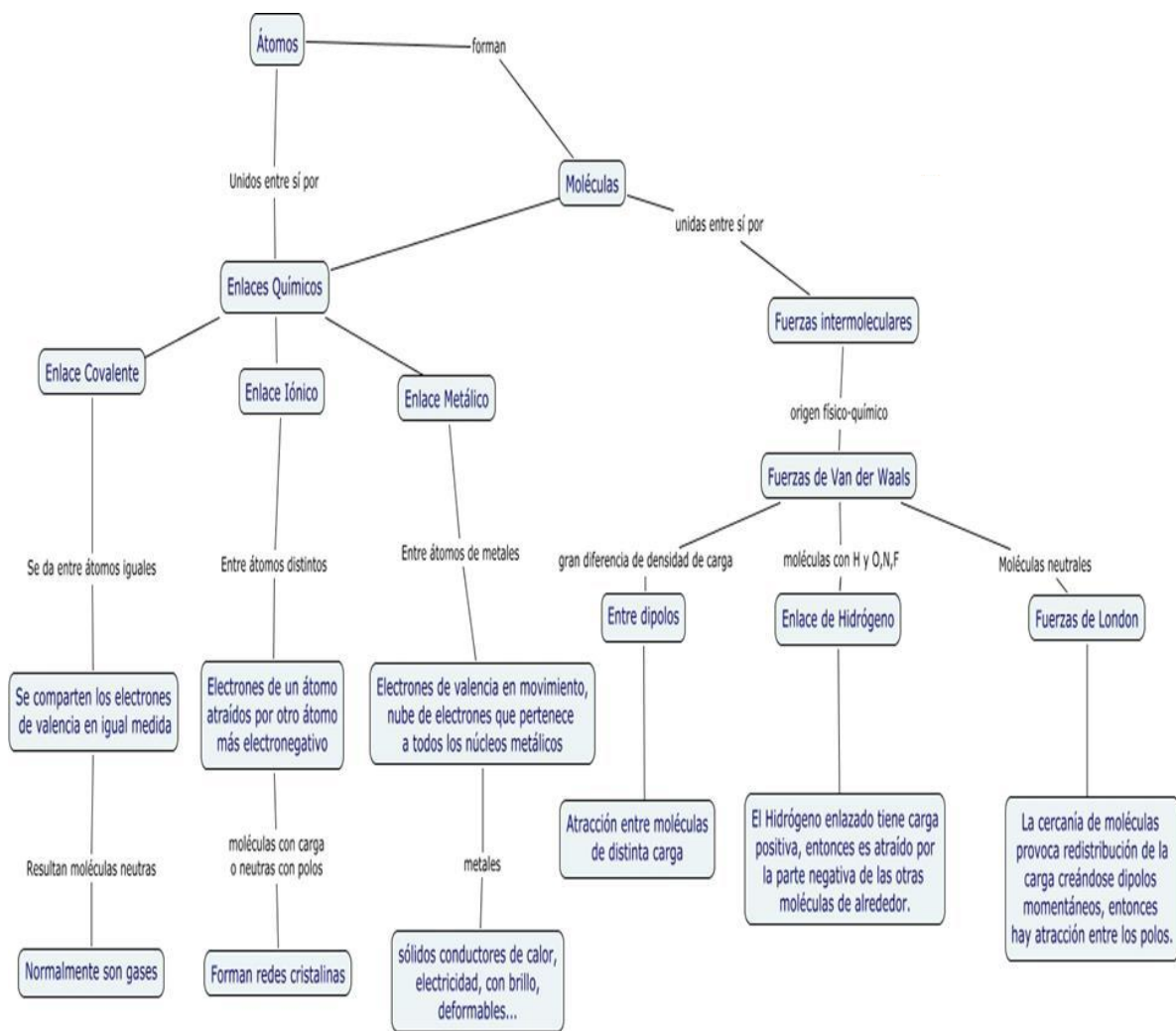
En relación al tema de enlace químico, nos surgen algunas cuestiones como ¿Qué es el enlace químico?, ¿cómo se forma?, ¿qué características y que tipos de enlaces existen?

De Posada (1999), respecto al enlace químico presenta catorce ejes de contenidos que indican los conceptos más importantes que deben tener los alumnos de 15 a 17 años sobre la naturaleza de las sustancias moleculares e iónicas, estos ejes se indican a continuación:

1.- Concepción atómica de la materia.

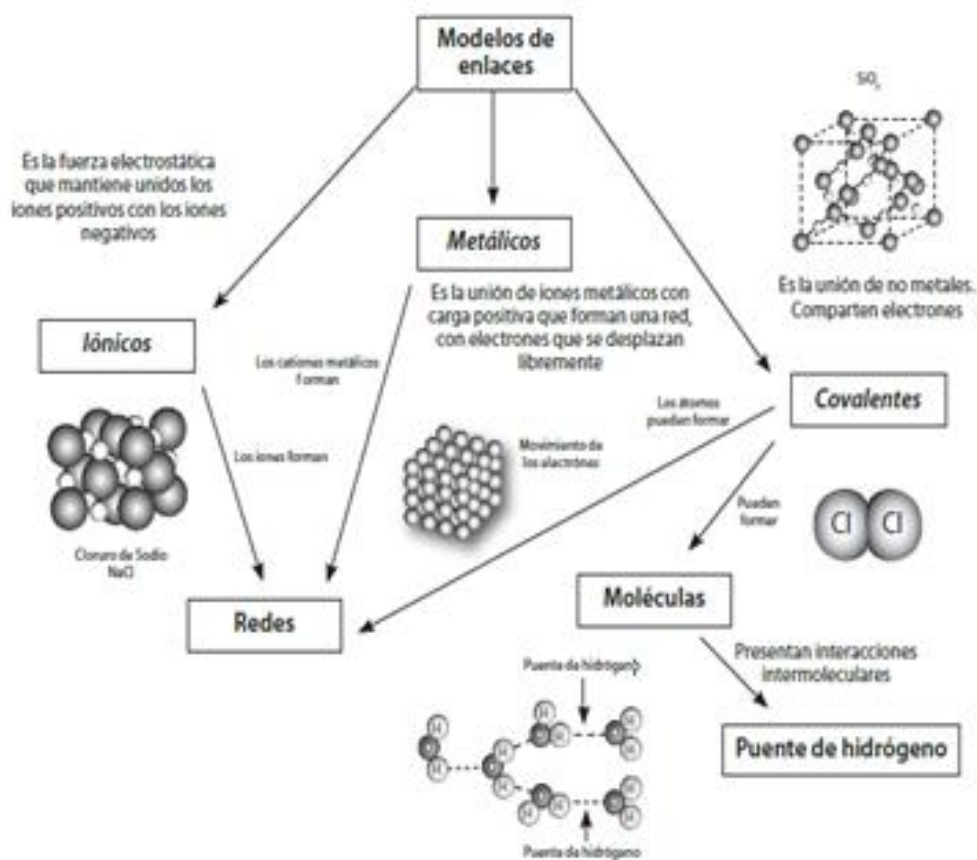
- 2.- Concepto de átomo, ion y/o molécula en cada caso.
- 3.- Estabilidad/ inestabilidad de los átomos, iones y/o moléculas.
- 4.- Naturaleza del enlace covalente polar y/o apolar.
- 5.- Estructura de ciertas moléculas.
- 6.- Estructura interna de los gases.
- 7.- Estructura interna de un compuesto cristalino.
- 8.- Estructura interna de un metal.
- 9.- Relación entre enlace químico y tipo de estructura interna.
- 10.- Relación entre fórmula química y estructura interna.
- 11.- Fuerza entre iones en sólidos iónicos.
- 12.- Estabilidad de las redes metálicas.
- 13.- Fuerzas intermoleculares en compuestos con enlace covalente polar.
- 14.- Fuerzas intermoleculares en compuestos con enlace covalente apolar.

Otra propuesta de estructuración de los contenidos de enseñanza, a través de un esquema conceptual del enlace químico, es la propuesta por el grupo Orion, la que presentamos a continuación:



**Figura N°2: Mapa conceptual que contiene los modelos de enlace Grupo Orion.**

Un tercer modelo de estructuración de la unidad de enlace químico es la propuesta por García Franco y Chamizo (1992), la cual se observa en el siguiente mapa conceptual:



**Figura N°3: Mapa conceptual que contiene los modelos de enlace García Franco- Chamizo (1992).**

Al observar los dos modelos, de Grupo Orion y el de García Franco- Chamizo podemos observar este último es más simple, ya que no considera los aspectos de fuerzas intermoleculares como ejes vertebrales de la unidad de enlace químico.

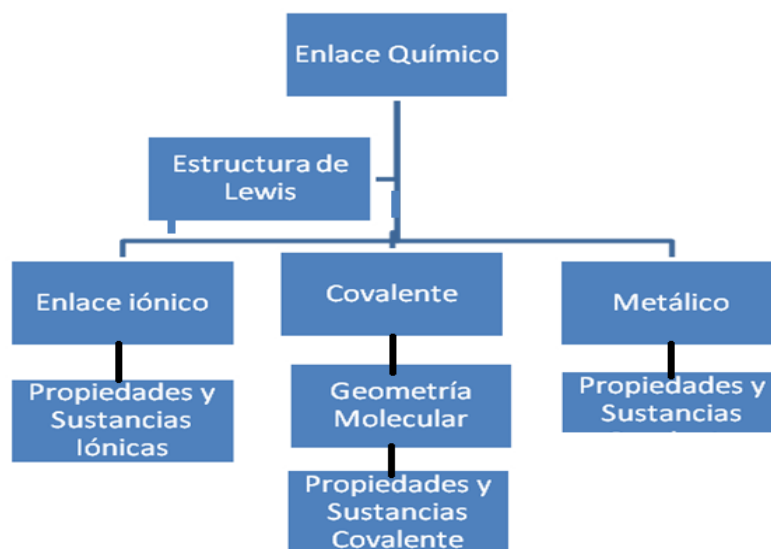
El modelo propuesto por García Franco y Chamizo (1992) está más adecuado al contexto chileno, el cual contempla la siguiente secuencia de contenidos que permitirán cumplir con los requerimientos que establece el programa de Estudios para alumnos de Octavo Básico de la Educación Chilena que corresponde a la Unidad 4, estudio y organización de la materia, los temas planteados son los siguientes: (MINEDUC, 2011. Ver también Anexo 4)

1. Constitución atómica de la materia y teoría atómica de Dalton.
2. Modelos atómicos de Thomson, Rutherford y Bohr.
3. Número atómico, número másico.
4. Representaciones y modelos de átomos, elementos, moléculas y compuestos.
5. Combinación de átomos para formar moléculas y compuestos.
6. Aplicación de reglas del octeto y dueto, notación de Lewis.
7. Transformaciones químicas de la materia en función de transferencia de electrones y reordenamiento de átomos.
8. Evolución de la tabla periódica, intentos de ordenamiento (triada, octava).
9. Características fisicoquímicas de los elementos según ordenamiento en tabla periódica y propiedades periódicas de los elementos.
10. Formación de enlaces covalentes (polar, apolar) y enlaces iónicos.

Para nuestro estudio consideraremos los temas relacionados con el enlace químico, los cuales se indican a continuación:

1. Combinación de átomos para formar moléculas y compuestos: comprende la formación del enlace químico.
2. Aplicación de reglas del octeto y dueto, notación de Lewis: corresponde a modelos que explican la formación del enlace químico y la forma de representar los electrones de valencia que participan en la formación de los enlaces.
3. Transformaciones químicas de la materia en función de transferencia de electrones y reordenamiento de átomos: dice relación con las propiedades físico químicas de las sustancias.
4. Formación de enlaces covalentes (polar, apolar) y enlaces iónicos: comprende el estudio de la distribución espacial de moléculas a partir de las propiedades electrónicas de los átomos constituyentes, a partir del modelo de repulsión de electrones de la capa de valencia y su Geometría molecular.

La estructuración de los contenidos la representaremos según el siguiente mapa conceptual:



**Figura N°4: Estructuración de Contenidos elaborada para esta investigación.**

En relación a los Contenidos Mínimos Obligatorios que acabamos de mencionar, las habilidades de pensamiento científico que deben desarrollarse relacionadas con el enlace químico y articuladamente en el eje curricular La materia y sus transformaciones son:

- ✓ Organizar e interpretar datos relacionados con las propiedades periódicas de los elementos.
- ✓ Formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos relacionados con el enlace químico.

Dicho de otra manera, los estudiantes deberían potencialmente dar una “Explicación del comportamiento de los átomos y moléculas al unirse por enlaces iónicos, covalentes y de coordinación para formar compuestos comunes como los producidos en la industria y en la minería, y los que son importantes en la composición de los seres vivos”. (MINEDUC, 2011)



Respecto de las actitudes que los estudiantes deben desarrollar, estas están definidas en el programa de educación, con la planificación y clarificación de los contenidos se generarán actitudes determinadas, es decir valores y normas que favorecen el proceso de enseñanza aprendizajes tales como:

1.- Manifestar interés por conocer más de la realidad y utilizar sus conocimientos al estudiar los fenómenos abordados en la unidad.

2.- Mostrar una actitud de cuidado y valoración del medio ambiente asociada al estudio de conocimientos desarrollados en la unidad. (MINEDUC, 2011)

## **II.- Análisis Didáctico**

La enseñanza de la química en adolescentes en edad escolar es una tarea difícil de abordar. En el caso del aprendizaje de temas como el enlace químico, no hay duda que es uno de los conceptos claves y fundamentales (Levy, Mamlok-Naaman, Hofstein y Taber, 2010).

Según Clement, (2000) el aprendizaje consiste en la evolución sucesiva de los modelos del alumnado, adoptando como referente el modelo de la ciencia escolar. Si entendemos el aprendizaje como un proceso mediante el cual nuevos conocimientos son asimilados dentro de la estructura conceptual del que aprende, el aprendizaje de un nuevo conocimiento implica tener un estado consciente de parte del sujeto que aprende, lo cual es base de la adquisición de un nuevo aprendizaje, ya que el que aprende interpreta la realidad proyectando sobre ella los significados que va construyendo, según lo plantea Riboldi *et al.* (2004). Dicho de otra manera, para que los estudiantes aprendan la teoría y modelos científicos es preciso que cambien radicalmente su forma de interpretar las cosas, lo cual les permitirá asimilar las nuevas ideas y no proyectar sus propias concepciones alternativas.

Desde una perspectiva constructivista y del modelo de cambio conceptual se entiende que el aprendizaje con comprensión real ocurre cuando el que aprende construye y transforma activamente sus propios significados, y no cuando

adquiere y acumula pasivamente conocimientos que se le transmiten (Driver, Asoko, Leach, Scott, Mortimer, 1994). Pozo, (1989) plantea que la adquisición de conceptos consiste en un proceso creativo basado en la reestructuración de las teorías que dichos conceptos forman parte. En este caso tiene gran importancia los conceptos y la estructura cognitiva de quien aprende, ya que el aprendizaje será significativo si el individuo que aprende logra conectar el nuevo conocimiento con lo que ya sabe.

En cualquier nivel de formación los estudiantes suelen presentar mucha dificultad para comprender los fundamentos del enlace químico lo que lleva a que se cree una amplia gama de concepciones erróneas. (Allinger, Cava, Johnson, Lebel, Stevens, 1979; Paoloni, 1979; Jensen, 1984; Solbes& Vilches, 1991; etc.).

Las concepciones alternativas o ideas previas, Matute (2011) las define como el conjunto de ideas que poseen los seres humanos para la interpretación de los fenómenos naturales, las cuales en general están en contradicción con lo establecido en las teorías, principios y leyes del conocimiento científico (Velasco y Garritz, 2003).

En general, algunas de las ideas del alumnado sobre la naturaleza corpuscular de la materia planteadas por Gómez Crespo (1996) son las siguientes:

- El modelo corpuscular se utiliza muy poco de forma espontánea.
- Cuando se utiliza, se atribuyen a las partículas propiedades pertenecientes al mundo macroscópico. Poseen las mismas propiedades que el sistema.
- Las partículas no están en continuo movimiento.
- No hay interacción entre las partículas.
- No existe el vacío. Entre las partículas siempre hay algo (aire, agua, gas, etc.)

Desde un punto de vista más específico, algunos estudios sobre las concepciones previas encontradas en la literatura sobre el enlace químico son las siguientes:

Peterson, Treagust y Garnett, (1989) “analizan en estudiantes de 16-17 años conocimientos sobre el enlace covalente y su estructura, encontrando que: un 23% de los alumnos no considera la influencia de la electronegatividad y la desigual compartición del par de electrones en el enlace polar; un 27% ve, en la polaridad, un factor que influye en la geometría de las moléculas; un 23% confunde fuerzas intermoleculares con fuerzas dentro de las moléculas; y un 33% considera que no existen fuerzas intermoleculares en una red covalente”

En estudios realizados por De Posada (1993) y Valcárcel, Sánchez Blanco y Ruiz (2000) encontraron que los estudiantes describen los tipos de enlace iónico y covalente utilizando el modelo de diferencias de electronegatividad entre los átomos que participan en el enlace. De Posada (1993 b) aplicó un cuestionario abierto en el que una de las preguntas requería de los estudiantes de 15 a 17 años de edad razonar sobre las causas que originan las diferencias en los puntos de fusión de las sustancias. Los alumnos de 2º de BUP (15 años de edad), antes de abordar formalmente los estudios de química, pero con nociones previas sobre el enlace químico, daban fundamentalmente razones macroscópicas como la naturaleza o composición del material, densidad, calor específico, etc. Sólo el 10% se refería a explicaciones relacionadas con los átomos y sólo el 1% hacía referencia a la fuerza con que se atraen éstos entre sí; los restantes mencionaban la disposición de los átomos y la composición molecular. El 61% de los alumnos de 3º de BUP (16 años) y el 85% de COU (17 años) hacían referencia casi exclusivamente al enlace químico en sus argumentaciones atómicas.

De Posada (1999), plantea que “La naturaleza del enlace covalente no es bien entendida por la mayoría de los alumnos después de haber sido abordado durante años en el currículo”. Además, establece que “cuando se presenta la fuerza electrostática como explicación en la unión de los iones en el enlace iónico y la compartición de electrones en el enlace covalente, probablemente hacemos pensar a los alumnos que esta última se trata de una nueva fuerza”. Otra de las conclusiones de los aportes dice relación con que las fuerzas intermoleculares han sido menos interiorizadas por los alumnos que el enlace covalente y, por tanto, menos utilizadas en sus explicaciones.

Dumon y Merlin (1988) evaluaron los conocimientos sobre orbitales moleculares en estudiantes universitarios de ciencias químicas. Algunos de los resultados fueron:

- a) La definición de *orbital molecular* no es bien entendida.
- b) El método CLOA (combinación lineal de orbitales atómicos) parece bien recordado por los alumnos.
- c) Son comprendidas las relaciones entre función de onda y función matemática y, por otro lado, nivel de energía y estado del electrón.

Caamaño y Casassas (1987) encontraron que: a) La mitad de los estudiantes de 16 años no reconocía como elementos sustancias simples formadas por moléculas, b) Un 40% de los estudiantes identificó como moleculares estructuras gigantes, c) Un elevado porcentaje asoció la valencia de un elemento con el subíndice del elemento con el que se combina; sin duda, influidos por el método con el que se les ha enseñado a formular, d) La mayoría de los alumnos no sabía calcular el número de enlaces que se rompen y se forman en una reacción química.

Boo (1998) indica que los estudiantes de química de 17 años de edad encuentran grandes dificultades para distinguir entre los diferentes tipos de enlaces y relacionar los cambios energéticos de las reacciones químicas con los enlaces rotos y formados.

Para Taber (1994) una de las ideas previas que los estudiantes han incorporado es la razón de que un electrón sea transferido se debe a la tendencia (o necesidad) de los átomos de tener una configuración de gas noble.

Özmen (2004) realiza una extensa y relevante investigación en relación a las preconcepciones de los estudiantes sobre el enlace químico.

Birk y Kurtz (1999), citado en Özman (2004), realizaron un estudio de las preconcepciones con la aplicación de un examen relativas a áreas específicas del tema enlace químico, la polaridad del enlace, forma molecular, polaridad de las moléculas, fuerzas intermoleculares, regla del octeto y estructura (redes).

En relación a estos temas obtuvieron los siguientes resultados (ideas erróneas):

- Forma molecular**
- ✓ La forma de las moléculas se debe solo a la repulsión entre pares de enlaces.
  - ✓ La forma de las moléculas se debe solo a la repulsión entre pares de electrones que no se unen.
  - ✓ La polaridad de enlace determina la forma de una molécula.
- Polaridad de enlace**
- ✓ El intercambio equitativo del par de electrones ocurre en todos los enlaces covalentes.
  - ✓ La polaridad del enlace depende del número de electrones de valencia en cada átomo involucrado en el enlace.
  - ✓ La carga iónica determina la polaridad del enlace.
  - ✓ Los pares de electrones no enlazantes influyen en la posición del par compartido y determinan la polaridad del enlace
  - ✓ El átomo más grande ejerce el mayor control sobre el par de electrones compartido.
  - ✓ Los electrones tienen una carga positiva.
- Polaridad de las moléculas**
- ✓ Las moléculas no polares se forman solo cuando los átomos en la molécula tienen electronegatividades similares.
  - ✓ Las moléculas del tipo  $\text{OF}_2$  son polares ya que los electrones que no están unidos al oxígeno forman una carga negativa parcial.
  - ✓ Una molécula es polar porque tiene enlaces polares.

Coll and Taylor (2001) en un estudio sobre las preconcepciones de estudiantes de secundaria y estudios superiores logran identificar las siguientes ideas:

- ✓ La unión iónica es unión débil.
- ✓ Las redes metálicas iónicas son de naturaleza molecular
- ✓ La unión en metales y compuestos iónicos involucra unión intermolecular.
- ✓ El radio iónico del ion sodio es mayor que el ion cloruro.

- ✓ Los iones en redes metálicas poseen otros ocho átomos vecinos.
- ✓ El radio iónico del ion de litio es mayor que el ion de sodio.
- ✓ La unión de metal a no metal en las aleaciones es de naturaleza electrostática.
- ✓ Los compuestos covalentes polares contienen especies cargadas.
- ✓ La forma y el empaque jónico se ven influenciados por la presión.
- ✓ El yodo molecular contiene un ion negativo
- ✓ Las fuerzas intermoleculares son influenciadas por la gravedad.
- ✓ El vidrio es una sustancia cristalina iónica
- ✓ La electronegatividad comprende la atracción por un solo electrón.
- ✓ El yodo molecular es de naturaleza metálica
- ✓ Los enlaces covalentes intramoleculares son enlaces débiles.
- ✓ El yodo molecular es de naturaleza metálica.

En un marco más específico nos referiremos a las preconcepciones específicamente en cada uno de los conceptos de enlace iónico y enlace covalente:

- Enlace iónico**
- ✓ La estructura interna de un cristal de cloruro de sodio es solamente un par de iones ( $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ ) unidos. (De Posada, 1993).
  - ✓ La unión entre los átomos se debe a las diferentes cargas situadas en los átomos. La idea de ion no es fácilmente asumida por los alumnos, para lo cual explica tres razones fundamentales, las psicológicas, epistemológicas y didácticas. (De Posada, 1999).
  - ✓ Los átomos se unen porque tienen un campo de atracción sobre otros átomos. (De Posada, 1999).
  - ✓ Indican que la concepción alternativa que más prevalece en los alumnos es la de considerar que los compuestos iónicos, contienen moléculas (Tan y Treagust, 1999, Valcárcel, Sánchez Blanco y

Zamora, 2005, Butts y Smith, 1987, Taber, 1994).

- ✓ Menciona que los estudiantes en relación al enlace iónico reconocen la transferencia de electrones y utilizan la noción de par iónico como molécula (Taber, 1997 citado por Ózmen, 2004).
- ✓ El enlace iónico es la atracción entre un ion con carga positiva y uno con carga negativa (Taber, 1997 citado por Ózmen, 2004).
- ✓ Los alumnos sostienen que en el cloruro de sodio acuoso, hay enlace iónico entre los iones sodio y cloruro (Boo, 1998).
- ✓ El enlace iónico es el resultado de la atracción entre dos iones de carga opuesta lo cual produce la neutralización de las cargas (Boo, 1998).
- ✓ Menciona que es menos frecuente que los estudiantes definan el enlace iónico como la transferencia de electrones entre un metal y un no metal (Varcácel Pérez y otros, 2005).
- ✓ El enlace iónico es más fuerte que el enlace covalente (Riboldi *et al.*, 2004).
- ✓ Encontraron que solo un bajo porcentaje de alumnos establecen relación entre el enlace iónico y los parámetros potencial de ionización y afinidad electrónica, y lo hacen al definir la unión iónica manifestando que se establece entre un elemento de bajo potencial de ionización y otro de alta afinidad electrónica (Matus, 2003).
- ✓ En el cloruro de sodio, un ion cloruro está enlazado a un ion sodio y atraído a otros cinco átomos de sodio, pero sólo mediante fuerzas, no mediante un enlace (Taber, 1994).
- ✓ Todos los compuestos iónicos son solubles en agua y tienen altos puntos de fusión; Los compuestos iónicos están formados por

moléculas iónicas (Bello, 2008).

- Enlace Covalente**
- ✓ En el enlace covalente los átomos comparten electrones para obtener capas de electrones llenas (Taber, 1999).
  - ✓ En un enlace covalente, los electrones se encuentran más cerca del elemento más electronegativo; Todos los compuestos covalentes son insolubles en agua; El enlace covalente es más débil que el iónico (Bello, 2008).
  - ✓ Un par de electrones es compartido por dos átomos, y que en un enlace doble son dos pares de electrones los compartidos (Kind, 2004).
  - ✓ Compartir electrones confiere estabilidad adicional a los átomos participantes y se necesita una cierta energía para romper el enlace (Kind, 2004).
  - ✓ Para que un enlace sea covalente, debe haber una diferencia de electronegatividad entre el elemento menor a 1.7 (Garcés, Herrera y Velázquez, 2008).
  - ✓ Es el enlace que se da entre las moléculas Garcés *et al.* (2008).
- Enlace Metálico**
- ✓ La unión metálica es una unión débil (Coll and Taylor, 2001).
  - ✓ Las redes metálicas contienen átomos neutros (Coll and Taylor, 2001).
  - ✓ Las especies cargadas en redes metálicas son núcleos en lugar de iones (Coll and Taylor, 2001).

Lo anterior nos permite deducir que los esquemas que los alumnos han construido respecto del enlace químico son muy diversos, de ahí la necesidad de incorporar en las unidades didácticas actividades o evaluaciones que nos permitan conocer las ideas previas de los alumnos, de forma que el profesor pueda estructurar su clase considerando estos aspectos para instaurar un nuevo conocimiento.

Los estudiantes elaboran sus propias concepciones, alrededor de los conceptos que aprenden, que frecuentemente se alejan de las concepciones



científicas (Taber, 1994; Kind, 2004; Bello, 2008). Para Talanquer , 2006, citado por Lazo y Zuñiga (2013) una de las críticas más relevantes sobre concepciones alternativas en la enseñanza de las ciencias: es que, sabemos que están ahí y las podemos clasificar, pero no sabemos qué hacer con ellas, pues por un lado son terriblemente resistentes al cambio y, por otro, los docentes no pueden tener presentes todas ellas.

La gran tarea en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias es concebir el aprendizaje de la ciencia como la transformación de las concepciones de los alumnos hacia las aceptadas por la comunidad científica y que no siempre estas preconcepciones son tratadas adecuadamente en el currículo para construir ideas más próximas a las de la comunidad científica. En este proceso es primordial conocer lo que el estudiante sabe o cree que sabe sobre un tema específico. De lo anterior se infiere la necesidad de que el docente planee sus cursos y diseñe estrategias en busca de ese cambio, sin embargo, las propuestas didácticas para promover el cambio conceptual son escasas.

Finalmente, las concepciones alternativas que tienen los estudiantes del enlace, debido a su complejidad y a la abstracción que implica este contenido, es necesario mejorar las estrategias de enseñanza de modo de favorecer el correcto aprendizaje del enlace químico.

### III.- Selección de Objetivos

En el caso del currículo chileno, los aprendizajes esperados y los indicadores evaluativos para este contenido, se encuentran claramente definidos en el programa de estudio de este nivel de educación, los cuales indicamos a continuación en la siguiente tabla: (MINEDUC, 2011).

**Tabla N°3: Aprendizajes Esperados e Indicadores de Evaluación para Unidad Enlace Químico. (MINEDUC, 2011)**

Aprendizajes Esperados (OBJETIVOS)	Indicadores de Evaluación
1.- Establecer que la capacidad de	✓ Identifican los electrones de valencia de un átomo, a partir de su configuración electrónica.

<p>interacción entre átomos se explica por su estructura electrónica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consideran al electrón como la partícula del átomo que puede ser compartida o cedida para explicar la formación de nuevas sustancias.</li> <li>✓ Representan un átomo neutro o un ión, utilizando estructuras de Lewis.</li> <li>✓ Diferencian entre enlace covalente y enlace iónico dando ejemplos de ambos tipos de enlaces.</li> <li>✓ Describen cómo se forma el enlace iónico para generar redes cristalinas.</li> <li>✓ Explican cómo se forma el enlace covalente para generar moléculas.</li> <li>✓ Exponen las propiedades de un compuesto químico a partir de su composición y el tipo de enlace que mantiene unidos sus elementos.</li> </ul>
<p>2.- Distinguir la distribución espacial de las moléculas a partir de las propiedades electrónicas de los átomos constituyentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Describen la distribución espacial de las moléculas a partir de la teoría de repulsión de los pares electrónicos de la capa de valencia.</li> <li>✓ Clasifican distintas moléculas de acuerdo con su geometría electrónica y molecular.</li> <li>✓ Predicen la geometría de una molécula covalente a partir de las propiedades electrónicas de sus átomos.</li> </ul>
<p>3.- Describir las fuerzas intermoleculares que permiten mantener unidas diversas moléculas entre sí y con otras especies (iones).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identifican la atracción dipolo-dipolo, ión-dipolo, fuerzas de Van der Waals y puentes de hidrógeno como enlaces intermoleculares.</li> <li>✓ Caracterizan algunas propiedades que estos enlaces otorgan a las moléculas (punto de ebullición, punto de fusión, tensión superficial, adhesión, cohesión), por ejemplo, el comportamiento de la molécula de agua.</li> </ul>

En el marco de la enseñanza del enlace químico el lineamiento del Ministerio de educación chileno plantea una mirada desde una perspectiva constructivista, la secuenciación de contenidos y actividades permiten tener un planteamiento de la clase mucho más abierta, entendiéndose como una

construcción del conocimiento en forma gradual, permitiendo la reorganización continúa de las ideas, como un proceso que realiza el sujeto que aprende. Desde esta idea podemos ir avanzando paulatinamente en los aprendizajes planteados para este contenido y nivel de estudios.

Desde este punto de vista, el primer objetivo para comenzar a construir un nuevo aprendizaje, es considerar sus ideas previas, teniendo en cuenta aquellas principales ideas que hemos desarrollado en el apartado de análisis didáctico. Sabemos que el conocer y confrontar aquellas preconcepciones nos permite dar un paso en la reflexión y reformular las ideas existentes.

Un segundo objetivo es provocar el cambio conceptual del alumno con la realización de una selección de actividades de enseñanza y elaboración de materiales de aprendizaje que permitirá elaborar en forma global las estrategias didácticas para lograr los aprendizajes requeridos aprendizajes.

Un último y tercer objetivo es poder evaluar la unidad en términos de los conocimientos específicos de la química y completar dicha evaluación con las representaciones semióticas que tienen los alumnos al finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje del enlace químico.

#### **IV.- Selección de estrategias didácticas**

El enfoque que desarrollamos en este trabajo es el del cambio conceptual asociado a ideas constructivistas, si bien el concepto de cambio conceptual está ligado a el cómo aprenden los estudiantes, el tratar de incorporar esta idea en el aula, es decir, poner de manifiesto esta estrategia en la sala de clases ha llevado a plantear numerosas estrategias de cómo debe orientarse la enseñanza bajo este concepto.

Strike y Posner, (1985), describen el cambio conceptual asociado al aprendizaje, es decir, el individuo que aprende al analizar situaciones problemas y percibir que sus concepciones previas no le permiten explicar o resolver dicha situación y que la nueva idea permite explicar o resolver el problema. Lo anterior conlleva entender básicamente la nueva concepción y considerarla aceptable.



Finalmente, con respecto a los enfoque o estrategias de enseñanza, la modelización ha ido cobrando gran relevancia en el último tiempo, esto sin olvidar que las ciencias están hechas de modelos (Oliva, Aragón Méndez, Jiménez-Tenorio y Aragón Nuñez, 2018). La modelización permite desarrollar en el alumnado la capacidad de evolucionar sus modelos explicativos y capacidades reflexivas y de indagación en términos de ser responsables de su propio proceso de aprendizaje. Dado lo anterior, Justi y Gilbert (2002), definen la modelización como el proceso de aprendizaje que acompaña al trabajo con modelos, en un proceso de aprendizaje escolar y sugiere una secuencia de etapas. Estas etapas van de menor a mayor complejidad, primero se debe aprender modelos, luego aplicar los modelos aprendidos, revisar los modelos aprendidos, participar en la reconstrucción de modelos, y finalmente idear nuevos modelos.

Considerando lo anterior, el realizar una estrategia de aprendizaje donde se utilice la modelización, implica desarrollar un conjunto de conocimientos, capacidades, habilidades y valores para interpretar, manejar distintas representaciones y relacionar distintos modelos para finalmente entender la naturaleza de estos. En consecuencia una gran capacidad de habilidades tanto cognitivas, como meta cognitivas, Oliva y Aragón, (2009).

#### **V.- Selección de estrategias de Evaluación.**

Según Sánchez, Alonso, Gil Pérez y Martínez –Torregrosa (1996) proponen que existen tres funciones de la evaluación: por una parte, inducir el aprendizaje, incidir en la enseñanza e incidir en el currículo. Considerando lo anterior, se deduce que el propósito más importante en la evaluación de los estudiantes es guiar su aprendizaje, es decir, ayudarles a que aprendan. Desde la concepción del aprendizaje que hemos planteado esta unidad didáctica, se considera la evaluación como parte del proceso de aprendizaje del estudiante, no tiene sentido alguno ser un objetivo terminal de las actividades realizadas, por el contrario, es un enriquecimiento continuo, donde profesor y alumno son parte de este, como corresponsables de los resultados obtenidos. Con respecto a lo

anterior se requiere de un seguimiento y retroalimentación constante que oriente el desarrollo de las diversas actividades planteadas, con el propósito de ir construyendo el conocimiento de forma paulatina y apoyada por el especialista, con el objetivo de valorar lo realizado y rectificar aquellos errores encontrados. De acuerdo a lo anterior la evaluación se constituye una fuente de aprendizaje, es decir una evaluación formativa.

### **CAPÍTULO 3**

**Análisis de la Unidad de Enlace Químico en libros de Octavo Básico y Primer año de Enseñanza Media en Chile.**

### **3.1 Introducción**

Aunque los conceptos de enlace químico y estructura son generalmente abstractos, cada vez más en los últimos años los libros de texto encontramos un multiformato, es decir, muchas ideas planteadas de forma escrita y representaciones semióticas que dan cuenta de la intencionalidad de incorporar en el texto un lenguaje multimodal.

Los libros de texto son un recurso didáctico fundamental para el proceso de aprendizaje de los estudiantes, este expone las nociones básicas de una disciplina determinada, en un proceso formal de enseñanza (Tejada, 1981; Varela, 2010; Leiva, 2000; Carrillo, Cuevas, Estrada, Martínez y Riveros, 2013).

En el análisis de los libros de texto de octavo básico y primer año de enseñanza media en Chile corresponde, en una primera instancia la revisión de la congruencia entre la red de contenidos que se presenta en el programa oficial de estudios la cual corresponde a la siguiente: Estructuras de Lewis, Energía de enlace, Enlaces iónicos, covalentes y de coordinación. MINEDUC, (2011) y lo que cada uno de los texto plantea. Por lo tanto el primer análisis específico estará dado por la presencia de esta secuencia de contenidos en el libro de texto.

Un segundo análisis corresponde a las Representaciones Semióticas en el libro de texto en la unidad de Enlace Químico.

En este trabajo pretendemos aportar datos sobre las características de los textos escolares más empleados por el profesorado de los niveles educativos octavo básico y primer año de educación media.

### **3.2 Muestra de libros de texto**

Para el análisis de libros de texto se consideró una muestra de 10 libros, 5 del nivel de Octavo Básico de Ciencias Naturales y 5 del nivel de Química del Primer año de Enseñanza Media de diferentes editoriales utilizadas en Chile.

Se consideró para el estudio las imágenes (representaciones semióticas) del enlace iónico, covalente y metálico.



**Tabla N°4: Listado de Libros de Texto analizados**

	Libro	Editorial
1	Puentes del Saber Química Ciencias Naturales 8°Básico.	Editorial Santillana del Pacífico S.A. Santiago , Chile (2014)
2	Ciencias Naturales 8° Educación Básica.	Edición Especial Ministerio de Educación. Editorial Santillana del Pacífico S.A. Santiago , Chile (2014)
3	Ciencias Naturales 8 Educación Básica.	Edición Especial Ministerio de Educación Editorial Santillana del Pacífico S.A. Santiago de Chile, (2010)
4	Ciencias Naturales Química 8°básico - Todos Juntos	Editorial Santillana. Alebrije Proservice Limitada. Santiago de Chile (2016).
5	Sé Protagonista- Ciencias Naturales 8 Educación básica.	Ediciones SM. Chile (2016)
6	Química Ciencias Naturales 1°Medio	Ediciones SM, Chile (2010)
7	Química Educación Media 1, Bicentenario.	Editorial Santillana del Pacífico S.A. (2010). Santiago de Chile.
8	Química 1 Año Medio	Ediciones Cal y Canto (2010) Edición Especial para Ministerio de Educación.
9	Química 1°Medio, Puentes del Saber.	Editorial Santillana del Pacífico S.A. Santiago , Chile (2014)
10	Química 1 Año Medio	Mc Graw Hill Education (2013)

### 3.3 Metodología

Respecto de lo anterior se propone una investigación Mixta, para el estudio del análisis del libro de texto se trabajó un enfoque descriptivo-exploratorio, debido a que su objetivo consiste en describir cómo operan los diferentes modos semióticos en manuales escolares de enseñanza media, tema que no ha sido abordado por suficientes estudios. Hernández, Collado y Lucio

(2010) afirman que el enfoque exploratorio es utilizado “cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes”. En el caso de esta investigación, se ha realizado una exhaustiva revisión de bibliografía especializada que da cuenta de la escasa literatura que aborda el análisis de libros de texto en Chile.

Los textos elegidos corresponden a los publicados en un rango de seis años, comprendidos entre los años 2010 y 2016. Se escogió libros de octavo básico y primer año de enseñanza media debido a que en esos años el contenido de enlace químico se trabajaba en ambos niveles, con distintos niveles de profundidad. Se procedió a buscar los textos en formato papel, para no depender del formato digital, además que no todos era posible encontrar en la web.

### **3.3.1 Criterios de análisis del Libro de Texto**

En relación al análisis del libro de texto hemos definido la siguiente línea de trabajo:

#### **1.- Red de Contenidos en la Unidad de Enlace Químico.**

Una primera mirada corresponde a la revisión de la congruencia entre la red de contenidos que se presenta en el programa oficial de estudios y los libros de texto. La secuencia del programa de estudios es la siguiente: Estructuras de Lewis, Energía de enlace, Enlaces iónicos, covalentes y de coordinación. (MINEDUC, 2011). Se describió en el siguiente formato:

<b>RED DE CONTENIDOS</b>

2.- Para el análisis de los libros de texto se estructuró una planilla para la recogida de los datos de análisis de las representaciones semióticas, la cual se muestra a continuación:

Primero se realizó una secuencia de imágenes, indicando la página y asignándole un número:

Libro: (nombre)
Editorial:
Nivel
<b>IMÁGENES</b>

Luego se realizó el análisis correspondiente a cada libro, según la siguiente plantilla:

Categorías					
Figura / página	Función de la Secuencia Didáctica	Grado de Iconicidad / modelo	Relación con el texto principal	Funcionalidad de la imagen	Etiqueta verbal

En el análisis de los libros de texto se utilizaron las categorías propuestas por, Perales y Jiménez (2002) como base, que dicen relación con los siguientes aspectos, lo cual la convierte en una forma muy completa y representativa de análisis, indicando las siguientes categorías de análisis:

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1) Función de la secuencia didáctica | Para qué se emplean las imágenes, en que pasajes del texto se sitúan.      |
| 2) Iconicidad                        | Qué grado de complejidad poseen las imágenes.                              |
| 3) Funcionalidad                     | Qué se puede hacer con las imágenes  |
| 4) Relación con el texto principal   | Referencias mutuas entre el texto e imagen. Ayudas para la interpretación. |
| 5) Etiquetas verbales                | Textos incluidos dentro de las ilustraciones.                              |

No obstante, la taxonomía propuesta por Perales y Jiménez (2002) fue presentada para el estudio de mecánica elemental, esta taxonomía ha sido modificada por Matus (2011), este ajuste fue realizado en función del contenido

específico de Química, el enlace químico. A continuación se presentan las modificaciones realizadas por Matus (2011):

**Función de la secuencia didáctica:** se mantienen los mismos conceptos, se indican algunos ejemplos nuevos asociados al enlace químico:

<b>Función de la secuencia didáctica</b>	<b>Ejemplos propuestos</b>
Evocación	“para entender una reacción química, podemos hacer esta comparación: los alumnos de un curso se encuentran tomados de la mano en grupos de cuatro, luego se sueltan, forman nuevos grupos y se vuelven a tomar de la mano”.
Definición	“la unión iónica es aquella en la que hay transferencia de electrones de un metal a un no metal”
Aplicación	“el caso del óxido de calcio, conocido en el comercio como “cal viva”, sucede lo siguiente...”
Descripción	“cuando dos átomos de hidrógeno se unen y forman una molécula biatómica, cada uno contribuye con su electrón en la formación del par electrónico”.
Interpretación	“...los electrones están más cerca del átomo más electronegativo, que es el de mayor capacidad para atraer electrones...la molécula es covalente polar”.
Problematización	se plantean interrogantes no retóricas que no pueden resolverse con los conceptos ya definidos.

Para el Grado de Iconicidad, Matus (2011) plantea algunos ajustes para su adaptación al contenido de Enlace Químico, los cuales se observan a continuación:

## **Grado de iconicidad**

## **Adaptación**

Dibujo Figurativo	Dos clips enlazados para representar una molécula, por ejemplo la de hidrógeno. Así también representaciones moleculares como, modelos de bolas, varillas, bolas y varillas y fusionado.
Dibujo Figurativo más signos:	Se incluye al modelo mar de electrones para representar el enlace metálico, redes iónicas, representaciones de niveles electrónicos.
Dibujo esquemático más signos	Representaciones de la energía de los electrones de orbitales enlazantes y antienlazantes, con la correspondiente distribución de electrones, modelos de cuñas, orbitales atómicos y orbitales moleculares.  Algunas imágenes un poco más complejas también se incluyen en esta clasificación, como proceso de formación de orbitales a partir de orbitales atómicos, orbitales híbridos, distribución de electrones en los orbitales atómicos (casillas cuánticas).
Descripción en signos normalizados	Se incluyen representaciones de Lewis, diagrama de rayas y molecular. También se incluyen las gráficas cartesianas.

De acuerdo al nivel de iconicidad, Matus (2011) plantean una diferenciación considerando si se requiere o no el conocimiento de configuración electrónica, de esta forma podemos observar modelos de alto nivel, es decir representados por imágenes que requieren conocimiento de la configuración electrónica de los elementos, como por ejemplo niveles electrónicos, CLOA, orbitales moleculares (OM), Lewis, cuñas y diagrama de rayas. Estos modelos utilizan un lenguaje formal de comunicación, según la clasificación de Galagovsky (2004), excepto el modelo molecular.

Un segundo modelo es el de bajo nivel, es decir están referidos a imágenes que no requieren la exigencia conceptual de la configuración electrónica de los elementos, por ejemplo modelos de bolas, varillas, bolas y varillas, fusionado y molecular. Estos modelos utilizan un lenguaje gráfico de acuerdo a la clasificación de Galagovsky (2004).

Respecto a las categorías, relación de la imagen con el texto principal, las etiquetas verbales y funcionalidad de la imagen, se mantienen según lo propuesto por Perales y Jiménez (2002).

### 3.4 Resultados de Análisis de Libros de Texto

#### 3.4.1 Análisis de Imágenes de Enlace Químico en libros de texto de estudiantes de Octavo Año básico

Libro de Texto N°1	Puentes del Saber Química Ciencias Naturales 8°Básico
Editorial	Editorial Santillana del Pacífico S.A. Santiago , Chile (2014)

#### IMÁGENES

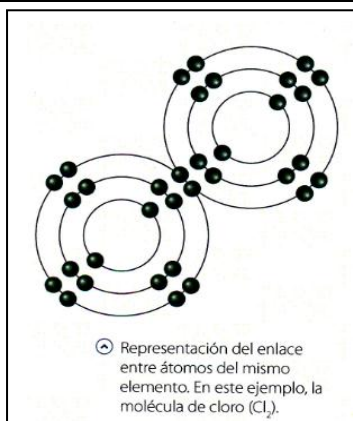


Fig. 1-1  
Página: 166

Fig. 1-3  
Página: 167

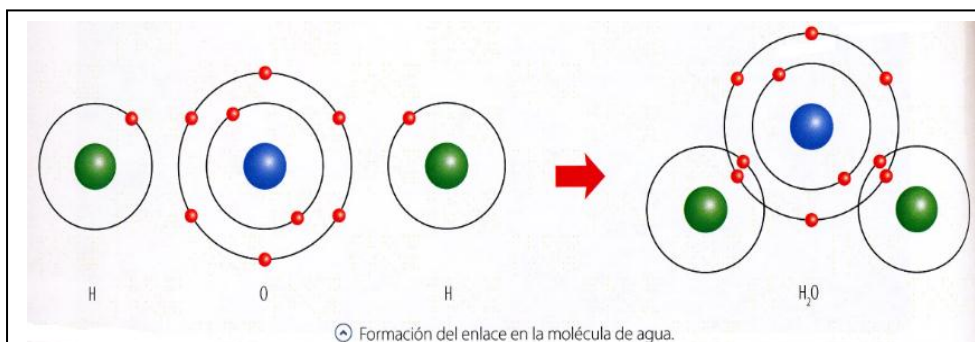
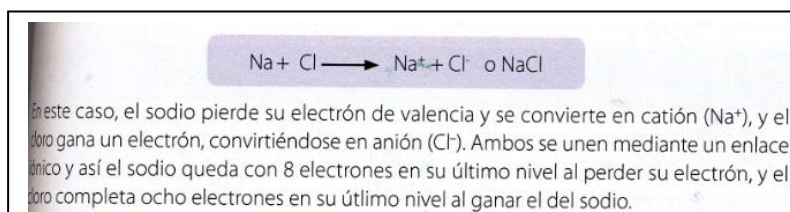


Fig. 1-2  
Página: 166

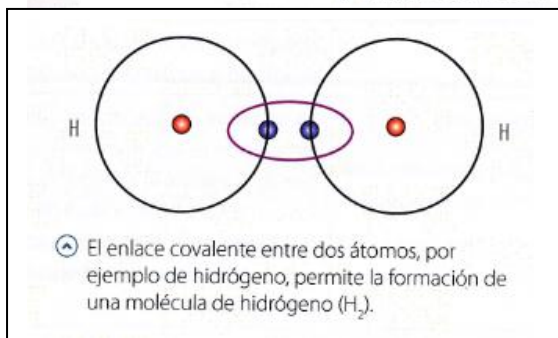
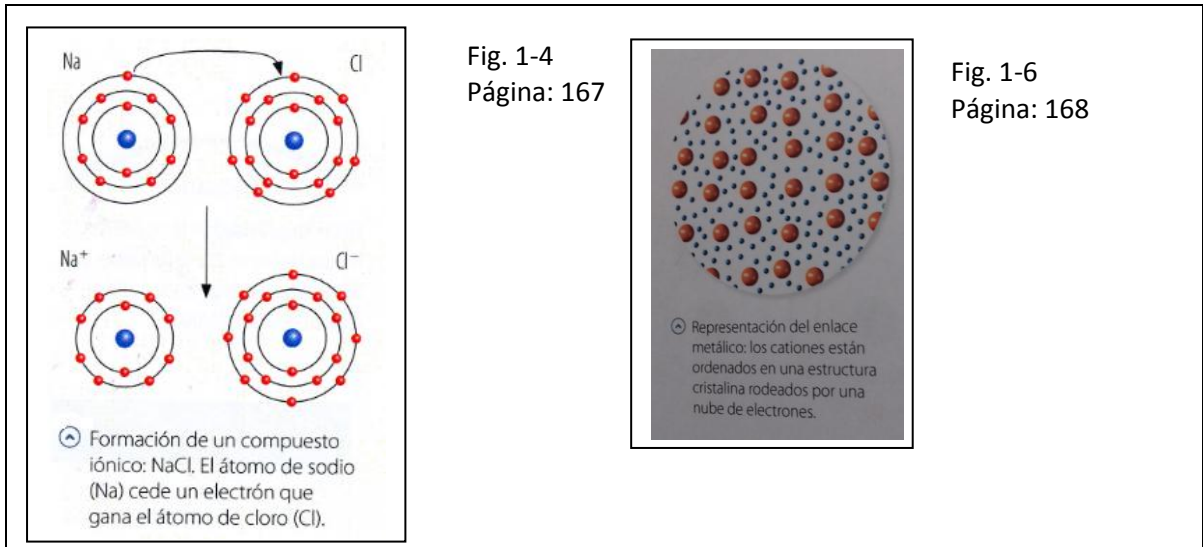


Fig. 1-5  
Página: 167



### Red de Contenidos en la Unidad de Enlace Químico

El tema de enlace químico se presenta en la unidad Estructura y propiedades de la materia, en la cual se hace un desarrollo de los distintos modelos que explican la esencia de la materia y luego en el apartado de características de los átomos se presenta el concepto de enlace químico. Se explica en términos de que los átomos requieren lograr la estabilidad electrónica dada por la interacción y reordenamiento de los electrones de valencia. Se indican los distintos tipos de enlaces, el iónico que resultaría por la unión de iones de signo contrario, basado en las fuerzas electroestáticas.

Respecto del enlace covalente se explica en términos de la compartición de electrones de valencia.

Finalmente se introduce el concepto de enlace metálico se explica en términos de la tendencia de estos átomos a perder electrones, dada su baja electronegatividad, convirtiéndose en iones positivos y con sus electrones circundantes moviéndose libremente.

Además para cada uno de los tipos de enlace se indican las propiedades de las sustancias que poseen cada uno de estos tipos de enlace.



**Tabla N°5: Categorías de Análisis de Libro de texto de Octavo Básico**

<b>Categorías</b>					
<b>Figura</b>	<b>Función de la Secuencia Didáctica</b>	<b>Grado de Iconicidad / modelo</b>	<b>Relación con el texto principal</b>	<b>Funcionalidad de la imagen</b>	<b>Etiqueta verbal</b>
1-1	Aplicación	Dibujo Figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinópticas	Nominativas
1-2	Definición	Dibujo Figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinópticas	Nominativa
1-3	Aplicación	Descripción en signos normalizados (otros)	Sintáctica	Sinópticas	Nominativa
1-4	Definición	Dibujo Figurativo más signo (niveles electrónicos)	Sintáctica	Sinópticas	Nominativa
1-5	Aplicación	Dibujo Figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinópticas	Nominativa
1-6	Descripción	Dibujo figurativo	Connotativa	Inoperantes	Nominativa

Libro de Texto N°2	Ciencias Naturales 8° Educación Básica
Editorial	Edición Especial Ministerio de Educación. Editorial Santillana del Pacífico S.A. Santiago , Chile (2014)

## IMÁGENES

**Actividad exploratoria**

Consigue un imán y una caja de clips metálicos. Cuando tengas estos materiales, sigue las instrucciones para que visualices cómo se forman enlaces químicos entre átomos.

1. Acerca el imán a un clip para recogerlo.
2. Usa el primer clip para recoger otro.
3. Repite este procedimiento hasta que tengas una cadena de clips.
4. Uno a uno, arranca suavemente los clips de la cadena.
5. Registra tus observaciones. De acuerdo con estas, responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.
  - a. ¿Cuántos clips lograste unir?
  - b. ¿Cuál fue el clip más fácil de remover?, ¿cuál fue el más difícil de sacar?
  - c. Considerando los modelos atómicos vistos en la lección anterior, ¿qué componentes del átomo representan el imán y los clips en esta experiencia?
  - d. Si el sistema que armaste representa un átomo, ¿qué sucede con sus electrones cada vez que remueves uno?


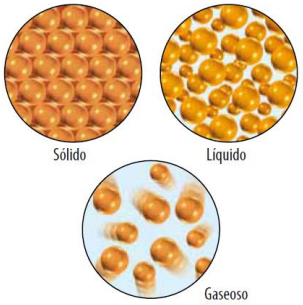
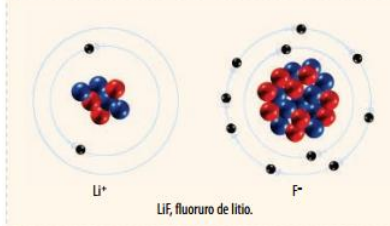


Fig. 2-1  
Página: 91



El grado de movimiento de los átomos o moléculas de un cuerpo es distinto en cada estado de la materia.

Fig. 2-2  
Página: 94



El litio neutro cederá el electrón de su último nivel de energía al átomo de flúor, transformándose en un catión; el flúor, a su vez, al aceptar el electrón, se convertirá en un anión. Así, estos iones se mantendrán unidos gracias a la fuerza de atracción que se produce entre cargas opuestas y formarán el fluoruro de litio, una sal sólida y cristalina de color blanco.

Li<sup>+</sup> F<sup>-</sup>  
LiF, fluoruro de litio.

Fig. 2-3  
Página: 94

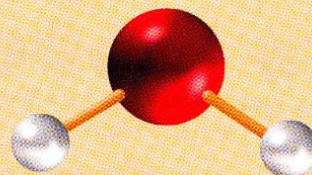
El oxígeno que se encuentra en la atmósfera corresponde a una molécula de oxígeno formada por dos átomos iguales.



Modelo molecular del oxígeno (O<sub>2</sub>)

Fig. 2-4  
Página: 95

La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno más un átomo de oxígeno.



Modelo molecular del agua (H<sub>2</sub>O)

Fig. 2-5  
Página: 95

### Red de Contenidos en la Unidad de Enlace Químico

En la unidad Conociendo la Estructura interna de la materia, con una descripción cronológica de los diferentes modelos que explican la estructura de la materia, se plantea en la lección 2 las interacciones entre los átomos. Se explica a partir del concepto de reacción química la interacción que se producen entre los átomos, estableciendo que a nivel subatómico esta interacción entre átomos se produce con los electrones de valencia. Se explica la unión de dos elementos a partir de fuerzas de atracción que se produce por cargas opuestas entre ambos elementos que participan en la unión.

Se explica el concepto de molécula, compuesto y macromolécula. No se hace mención al enlace metálico.

Se proponen actividades de búsqueda de información sobre elementos, moléculas, compuestos y macromoléculas, en términos de enunciar características, diferencias y ejemplos.

**Tabla N°6: Categorías de Análisis de Libro de texto de Octavo Básico**

<b>Categorías</b>					
<b>Figura</b>	<b>Función de la Secuencia Didáctica</b>	<b>Grado de Iconicidad / modelo</b>	<b>Relación con el texto principal</b>	<b>Funcionalidad de la imagen</b>	<b>Etiqueta verbal</b>
2-1	Evocación	Fotografía	Connotativa	Operativa elementales	Sin etiqueta
2-2	Descripción	Dibujo figurativo más signos(niveles electrónicos)	Denotativa	Sinóptica	Nominativa
2-3	Descripción	Dibujo figurativo (bolas)	Sintáctica	Sinóptica	Nominativa
2-4	Descripción	Dibujo figurativo (bolas y varillas)	Denotativa	Sinóptica	Nominativa
2-5	Descripción	Dibujo figurativo (bolas y varillas)	Denotativa	Sinóptica	Nominativa

Libro de Texto N°3	Ciencias Naturales 8 Educación Básica
Editorial	Edición especial Ministerio de Educación. Editorial Santillana del Pacífico S.A. Santiago de Chile, (2010)

## IMÁGENES

Si un átomo neutro **pierde electrones** de su capa externa, quedará con un número mayor de cargas positivas, es decir, quedará cargado positivamente, convirtiéndose en un **ión positivo** o **catión**. Un ejemplo de catión es el litio:

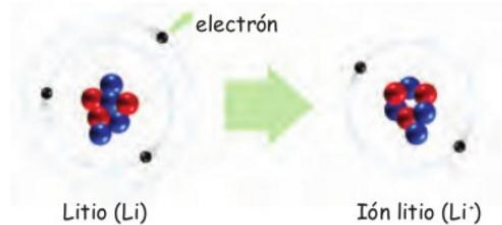


Fig. 3-1  
Página: 98

Si un átomo neutro **gana electrones**, quedará con un número mayor de cargas negativas, es decir, quedará cargado negativamente, convirtiéndose en un **ión negativo** o **anión**. Un ejemplo de anión es el flúor:

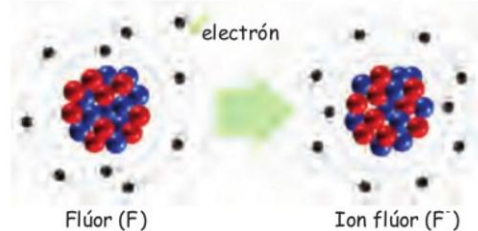
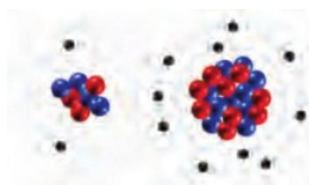


Fig. 3-2  
Página: 98

Veamos la formación de un enlace entre el litio y el flúor: en este caso el litio neutro cederá el electrón de su último nivel al átomo de flúor, transformándose en un ión positivo; el flúor al aceptar el electrón, se convertirá en ión negativo. Así, estos iones se mantendrán unidos gracias a la fuerza de atracción que se produce entre cargas opuestas.



LiF, fluoruro de litio.

Fig. 3-3  
Página: 98

### ¿Cómo se forma un enlace covalente?

- Enlace covalente entre átomos iguales:  
Molécula de flúor ( $F_2$ ). Se comparte un par de electrones.

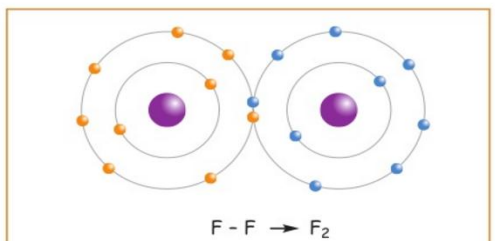
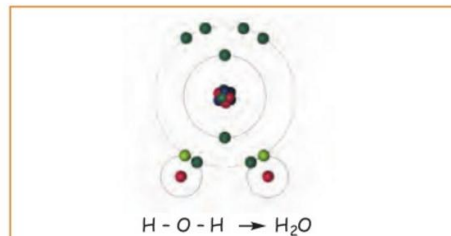


Fig. 3-4  
Página: 100

Fig. 3-5  
Página: 100

- Enlace covalente entre átomos diferentes:  
Molécula de agua ( $H_2O$ ). Se comparten dos pares de electrones.



### Red de Contenidos en la Unidad de Enlace Químico

El enlace químico está inserto en la unidad Conociendo la estructura interna de la materia, da comienzo la unidad con el estudio de las propiedades eléctricas de la materia, para luego dar respuesta a la pregunta ¿de qué está formada la materia?, realizando un desarrollo cronológico de los diferentes aporte y teorías que dan respuesta a esta pregunta. Dentro de este contexto, en el e estudio de los iones se inserta el concepto de enlace químico, específicamente el enlace iónico se explica en función de una transferencia de electrones y el enlace covalente como una fuerza de atracción entre átomos no metálicos.

En ambos tipos de enlace se explica el proceso de formación de los enlaces haciendo uso de imágenes.

Finalmente se introduce los términos de macromoléculas y polímeros, pero no se hace mención a un tercer tipo de enlace, como el enlace metálico.

Se presentan escasamente dos actividades relacionadas con enlace químico, más bien de un orden conceptual.

**Tabla N°7: Categorías de Análisis de Libro de texto de Octavo Básico**

<b>Categorías</b>					
<b>Figura</b>	<b>Función de la Secuencia Didáctica</b>	<b>Grado de Iconicidad / modelo</b>	<b>Relación con el texto principal</b>	<b>Funcionalidad de la imagen</b>	<b>Etiqueta verbal</b>
3-1	Definición	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativas
3-2	Definición	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativas
3-3	Aplicación	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Sintáctica	Sinóptica	Nominativas
3-4	Aplicación	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativas
3-5	Aplicación	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativas

Libro de Texto N°4	Ciencias Naturales Química 8°básico - Todos Juntos
Editorial	Editorial Santillana. Alebrije Proservice Limitada (2016) Santiago de Chile.

## IMÁGENES



Fig. 4-1  
Página: 61

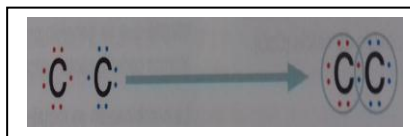
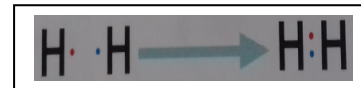


Fig. 4-3  
Página: 62

Grupo	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
Elemento	H	Be	B	C	N	O	F	Ne
Símbolo de Lewis	H·	·Be·	·B·	·C·	·N·	·O·	·F·	·Ne·

Fig. 4-2  
Página: 62

Fig. 4-4  
Página: 62



En el compuesto fluoruro de litio, cuya fórmula es LiF, los átomos de litio y flúor se unirán por un enlace iónico.

①

②

③

El litio (Li) tiene un valor de electronegatividad igual a 1,0, mientras que el del flúor (F) es de 4,0.

Cuando interactúan estos elementos para poder estabilizarse, la diferencia de electronegatividad produce que uno de los electrones del litio migre hacia el flúor. De este modo, se forma el catión litio (Li<sup>+</sup>) y el anión flúor (F<sup>-</sup>), respectivamente.

La molécula iónica se estabiliza por la interacción entre los dos iones al formar un enlace iónico.

Fig. 4-5  
Página: 64

**Estructura cristalina del fluoruro de litio (LiF).**

Las moléculas iónicas de LiF interactúan entre sí y se estabilizan. Esta interacción genera lo que se denomina una **estructura cristalina**.

Fig. 4-6  
Página: 65

El flúor es un elemento químico esencial para el ser humano. Los compuestos de flúor han tenido en la historia diversas aplicaciones, tales como en las pastas dentales, donde se encuentra como fluoruro de sodio y en los utensilios de cocina que poseen un revestimiento antiadherente se utiliza el teflón (politetrafluoroetileno o PTFE).

Fig. 4-7  
Página: 65



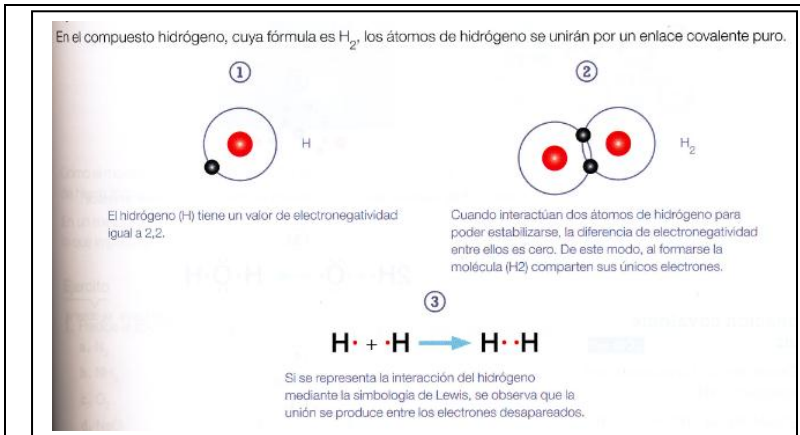


Fig. 4-8  
Página: 66

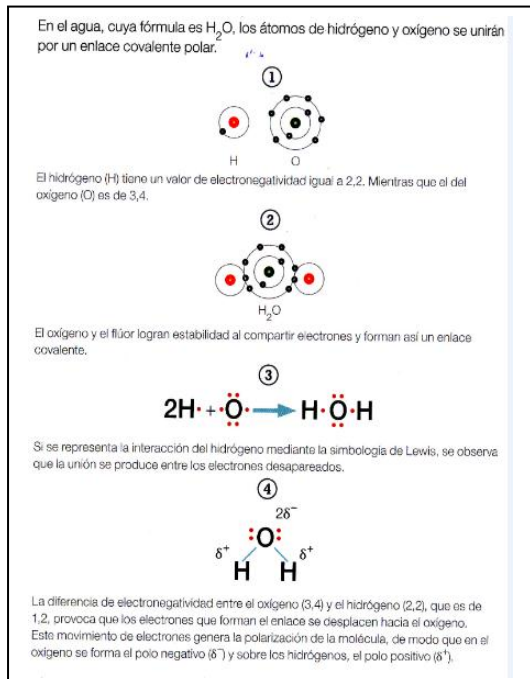
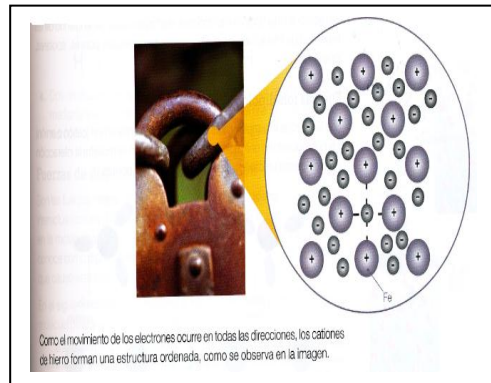


Fig. 4-9  
Página: 67

Fig. 4-10  
Página: 67



## Red de Contenidos en la Unidad de Enlace Químico

El enlace químico en el libro de texto se contextualiza en torno al concepto de estabilidad de los átomos al completar sus orbitales incompletos de las capas incompletas al unirse con otros átomos. Se fundamenta con el concepto de configuración electrónica estable, es decir, alcanzar la configuración electrónica del gas noble más cercano, en el caso de enlace iónico y covalente.

El enlace metálico se entiende como la unión de átomos metálicos y el modelo de mar de electrones.

El texto presenta actividades de problematización, aplicación de conceptos, replicación de modelos como el mar de electrones, estructuras de Lewis.

La figura N°24 el texto presenta un error, debería indicar el hidrógeno y el oxígeno, sin embargo menciona al oxígeno y el flúor, lo cual no corresponde con la imagen observada.

El texto presenta una dualidad al tratar de incorporar un elemento de uso cotidiano (foto del candado) y lo microscópico, el esquema utilizado para representar el enlace metálico, el mar de electrones. Sin duda es una situación un poco más compleja al tratar de categorizar, por lo cual se ha considerado la presencia de estos dos aspectos para su categorización.

**Tabla N°8: Categorías de Análisis de Libro de texto de Octavo Básico**

Categorías					
Figura	Función de la Secuencia Didáctica	Grado de Iconicidad / modelo	Relación con el texto principal	Funcionalidad de la imagen	Etiqueta verbal
4-1	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativas
4-2	Descripción	Descripción de signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Nominativas
4-3	Descripción	Descripción de signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Nominativas
4-4	Descripción	Descripción de signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Nominativas
4-5	Descripción	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Sintáctica	Sinóptica	Nominativas
4-6	Definición	Dibujo figurativo más signo ( redes iónicas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativas

4-7	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativas
4-8	Aplicación	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos-Lewis)	Sintáctica	Sinóptica	Nominativa
4-9	Aplicación	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos - Lewis)	Sintáctica	Sinóptica	Nominativas
4-10	Evocación	Fotografía (candado) Dibujo figurativo más signo ( mar de electrones)	Connotativa	Sinóptica	Nominativas

Libro de Texto N°5	Sé Protagonista- Ciencias Naturales
Editorial	Ediciones SM. Chile (2016)

## IMAGENES



Fig. 5-1  
Página: 376

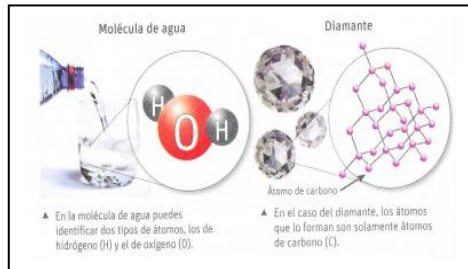


Fig. 5-3  
Página:

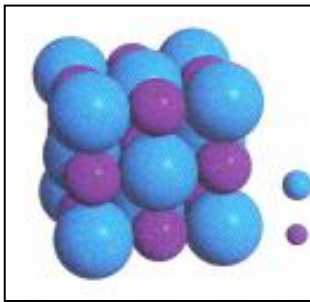


Fig. 5-2  
Página: 376

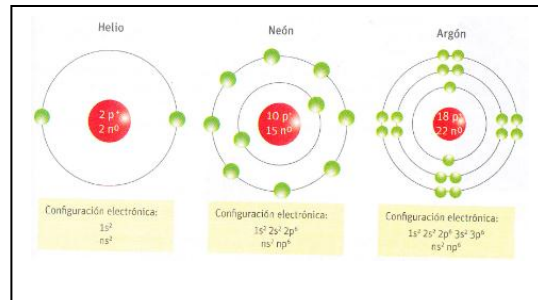


Fig. 5-4  
Página: 377

Fig. 5-5  
Página: 377



Fig. 5-6  
Página: 377

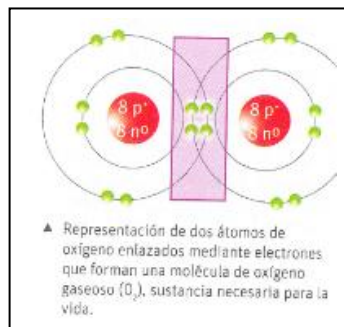


Fig. 5-7  
Página: 378

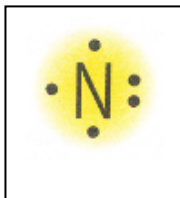
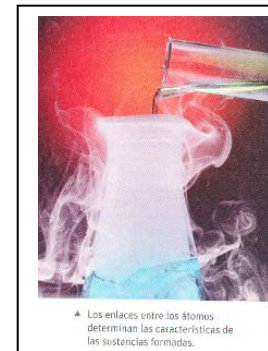


Fig. 5-8  
Página: 378

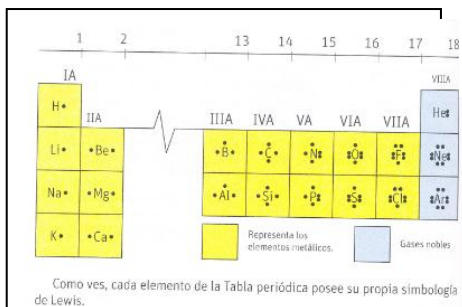


Fig. 5-9  
Página: 378

Fig. 5-10  
Página: 379

- Ceder electrones.** Los átomos que presentan uno, dos o tres electrones de valencia tienden a perderlos.
  - Átomo de magnesio con sus dos electrones de valencia en rojo.
- Recibir electrones.** Los átomos con cinco, seis o siete electrones de valencia tienden a recibir o compartir electrones.
  - Átomo de flúor con sus siete electrones de valencia en rojo.
- Compartir electrones.** Los elementos con mayor facilidad para compartir electrones son aquellos que poseen cuatro electrones de valencia.
  - Átomo de carbono con sus cuatro electrones de valencia en rojo.

Estos mecanismos, en los que están involucrados los electrones de valencia de los átomos, determinan los diferentes tipos de enlaces químicos.

**Átomo que cede e<sup>-</sup>**

Cada átomo de sodio, Na, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ , cede su electrón de valencia a un átomo de cloro, Cl. Así, el sodio, Na, se transforma en un catión  $Na^+$  y adquiere la configuración del gas noble más cercano, el neón, Ne, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6$ .

Cede e<sup>-</sup>

Fig. 5-11  
Página: 380

**Átomo que recibe e<sup>-</sup>**

Cada átomo de cloro, Cl, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ , recibe el electrón de valencia del sodio, Na. Así, el cloro se transforma en un anión  $Cl^-$  y adquiere la configuración electrónica del gas noble más cercano, el argón, Ar, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .

Recibe e<sup>-</sup>

Fig. 5-12  
Página: 380

**Unión de los iones**

Los iones  $Na^+$  y  $Cl^-$  se atraen debido a que sus cargas son de signo contrario.

$$Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$$

Estos iones se ubican de forma ordenada y forman una estructura tridimensional, llamada red cristalina.

Fig. 5-13  
Página: 380

Un compuesto iónico disuelto tiene disociados los iones positivos y negativos que lo conforman. Estos iones son los que conducen la electricidad.

Fig. 5-15  
Página: 381

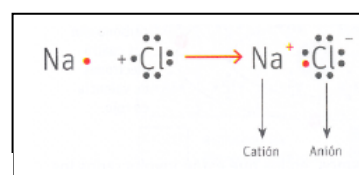


Fig. 5-14  
Página: 380

Fig. 5-17  
Página: 382

Fig. 5-16  
Página: 382

Nombre del compuesto	Fórmula de Lewis	Estructura de Lewis	Fórmula molecular
Agua	$H \ddot{O} \ddot{H}$		$H_2O$
Amoníaco	$H \ddot{N} \ddot{H}$		$NH_3$
Metano	$H \ddot{C} \ddot{H}$		$CH_4$

▲ Diagrama atómico del  $H_2O$ .

▲ Diagrama atómico del  $NH_3$ .

Tipo de enlace covalente	Molécula	Compuesto
Simple Los átomos comparten un par de electrones	$H \cdot x H$	$H \cdot x \overset{x \cdot x}{\underset{x \cdot x}{Cl}}$
Doble Los átomos comparten dos pares de electrones	$\overset{x \cdot x}{O} : x : \overset{x \cdot x}{O}$	$\overset{x \cdot x}{O} : x : \overset{x \cdot x}{C} : x : \overset{x \cdot x}{O}$
Triple Los átomos comparten tres pares de electrones	$:\overset{x \cdot x}{N} : x : \overset{x \cdot x}{N}:$	$H \cdot x \overset{x \cdot x}{C} : x : \overset{x \cdot x}{N}:$

Fig. 5-18  
Página: 383

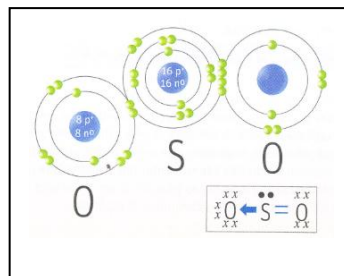


Fig. 5-19  
Página: 383

Fig. 5-20  
Página: 386

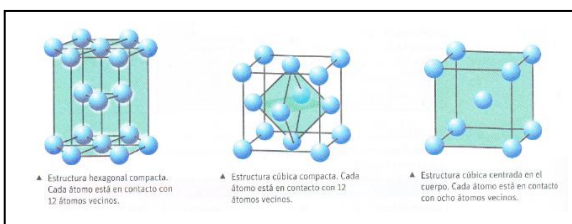


Fig. 5-21  
Página: 67



Fig. 5-22  
Página: 386



Fig. 5-23  
Página: 386



Fig. 5-24  
Página: 387

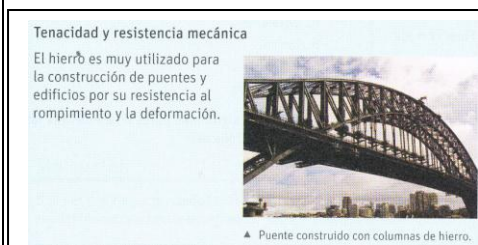


Fig. 5-25  
Página: 387



Fig. 5-26  
Página: 387



### Red de Contenidos en la Unidad de Enlace Químico

El concepto de enlace químico, se explica que los átomos se enlazan para alcanzar la configuración electrónica externa similar a la del gas noble más cercano, se utiliza la regla del octeto, cuya representación se hace a través de los símbolos de Lewis, relacionándolo con el ordenamiento de los elementos en la tabla periódica.

Previo al desarrollo de los tipos de enlace se describe los mecanismos de formación de enlace.

El enlace iónico se explica a partir de la formación de iones y la intervención de fuerzas electrostáticas. Se mencionan algunas propiedades de los compuestos iónicos.

El enlace covalente se explica utilizando estructuras de Lewis. Tipos de enlace covalente, simples, dobles y múltiples, también se hace referencia al enlace covalente polar, apolar y dativo.

Ambos enlaces se fundamentan en la diferencia de electronegatividades de los átomos que lo forman.

El enlace metálico, este corresponde al último apartado de la unidad, se explica con el modelo de nube electrónica, se describen propiedades de los metales y aplicaciones (maleabilidad, ductilidad, conducción, resistencia mecánica, etc.)

**Tabla N°9: Categorías de Análisis de Libro de texto de Octavo Básico**

Categorías					
Figura	Función de la Secuencia Didáctica	Grado de Iconicidad / modelo	Relación con el texto principal	Funcionalidad de la imagen	Etiqueta verbal
1	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Sin etiqueta
2	Definición	Dibujo figurativo	Connotativa	Sinóptica	Sin etiqueta
3	Aplicación	Fotografía Dibujo figurativo(modelo de	Denotativa	Sinóptica	Nominativa

		bolas y varillas) Dibujo figurativo(red iónica)			
4	Aplicación	Dibujo figurativo más signos (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
5	Definición	Dibujo figurativo	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6	Descripción	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
7	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativa
8	Aplicación	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Sin etiqueta
9	Descripción	Descripción en signos normalizados(Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
10	Descripción	Dibujo figurativo más signo(niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
11	Descripción	Dibujo figurativo más signo(niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
12	Descripción	Dibujo figurativo más signo(niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
13	Definición	Fotografía  Dibujo figurativo más signo(niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
14	Descripción	Descripción en signos normalizados(Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
15	Evocación	Fotografía	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
16	Descripción	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa



17	Definición	Descripción en signos normalizados(Lewis, moléculas, rayas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
18	Definición	Descripción en signos normalizados(Lewis, moléculas, rayas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
19	Descripción	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
20	Definición	Dibujo figurativo más signo (redes iónicas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
21	Evocación	Fotografía	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
22	Definición	Dibujo figurativo más signo (redes iónicas)  Dibujo figurativo más signo (mar de electrones)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
23	Evocación	Fotografía	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
24	Evocación	Fotografía	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
25	Evocación	Fotografía	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
26	Evocación	Fotografía	Connotativa	Sinóptica	Nominativa

### 3.4.2 Análisis de Imágenes de Enlace Químico en libros de texto de estudiantes de Primer Año de Enseñanza Media.

Libro de Texto N°6	Química Ciencias Naturales 1°Medio
Editorial	Ediciones SM, Chile (2010)

## IMÁGENES

Observa las distintas sustancias representadas en las imágenes que se encuentran más abajo. Puedes ver que están constituidas en **agrupaciones de átomos** que se diferencian por el **número y tipo de átomos** que las conforman y por cómo estos se **disponen en el espacio**. Si te fijas en el agua y en el diamante, notarás que sus átomos son distintos y también su ordenamiento. Esto hace presumir que las uniones o enlaces entre ellos presentan diferencias que determinan las características de cada uno.



En la molécula de agua puedes identificar dos tipos de átomos, los de hidrógeno (H) y el de oxígeno (O). Verás que al unirse adoptan una distribución espacial particular, lo que junto a otros factores, confiere al agua propiedades particulares, como por ejemplo, su alto punto de ebullición.

Fig. 6-1  
Página: 106

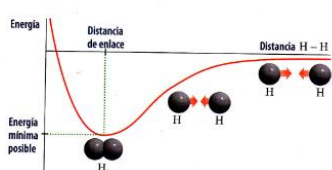


Fig. 6-2  
Página: 106

Fig. 6-3  
Página: 107

En la siguiente imagen, se muestra lo que ocurre con la energía cuando se unen dos átomos.

#### Evolución de los sistemas físicos



El sistema formado por dos átomos de hidrógeno evoluciona hacia un estado de mínima energía, en el que los dos átomos se sitúan a una distancia determinada.

La siguiente tabla muestra la longitud de enlace en nanómetros (nm) y la energía de enlace en kJ/mol para enlaces simples y dobles de los elementos carbono y oxígeno.

Enlace	Longitud de enlace (nm)	Energía de enlace (kJ/mol)
C – C	0,154	347
C = C	0,134	614
O – O	0,148	146
O = O	0,121	495

Fig. 6-4  
Página: 107

Analícemos como ejemplo el cloro, Cl.

El número atómico del cloro es 17; por lo tanto, su configuración electrónica es  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ .

Los electrones de valencia son siete ( $3s^2 3p^5$ ). Esto implica que al cloro le falta un electrón para completar su octeto, tal como se observa en la figura.

Al átomo le falta un electrón para cumplir con la regla del octeto.

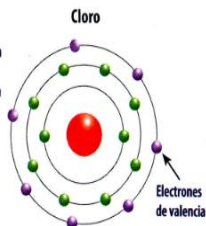
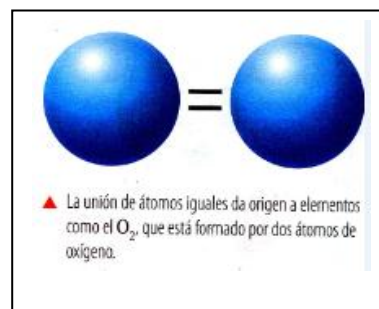


Fig. 6-6  
Página: 109



Analícemos como ejemplo el litio, Li.

El número atómico del litio es 3; por lo tanto, su configuración electrónica es  $1s^2 2s^1$ .  
El litio tiene un solo electrón de valencia ( $2s^1$ ), que pierde con facilidad para alcanzar la configuración del gas noble helio (He) y cumplir con la regla del dueto, tal como se observa en la figura.

El átomo pierde su electrón de valencia con facilidad.

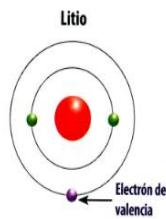


Fig. 6-7  
Página: 109

Fig. 6-10  
Página: 114

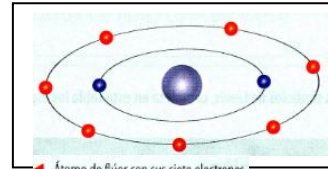
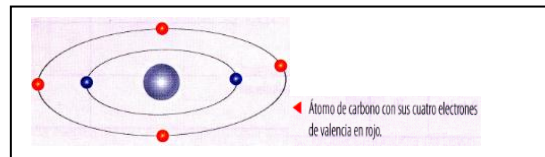
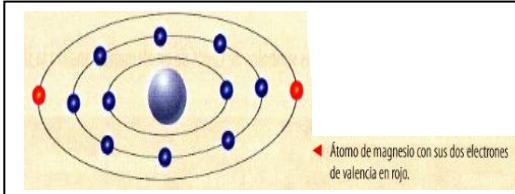
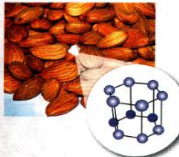


Fig. 6-8  
Página: 114

Fig. 6-11  
Página: 114



**Ampliando memoria**



El **magnesio** cumple funciones muy importantes en el organismo: por ejemplo, activa enzimas y vitaminas, ayuda a la formación de huesos y dientes, funciona como anti-depresivo o antiestrés al actuar sobre la transmisión nerviosa, entre otros beneficios.

Se encuentra especialmente en frutos secos, como el sésamo, las almendras y las nueces; en legumbres, como la soja y las lentejas, y en cereales, como el arroz y el trigo.

Fig. 6-9  
Página: 114

**Átomo que cede  $e^-$ .**

▶ Cada átomo de sodio, Na, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ , cede su electrón de valencia a un átomo de cloro, Cl. Así, el sodio, Na, se transforma en un catión  $Na^+$  y adquiere la configuración del gas noble más cercano, el neón, Ne, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6$ .

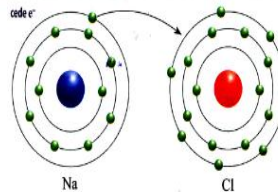


Fig. 6-12  
Página: 115

**Átomo que recibe  $e^-$ .**

▶ Cada átomo de cloro, Cl, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ , recibe el electrón de valencia del sodio, Na. Así, el cloro se transforma en un anión  $Cl^-$  y adquiere la configuración electrónica del gas noble más cercano, el argón, Ar, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .

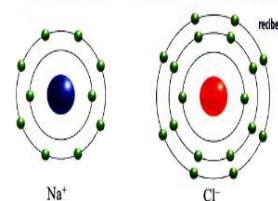
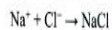


Fig. 6-13  
Página: 115

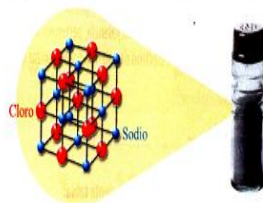
Fig. 6-14  
Página: 115

**Unión de los iones.**

▶ Los iones  $Na^+$  y  $Cl^-$  se atraen, debido a que sus cargas son de signo contrario.



Estos iones se ubican de forma ordenada y forman una estructura tridimensional, llamada red cristalina.



El enlace iónico entre el sodio y el cloro se puede representar de manera más simple utilizando la simbología de Lewis:

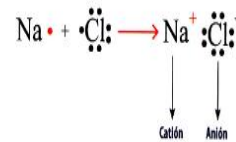


Fig. 6-15  
Página: 115

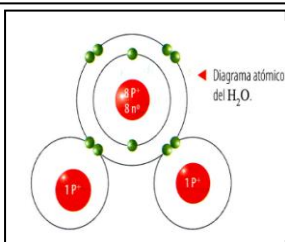


Fig. 6-16  
Página: 118

Para representar el enlace covalente, se utilizan varias simbologías. A continuación, te presentamos una tabla que resume algunas de ellas:

Nombre del compuesto	Fórmula de Lewis	Estructura de Lewis	Fórmula molecular
Agua	$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$		$\text{H}_2\text{O}$
Amoníaco	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$		$\text{NH}_3$
Metano	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$		$\text{CH}_4$

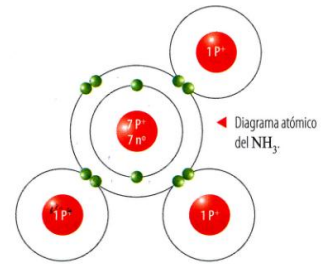


Fig. 6-17  
Página: 118

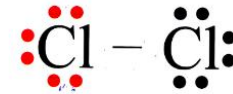
Fig. 6-18  
Página: 118

Al establecer el enlace covalente, los átomos involucrados pueden compartir uno o más pares de electrones de valencia, lo que da lugar a enlaces covalentes simples, dobles y triples. Observa en la tabla en qué consiste cada uno:

Tipo de enlace covalente	Molécula (Elemento)	Molécula (Compuesto)
<b>Simple</b> Los átomos comparten un par de electrones	$\text{H}\cdot\cdot\text{H}$	$\text{H}\cdot\cdot\text{Cl}\cdot\cdot\text{Cl}$
<b>Doble</b> Los átomos comparten dos pares de electrones	$\text{O}::\text{O}$	$\text{O}::\text{C}::\text{O}$
<b>Triple</b> Los átomos comparten tres pares de electrones	$:\text{N}:::\text{N}:$	$\text{H}\cdot\cdot\text{C}:::\text{N}:$

Fig. 6-19  
Página: 119

Fig. 6-22  
Página: 120



En esta molécula, el par de electrones compartido es atraído con la misma intensidad por ambos átomos; por lo tanto, se ubica simétricamente al centro de la molécula.

Existe otro tipo de enlace llamado **enlace covalente coordinado o dativo**. Este tipo especial de enlace se establece entre dos átomos de elementos diferentes, en el que el par electrónico compartido es aportado por uno de los dos átomos. Un ejemplo de este tipo de enlace es la molécula de dióxido de azufre,  $\text{SO}_2$ .

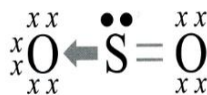
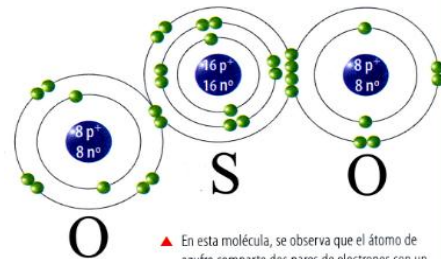


Fig. 6-20  
Página: 119



En esta molécula, se observa que el átomo de azufre comparte dos pares de electrones con un átomo de oxígeno, estableciendo un enlace covalente doble. Además, comparte un par de electrones con el otro átomo de oxígeno, que no aporta electrones al enlace, pero sí logra alcanzar su octeto.

Fig. 6-21  
Página: 119

La electronegatividad del átomo de cloro es 3, mientras que la del átomo de hidrógeno es 2,1. Según esto, el cloro tiene mayor capacidad de atraer el par de electrones de enlace, lo que origina una polaridad en la molécula, es decir, un polo positivo o carga parcial positiva alrededor del átomo de hidrógeno, y uno negativo o carga parcial negativa alrededor del átomo de cloro. Este dipolo también se puede representar como aparece en la siguiente figura, donde el símbolo  $\delta$  representa la carga parcial.

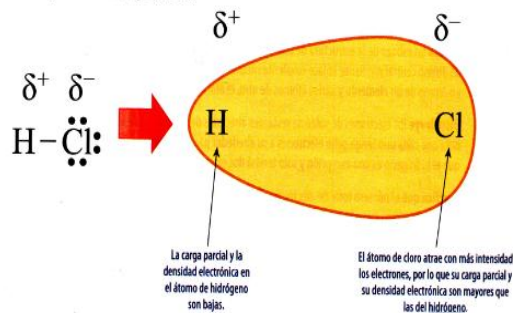


Fig. 6-23  
Página: 120



Fig. 6-24  
Página: 128

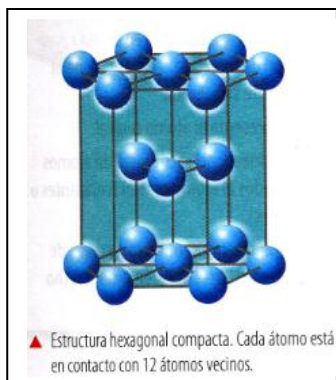


Fig. 6-25  
Página: 128

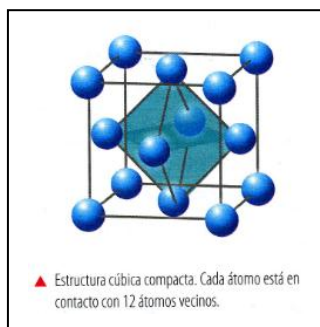
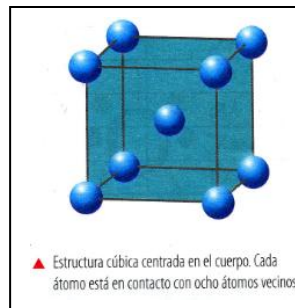


Fig. 6-26  
Página: 128



Los electrones de una red cristalina se extienden por todos los átomos, formando una **nube electrónica**. Esta les permite desplazarse a través de toda la red, y proporcionarle fuerza para que se mantenga unida y compacta. Gracias a ello, se generan propiedades como la conductividad eléctrica y térmica, el brillo, la maleabilidad y la ductilidad.



Fig. 6-28  
Página: 128

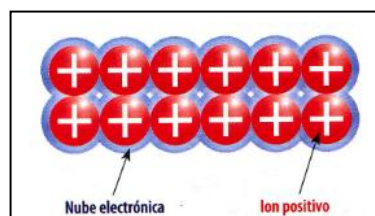


Fig. 6-27  
Página: 128

Fig. 6-29  
Página: 128



## Red de Contenidos en la Unidad de Enlace Químico

La unidad de enlace químico comienza con una pregunta sobre conductividad de los metales, en relación a otros materiales como el plástico, la explicación se basa en el tipo de unión que presentan los materiales. Se introduce el concepto de enlace químico. Se explica que los átomos se enlazan para alcanzar la configuración electrónica externa similar a la del gas noble más cercano, se utiliza la regla del octeto, cuya representación se hace a través de los símbolos de Lewis, relacionándolo con el ordenamiento de los elementos en la tabla periódica. El libro plantea actividades para realizar estructuras de Lewis y diagramas de orbitales.

El enlace iónico se explica a partir de la formación de iones y la intervención de fuerzas electroestáticas. El enlace covalente se explica basándose en la estructura de Lewis.

Ambos enlaces se fundamentan en la diferencia de electronegatividades de los átomos que lo forman.

Tipos de enlace covalente, simples, dobles y múltiples, también se hace referencia al enlace covalente polar, apolar y dativo. Se describen las propiedades de los compuestos iónicos y covalentes, se presentan actividades de análisis.

Con respecto al enlace metálico, este corresponde al último apartado de la unidad, se explica con el modelo de nube electrónica y se indican propiedades de los metales y aplicaciones, tales como la maleabilidad, ductilidad, conducción, tenacidad y resistencia mecánica.

Se expone el concepto de momento dipolar, polaridad de las moléculas y fuerzas intermoleculares, como fuerzas ion-dipolo, dipolo-dipolo, puente de hidrógeno, fuerzas de dispersión o fuerza de London. Se explican algunas propiedades físicas como el punto de ebullición, solubilidad y estados de agregación a partir de las interacciones intermoleculares. Se incorpora breve apartado de nomenclatura inorgánica.

**Tabla N°10: Categorías de Análisis de Libro de texto de Primero Medio**

Categorías					
Figura	Función de la Secuencia Didáctica	Grado de Iconicidad / modelo	Relación con el texto principal	Funcionalidad de la imagen	Etiqueta verbal
6-1	Aplicación	Fotografía Dibujo figurativo (bolas)	Denotativa	Sinóptica	Nominativa
6-2	Aplicación	Fotografía Dibujo figurativo más	Denotativa	Sinóptica	Nominativa

		signo (red iónica)			
6-3	Descripción	Descripción en signos normalizados (gráfico)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-4	Descripción	Dibujo figurativo (bolas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-5	Definición	Descripción en signos normalizados (fórmulas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-6	Aplicación	Dibujo figurativo más signos (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-7	Aplicación	Dibujo figurativo más signos (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-8	Aplicación	Dibujo figurativo más signos (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-9	Evocación	Fotografía  Dibujo figurativo más signos (redes iónicas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-10	Aplicación	Dibujo figurativo más signos (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-11	Aplicación	Dibujo figurativo más signos (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-12	Descripción	Dibujo figurativo más signos (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-13	Descripción	Dibujo figurativo más signos (niveles	Connotativa	Sinóptica	Nominativa

		electrónicos)			
6-14	Definición	Fotografía  Dibujo figurativo más signos (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-15	Descripción	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-16	Descripción	Dibujo figurativo más signos (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-17	Descripción	Dibujo figurativo más signos (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-18	Definición	Descripción en signos normalizados (Lewis, moléculas y rayas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-19	Definición	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-20	Definición	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-21	Descripción	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-22	Descripción	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-23	Interpretación	Descripción en signos normalizados (Lewis) Dibujo esquemático más signo(OM)	Denotativa	Sinóptica	Relacionales



6-24	Definición	Dibujo figurativo más signos (red iónica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-25	Definición	Dibujo figurativo más signos (red iónica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-26	Definición	Dibujo figurativo más signos (red iónica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-27	Definición	Dibujo figurativo más signos (mar de electrones)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-28	Definición	Dibujo figurativo más signos (redes iónicas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
6-29	Evocación	Fotografía	Connotativa	Sinóptica	Nominativa

Libro de Texto N°7	Química Educación Media 1, Bicentenario
Editorial	Editorial Santillana del Pacífico S.A. (2010)

## IMÁGENES

• Algunos datos importantes en la formación de un enlace para cada elemento neutro son:

	N° atómico	Configuración electrónica	Electrones de valencia	Estructura de Lewis	Electronegatividad
Na	Z = 11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$e\bar{\cdot}$ : 1	$Na^{\times}$	0,93
Cl	Z = 17	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	$e\bar{\cdot}$ : 7	$\cdot\ddot{Cl}\cdot$	3,16

} 2,23

Fig. 7-1  
Página: 112

• El sodio pierde su electrón de valencia, adquiriendo la configuración del gas noble neón. Se convierte en el ion sodio.

$$Na + \text{energía} \rightarrow Na^+ + e^-$$

• El cloro gana el electrón del sodio, adquiriendo la configuración del gas noble argón. Se convierte en el ion cloruro.

$$Cl + e^- \rightarrow Cl^- + \text{energía}$$

Entonces, la reacción iónica entre el sodio y cloro se representa como:

$$Na^{\times} + \cdot\ddot{Cl}\cdot \rightarrow Na^+ + \cdot\ddot{Cl}\cdot^-$$

átomo de sodio
átomo de cloro
catión sodio
anión cloruro

En conclusión, cuando se coloca un trozo de sodio en un recipiente que contiene cloro gaseoso, se produce una transferencia de electrones desde el sodio hacia el cloro, formándose un sólido blanco, llamado cloruro de sodio, compuesto formado por enlaces iónicos.

Fig. 7-2  
Página: 112- 113

**Enlace covalente simple**

Se forma cuando los átomos comparten un par de electrones. Por ejemplo,

• el hidrógeno ( $H_2$ ):

$$H\cdot + \cdot H \rightarrow H:H \quad \text{o} \quad H-H$$

Fig. 7-3  
Página: 114

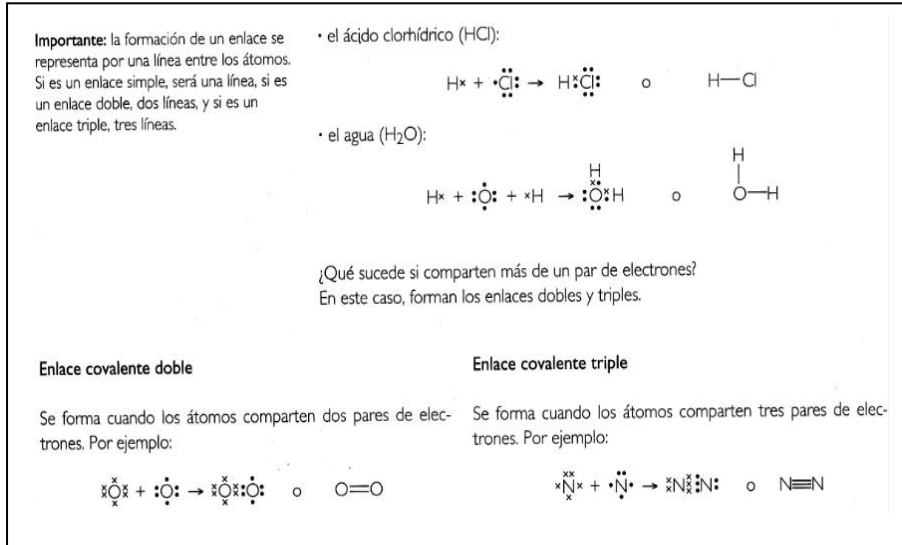


Fig. 7-4  
 Página: 114

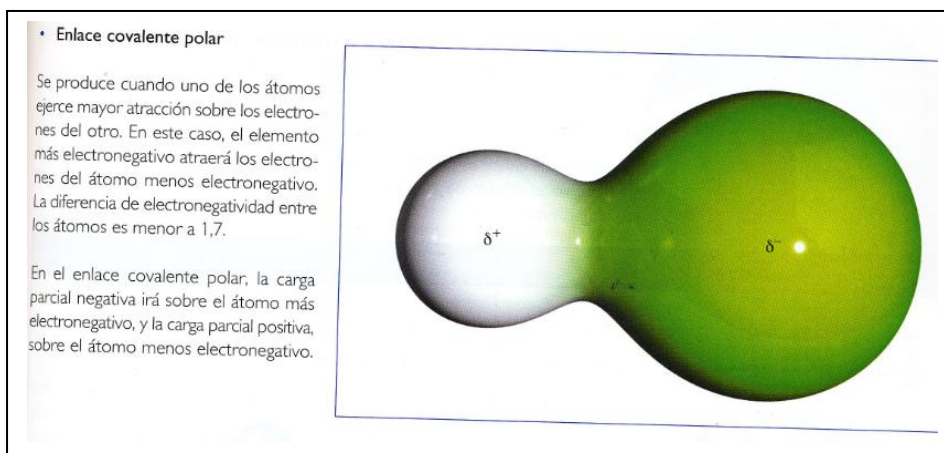


Fig. 7-5  
 Página: 115

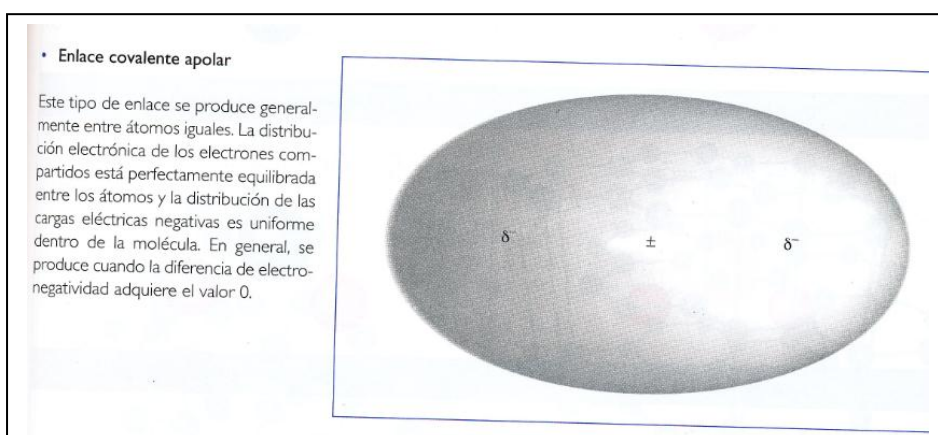


Fig. 7-6  
 Página: 115

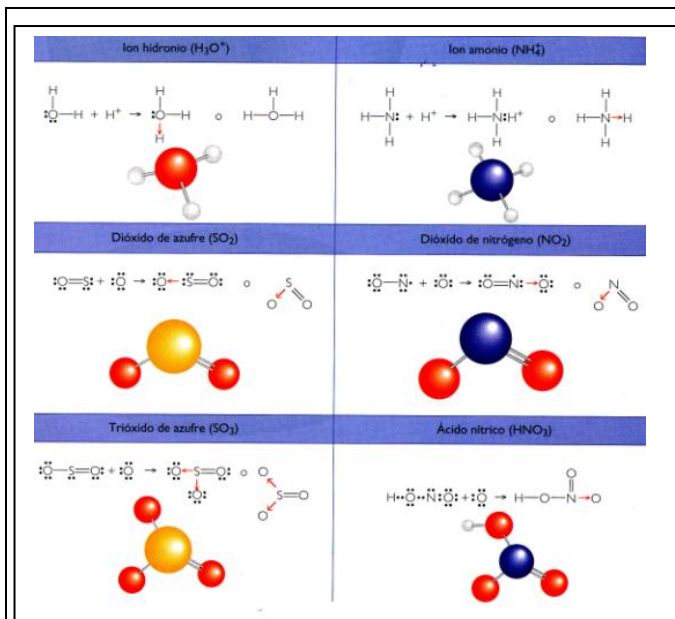


Fig. 7-7  
Página: 116



Fig. 7-8  
Página: 117



Fig. 7-9  
Página: 117

## Red de Contenidos en la Unidad de Enlace Químico

La unidad de enlace químico comienza con la definición del concepto, se asocian otros conceptos como electrones de valencia, longitud y energía de enlace.

Luego desarrolla la estructura de Lewis, reglas del octeto y del dueto. Dentro del subtema se explica los tipos de enlace; el enlace iónico, se explica en términos de transferencia de electrones, dando origen a fuerzas electroestáticas. Se indican

propiedades de los compuestos iónicos y su estructura de red cristalina.

Enlace covalente, definición del concepto, tipos de enlace, simple, doble, triple, polar, apolar, covalente dativo. Se indican algunas propiedades de los compuestos covalentes, diferenciando en compuestos covalentes moleculares y reticulares.

Finalmente se define el concepto de enlace metálico, se explica el concepto en términos de movilidad de los electrones debido a la presencia de orbitales vacíos presentes en los metales. Se mencionan propiedades físicas y químicas de los metales.

En los últimos dos apartados de la unidad se describen las fuerzas intermoleculares y geometría molecular. Como un subtema aparte se desarrolla el tema de nomenclatura.

Para los temas desarrollados se proponen actividades de análisis, de aplicación de conceptos y experimentales en algunos casos.

**Tabla N°11: Categorías de Análisis de Libro de texto de Primero Medio**

Categorías					
Figura	Función de la Secuencia Didáctica	Grado de Iconicidad / modelo	Relación con el texto principal	Funcionalidad de la imagen	Etiqueta verbal
7-1	Descripción	Descripción en signos normalizados (Lewis, configuración electrónica)	Connotativa	Sinóptica	Normalizada
7-2	Aplicación	Descripción en signos normalizados (ecuación, carga eléctrica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
7-3	Aplicación	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)  Descripción en signos normalizados (Lewis-rayas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa

7-4	Definición	Descripción en signos normalizados (Lewis, rayas, ecuación química)	Connotativa	Sinóptica	Relacionales
7-5	Definición	Dibujo esquemático más signo (OM)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
7-6	Definición	Dibujo esquemático más signo (OM)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
7-7	Definición	Dibujo figurativo (bolas y varillas)  Descripción en signos normalizados (ecuación química, Lewis, rayas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
7-8	Definición	Dibujo figurativo más signo ( redes iónicas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
7-9	Evocación	Fotografía	Connotativa	Sinóptica	Nominativa

Libro de Texto N°8	Química 1 Año Medio
Editorial	Ediciones Cal y Canto (2010) Edición Especial para Ministerio de Educación

## IMÁGENES

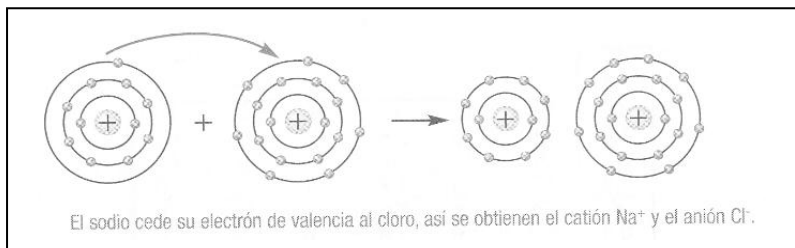


Fig. 8-1  
Página: 90

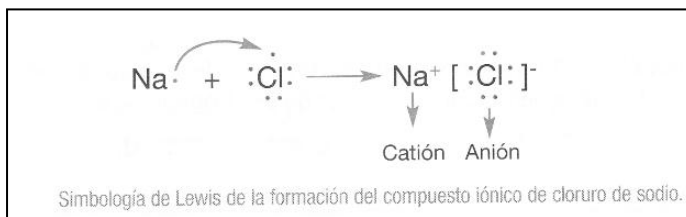


Fig. 8-2  
Página: 90

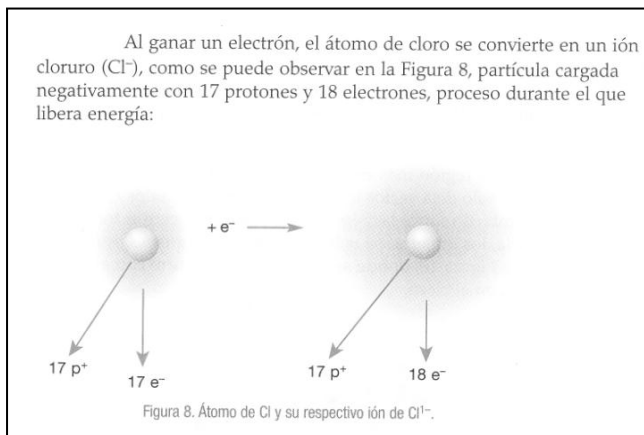


Fig. 8-3  
Página: 90

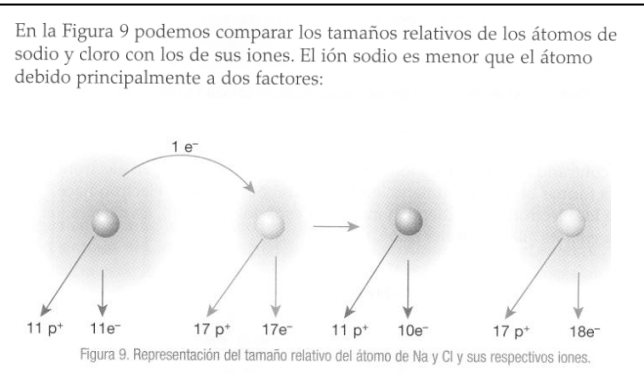


Fig. 8-4  
Página: 91

El estudio de la molécula del hidrógeno nos permite tener una perspectiva de la naturaleza del enlace covalente y de su formación. La formación de una molécula de hidrógeno,  $H_2$ , comprende el traslape y el apareamiento de orbitales electrónicos 1s a partir de dos átomos de hidrógeno, como se muestra en la Figura 18. Cada átomo contribuye con un electrón del par que comparten los dos núcleos de hidrógeno. El orbital de los electrones incluye ahora ambos núcleos de hidrógeno, pero los factores de probabilidad muestran que el lugar para encontrar a los electrones (el punto de mayor densidad electrónica) es entre los dos núcleos. Los dos núcleos están protegidos entre sí por el par de electrones, lo que posibilita que los dos núcleos puedan estar muy cerca uno del otro.

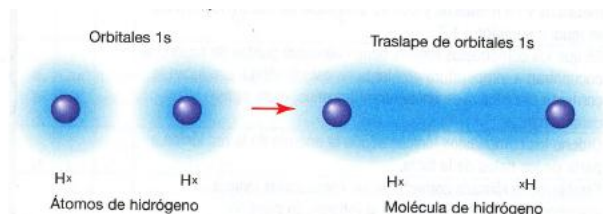


Figura 18. Representación de dos átomos de hidrógeno con sus orbitales 1s, que al formar la molécula de hidrógeno originan el traslape de los orbitales 1s.

Fig. 8-5  
Página: 101

Si ambos átomos se "unen", observaríamos el siguiente comportamiento: el hidrógeno tiene como gas noble más cercano al helio; el cloro, al argón; por lo tanto, ambos átomos "desean" tener un electrón más para asemejarse a su gas noble más cercano. (Ver Figura 19).

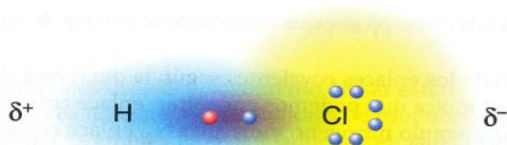


Figura 19. Distribución de los electrones en forma de nube en el HCl.

Fig. 8-6  
Página: 101

Los electrones compartidos forman un enlace que se representa con líneas rectas de la siguiente forma:



Clasificación	Característica	Ejemplo
Simple o sencillo o saturado.	Se comparte un par de electrones.	Agua ( $H_2O$ ). $H - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} - H$
Doble.	Se comparten cuatro electrones (dos pares).	Dióxido de carbono ( $CO_2$ ). $\overset{\cdot\cdot}{O} = C = \overset{\cdot\cdot}{O}$
Triple.	Los electrones compartidos son seis (tres pares).	Nitrógeno ( $N_2$ ). $:\overset{\cdot\cdot}{N} \equiv \overset{\cdot\cdot}{N}:$

Fig. 8-7  
Página: 102

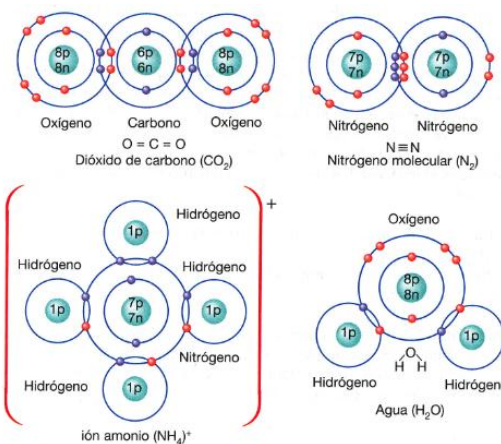


Figura 20. Diagramas moleculares del dióxido de carbono, nitrógeno molecular, ión amonio y el agua.

Fig. 8-8  
Página: 102



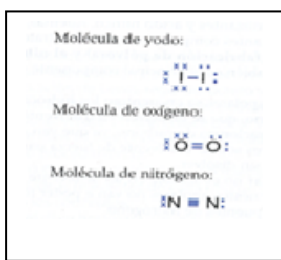


Fig. 8-11  
 Página: 103

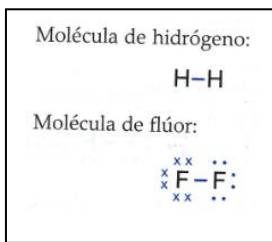


Fig. 8-9  
 Página: 102

**MÁS QUE QUÍMICA**  
 El flúor es un elemento químico esencial para el ser humano. Está presente en las pastas dentales como fluoruro de sodio y en los utensilios de cocina que poseen un revestimiento antiadherente, como el teflón.



Fig. 8-10  
 Página: 103

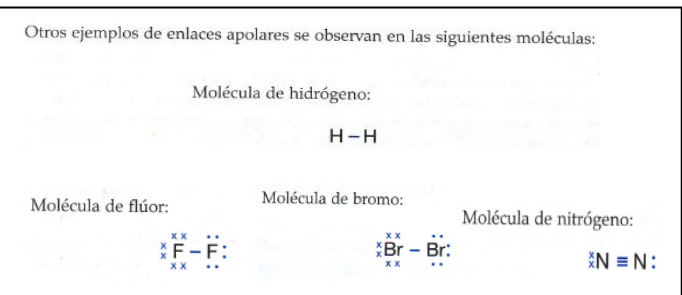


Fig. 8-13  
 Página: 104

**MÁS QUE QUÍMICA**  
 El aire es una mezcla de gases de moléculas de nitrógeno, que se unen por enlace triple; oxígeno por enlace doble, y otras sustancias que se unen por enlace simple.



Fig. 8-12  
 Página: 103

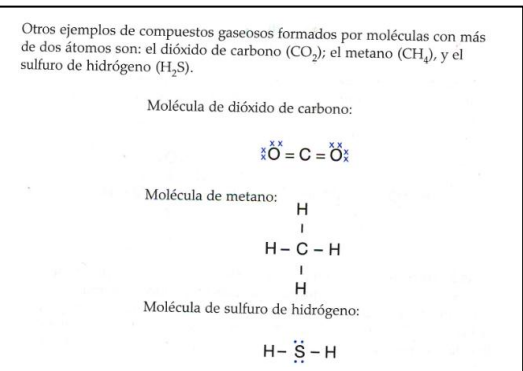


Fig. 8-14  
 Página: 105

**SABÍAS QUE**  
 En un enlace covalente polar, los electrones que se enlazan pasarán un mayor tiempo alrededor del átomo que tiene la mayor afinidad hacia los electrones. Un buen ejemplo del enlace covalente polar es el enlace H-O en la molécula de agua.



Fig. 8-15  
 Página: 105

Fig. 8-16  
 Página: 106

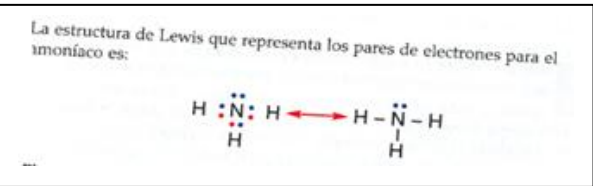
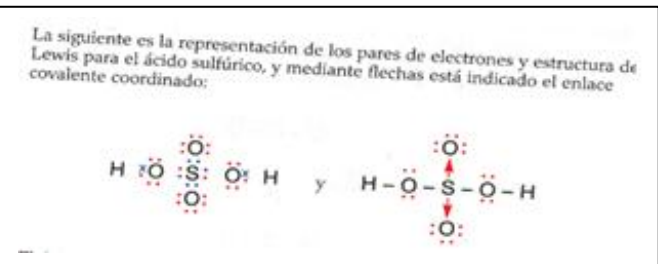


Fig. 8-18  
 Página: 106

**MÁS QUE QUÍMICA**  
 El ácido sulfúrico tiene usos en la industria de fertilizantes; en la refinación del petróleo; en la industria química y de explosivos; en la fabricación de acumuladores. También se utiliza en grandes cantidades en las industrias metalúrgicas del hierro y del acero; en pinturas y pigmentos; en la industria textil, del rayón y de la celulosa. Y para ser transportado, deben cumplirse ciertos procedimientos de seguridad que proporcionan los lineamientos y prácticas recomendables.



Fig. 8-17  
 Página: 106

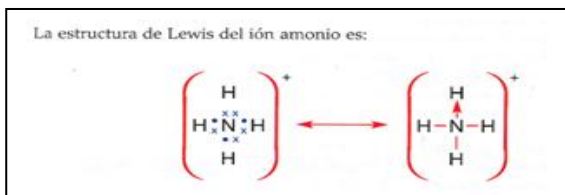


Fig. 8-19  
Página: 107



Figura 21. Sustancias moleculares de uso común, como A. azúcar; B. agua; y C. alcohol etílico.

Fig. 8-21  
Página: 108



Figura 22. Sustancias moleculares de uso común, como A. trozo de diamante; B. grafito, y C. cuarzo.

Fig. 8-22  
Página: 108



Figura 23. (A) trozo de oro, (B) aluminio y (C) titanio.

Fig. 8-23  
Página: 110

**MÁS QUE QUÍMICA**

El hidrónio es el catión que se forma en agua en presencia de cationes de hidrógeno H<sup>+</sup>. Estos cationes no se presentan libremente; son extremadamente reactivos y son solvatados inmediatamente por las moléculas de agua circundantes. Además, es responsable de la acidez de las sustancias que se miden a través del pH. Así, existen sustancias ácidas como el jugo de limón; neutras, como el agua pura, y básica, como jabones.

Fig. 8-20  
Página: 107



Figura 24. Esquema de una red metálica.

Fig. 8-24  
Página: 108

## Red de Contenidos en la Unidad de Enlace Químico

El concepto de enlace químico se define como una fuerza que mantiene unido los átomos, ya sea cediendo, ganando o compartiendo electrones, lo cual dependerá de la electronegatividad de los átomos que se unen.

Simbología de Lewis o notación de Lewis, se utilizan ambos términos para explicar la regla del octeto y del dueto, lo que permitirá alcanzar la configuración electrónica del gas noble más cercano.

Enlace iónico se explica en términos de la diferencia de electronegatividades de los átomos. Se analiza como predecir la fórmula de los compuestos iónicos. Propiedades de los compuestos iónicos y la red cristalina, a este último concepto se asocia el de energía de red, expresada en el concepto de entalpía de red.

Enlace covalente se explica el concepto en términos de compartición de electrones, basándose en la teoría de enlace de valencia. Los tipos de enlace covalente: simple, doble, triple, covalente apolar, polar y covalente dativo o coordinado se explican utilizando la estructura de Lewis a ejemplos asociados a la vida cotidiana en algunos casos. Se indican algunas propiedades de los compuestos covalentes, diferenciando entre covalentes moleculares y reticulares.

El enlace químico metálico se explica en términos de una red metálica, la existencia de una nube electrónica. Se indican algunas características de los metales.

En los dos últimos apartados de la unidad se explican los conceptos asociados a geometría molecular y fuerzas intermoleculares.

Para cada uno de los temas desarrollados se plantean actividades.

**Tabla N°12: Categorías de Análisis de Libro de texto de Primero Medio**

Categorías					
Figura	Función de la Secuencia Didáctica	Grado de Iconicidad / modelo	Relación con el texto principal	Funcionalidad de la imagen	Etiqueta verbal
8-1	Descripción	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
8-2	Descripción	Dibujo en signos normalizados (Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
8-3	Descripción	Dibujo esquemático más signo (OA)	Denotativa	Sinóptica	Nominativa
8-4	Descripción	Dibujo esquemático más signo (OA)	Denotativa	Sinóptica	Nominativa
8-5	Descripción	Dibujo esquemático más signo (OA , OM)  Dibujo en signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Nominativa
8-6	Descripción	Dibujo esquemático más	Denotativa	Sinóptica	Nominativa

		signo (OM) Dibujo en signos normalizados (Lewis)			
8-7	Definición	Dibujo en signos normalizados (Lewis, rayas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
8-8	Definición	Dibujo figurativo más signos (niveles electrónicos) Dibujo en signos normalizados (rayas, moléculas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
8-9	Definición	Dibujo en signos normalizados (Lewis, rayas)	Connotativa	Sinóptica	Sin etiqueta
8-10	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativa
8-11	Definición	Dibujo en signos normalizados (Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Sin etiqueta
8-12	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativa
8-13	Aplicación	Dibujo en signos normalizados (Lewis, rayas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
8-14	Aplicación	Dibujo en signos normalizados (Lewis, rayas)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
8-15	Aplicación	Dibujo figurativo (modelo fusionado)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
8-16	Aplicación	Dibujo en signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Nominativa
8-17	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativa
8-18	Aplicación	Dibujo en signos normalizados (Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
8-19	Aplicación	Dibujo en signos normalizados (Lewis,	Connotativa	Sinóptica	Nominativa

		rayas)			
8-20	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativa
8-21	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativa
8-22	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativa
8-23	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativa
8-24	Definición	Dibujo figurativo más signos (mar de electrones)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa

Libro de Texto N°9	Química 1°Medio, Puentes del Saber
Editorial	Editorial Santillana del Pacífico S.A. Santiago , Chile (2014)

## IMÁGENES

Tabla 1: Tipos de enlaces covalentes


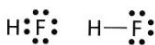
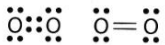
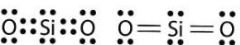

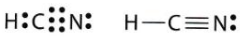
Tipo de enlace	Molécula (elemento)	Molécula (compuesto)
Simple	Flúor, F <sub>2</sub> 	Ácido fluorhídrico, HF 
Doble	Oxígeno, O <sub>2</sub> 	Dióxido de silicio, SiO <sub>2</sub> 
Triple	Nitrógeno, N <sub>2</sub> 	Cianuro de potasio, KCN 

Fig. 9-1  
Página: 76

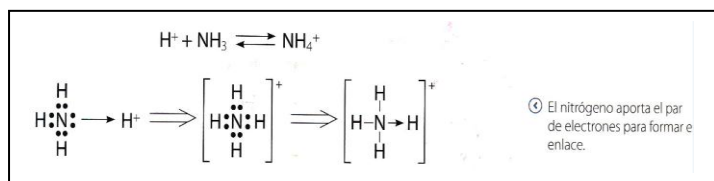


Fig. 9-2  
Página: 77

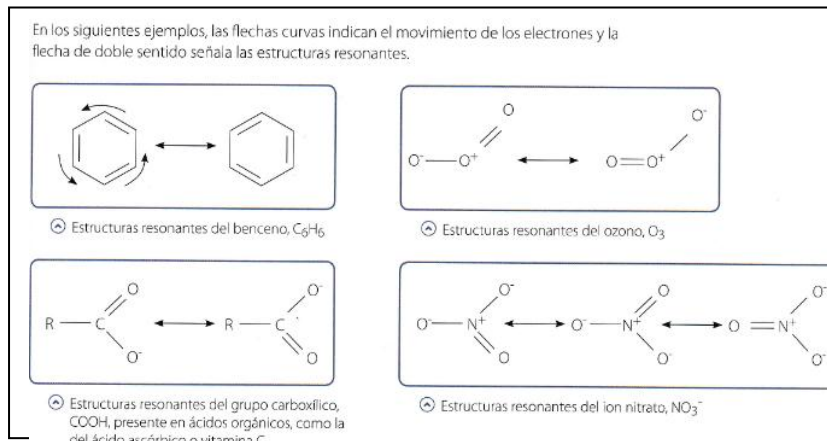


Fig. 9-3  
Página: 77

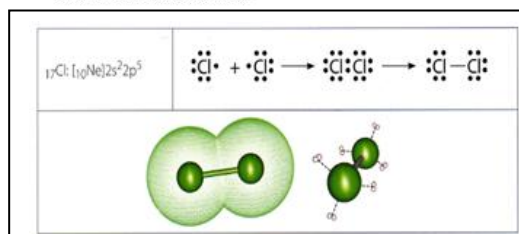


Fig. 9-4  
Página: 78

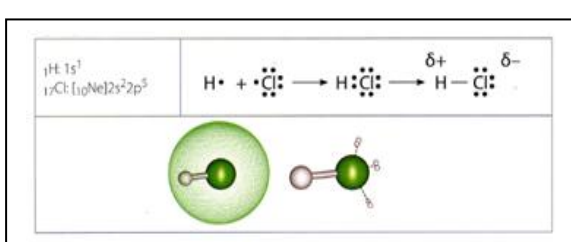


Fig. 9-5  
Página: 78

A continuación, se presentan algunos ejemplos de moléculas con sus respectivos momentos dipolares indicados con una flecha amarilla.

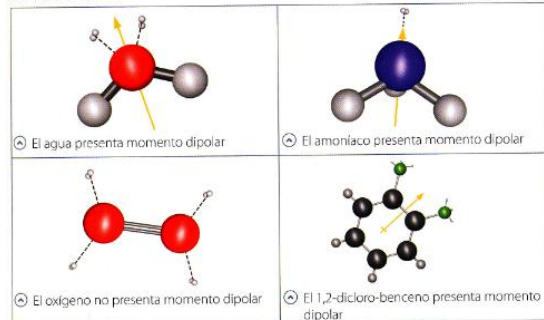


Fig. 9-6  
Página: 79

El sodio, Na, pierde un electrón...

Cada átomo de sodio, Na, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ , cede su electrón de valencia. Así, el sodio, Na, se transforma en un catión  $\text{Na}^+$  y adquiere la configuración del gas noble más cercano, el neón, Ne, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6$ .

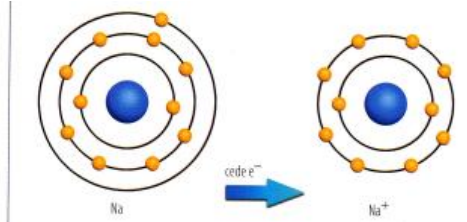


Fig. 9-7  
Página: 80

El cloro, Cl, gana un electrón...

Cada átomo de cloro, Cl, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ , recibe el electrón de valencia del sodio, Na. Así, el cloro se transforma en el anión  $\text{Cl}^-$  y adquiere la configuración electrónica del gas noble más cercano, el argón, Ar, de configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .

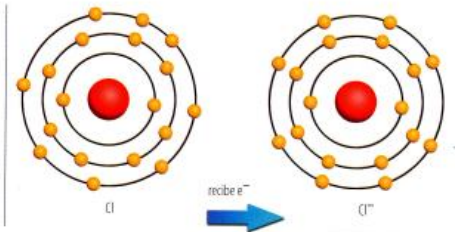
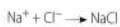


Fig. 9-8  
Página: 80

Se forma la sal.

Los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  se atraen, debido a que sus cargas son de signo contrario, según la ecuación:



Estos iones se ubican de forma ordenada y forman una estructura tridimensional, llamada red cristalina.

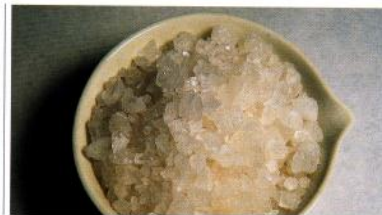


Fig. 9-9  
Página: 80

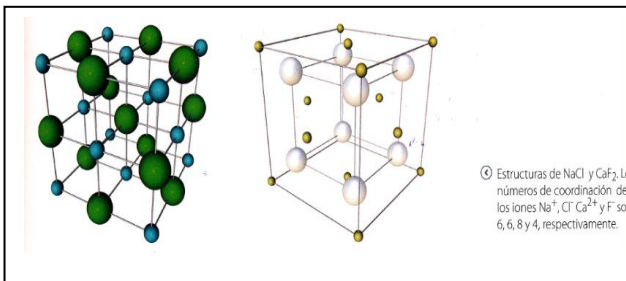
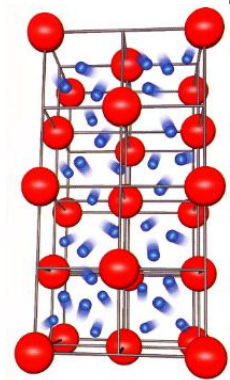


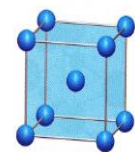
Fig. 9-10  
Página: 81



☉ Representación de la nube de electrones en un metal

Fig. 9-11  
Página: 82

**a.** Cúbica centrada en el cuerpo. Cada átomo tiene 14 vecinos.  
 Metales: Li, Na, K, Rb, V, Cr, Fe





**b.** Cúbica centrada en las caras o empaquetamiento compacto.

Metales: Ca, Ni, Cu, Ag, Au, Pb, Al

Cada átomo posee 12 átomos a su alrededor.

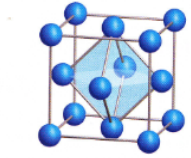


Fig. 9-12  
Página: 82

Fig. 9-17  
Página: 85

**c.** Hexagonal con empaquetamiento compacto.

Metales: Sc, Be, Mg, Ti

Cada átomo tiene 12 átomos a su alrededor.

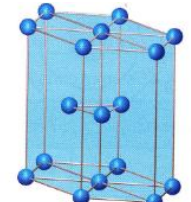


Fig. 9-13  
Página: 82

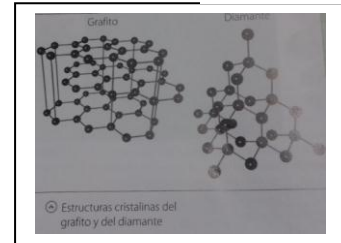


Fig. 9-18  
Página: 84

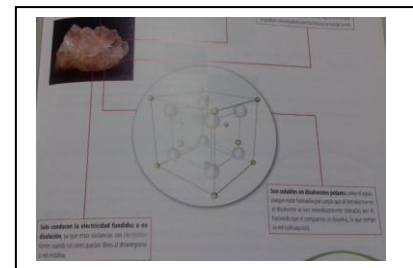



**Conductores.** Son aquellos que cumplen con la condición de poseer la banda de valencia semicompleta y un gap relativamente bajo.

**Semiconductores.** Corresponden a los materiales que tienen su banda de valencia completa, pero un gap pequeño entre las bandas. Por ejemplo, el grafito.

**Aislantes.** Son aquellos que no solo poseen la banda de valencia completa sino que, además, el gap es bastante grande.

Fig. 9-15  
Página: 83

Puntos de fusión y de ebullición relativamente bajos. La mayoría se funde a menos de 100°C, como el hielo y el azúcar.

Son malos conductores del calor y de la electricidad.

Algunos forman cristales muy quebradizos.

A temperatura ambiente se presentan en los tres estados de agregación: sólido, líquido y gas.

Son solubles en solventes apolares, como el éter, cuando no presentan polaridad, y en solventes polares, como el agua, cuando son moléculas polares.

Fig. 9-16  
Página: 84

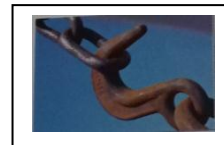


Fig. 9-19  
Página: 86

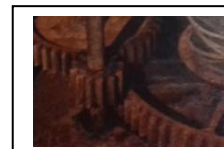


Fig. 9-22  
Página: 86

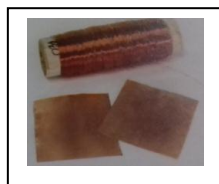


Fig. 9-20  
Página: 86

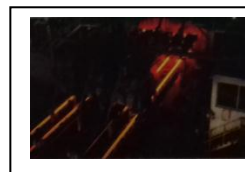


Fig. 9-23  
Página: 86



Fig. 9-21  
Página: 86



Fig. 9-24  
Página: 86



### **Red de Contenidos en la Unidad de Enlace Químico**

El tema de enlace químico se subdivide en tres subtemas, el primero de ellos corresponde a la formación de enlace, en el cual se abordan los conceptos de elementos, compuestos, electrones de valencia, notación de Lewis, carga formal, regla del octeto, iones y moléculas. El segundo corresponde a los tipos de enlace, se define el concepto de enlace en base a la teoría de enlace de valencia y la electronegatividad de los átomos que forman el enlace. De los tipos de enlace se explican los enlaces covalentes simples, doble, triples, coordinados, estos últimos se relacionan con sus estructuras resonantes. Por último se establece la clasificación entre enlaces covalentes polares y apolares.

El enlace iónico se define en términos de transferencia de electrones y fuerzas de atracción entre los átomos que lo forman. Se introducen términos como número de coordinación y sistemas cristalinos.

El enlace metálico se describe el concepto en términos de una nube electrónica. Se caracterizan los sólidos metálicos en función de su número de coordinación y estructura. Se define el concepto de banda de valencia y de conducción.

Se mencionan algunas propiedades de los enlaces covalentes (moleculares y reticulares), sustancias iónicas y metálicas.

En el apartado tres se definen y explican las fuerzas intermoleculares y geometría molecular.

Para cada apartado se presentan actividades a desarrollar por el estudiante.

**Tabla N°13: Categoría de Análisis de libros de Texto de Primero Medio**

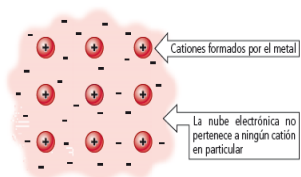
<b>Categorías</b>					
<b>Figura</b>	<b>Función de la Secuencia Didáctica</b>	<b>Grado de Iconicidad / modelo</b>	<b>Relación con el texto principal</b>	<b>Funcionalidad de la imagen</b>	<b>Etiqueta verbal</b>
9-1	Definición	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
9-2	Descripción	Descripción en signos normalizados (Lewis, rayas, ecuación química)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
9-3	Aplicación	Descripción en signos normalizados (rayas)	Connotativa	Sinóptica	Relacionales
9-4	Definición	Descripción en signos normalizados (Lewis, configuración electrónica)  Dibujo esquemático más signo (OM)  Dibujo figurativo (bolas y varillas)	Connotativa	Sinóptica	Sin etiqueta
9-5	Definición	Descripción en signos normalizados (Lewis, configuración electrónica)  Dibujo esquemático más signo (OM)  Dibujo figurativo (bolas y varillas)	Connotativa	Sinóptica	Sin etiqueta
9-6	Descripción	Dibujo figurativo (bolas y varillas)	Connotativa	Sinóptica	Relacionales
9-7	Descripción	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
9-8	Descripción	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa

9-9	Definición	Fotografía	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
9-10	Descripción	Dibujo figurativo más signo (red iónica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
9-11	Definición	Dibujo figurativo más signo (red iónica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
9-12	Definición	Dibujo figurativo más signo (red iónica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
9-13	Definición	Dibujo figurativo más signo (red iónica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
9-14	Descripción	Dibujo figurativo más signo (red iónica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
9-15	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativa
9-16	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativa
9-17	Descripción	Dibujo figurativo más signo (red iónica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
9-18	Descripción	Fotografía  Dibujo figurativo más signos (red iónica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativa
9-19	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Sin etiqueta
9-20	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Sin etiqueta
9-21	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Sin etiqueta
9-22	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Sin etiqueta
9-23	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Sin etiqueta
9-24	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Sin etiqueta

Libro de Texto N°10	Química 1 Año Medio
Editorial	Mc Graw Hill Education (2013)

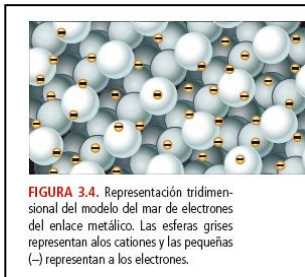
### IMÁGENES

Según este modelo, los átomos metálicos que se van a combinar ceden sus electrones de valencia a una "nube electrónica". Así, los átomos de metal pasarán a ser cationes y los electrones que donaron formarán una nube que luego rodeará completamente y por igual a todos los cationes, como se puede ver en la figura 3.3.



**FIGURA 3.3.** Modelo del mar de electrones. Las esferas rojas representan a los cationes que se formaron cuando los átomos donaron sus electrones de valencia; mientras que el fondo rosado corresponde a la nube de electrones formada por el giro de los electrones donados, alrededor de todos los iones positivos.

**Fig. 10-1**  
Página: 121

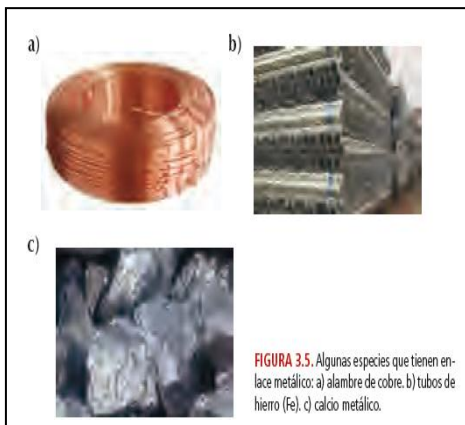


**Fig. 10-2**  
Página: 121

**FIGURA 3.4.** Representación tridimensional del modelo del mar de electrones del enlace metálico. Las esferas grises representan a los cationes y las pequeñas (-) representan a los electrones.

**Fig. 10-4**  
Página: 123

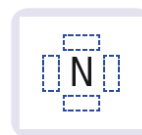
**Fig. 10-3**  
Página: 122



**FIGURA 3.5.** Algunas especies que tienen enlace metálico: a) alambre de cobre. b) tubos de hierro (Fe). c) calcio metálico.

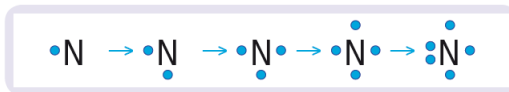
Entonces, para realizar el símbolo de Lewis de un elemento:

1. Escribimos el símbolo del elemento, supongamos nitrógeno (N), sabiendo que para dibujar solo dispondremos de cuatro zonas (arriba, abajo, izquierda y derecha, que se muestran como rectángulos), cada una de las cuales puede aceptar solo dos puntos (dos electrones):



2. Determinamos la cantidad de puntos (o cruces) que tenemos que dibujar alrededor del símbolo del elemento. En este caso, de acuerdo a la configuración electrónica más externa ( $2s^2 2p^3$ ), el N tiene 5 e<sup>-</sup> de valencia (pertenecen al grupo V-A) y por tanto tenemos que dibujar cinco puntos.

3. Dibujamos los cinco puntos alrededor del símbolo del nitrógeno, teniendo presente que las zonas permitidas para dibujar se llenan primero con un electrón y solo cuando ya no quedan espacios vacíos, se dibujan dos electrones juntos. Por pasos:



Debes tener presente que el símbolo de Lewis no cambia por haber comenzado a dibujar puntos en otra zona, o por haber dejado dos electrones juntos en cualquier otra posición. Lo que queremos decir, es que todos los símbolos de Lewis de un elemento son equivalentes entre sí mientras tengan la misma cantidad de electrones "solos" (desapareados) y la misma cantidad de electrones apareados (de a dos). En el caso del nitrógeno, todos los siguientes símbolos de Lewis son equivalentes entre sí y significan lo mismo:



**Importante:**

En general, los electrones que participan en la formación de los enlaces son los electrones desapareados (representados por "puntos solos").

Los electrones que quedan de a dos reciben el nombre de "pares libres" de electrones y se pueden representar también mediante líneas. Luego, la imagen anterior se puede dibujar también como se muestra a continuación:



Al dibujar los pares libres de electrones como líneas es más fácil notar que todos los símbolos anteriores son equivalentes entre sí, pues en todos los casos el Nitrógeno tiene un par libre y tres electrones desapareados ("solos").

**Química y salud**

Muchos compuestos iónicos tienen aplicaciones en el área de la salud. Uno de ellos es el sulfato de bario ( $\text{BaSO}_4$ ), que se utiliza para obtener imágenes del sistema digestivo mediante rayos X.



Fig. 10-5  
Página: 125

Fig. 10-8  
Página: 126



Fig. 10-6  
Página: 125

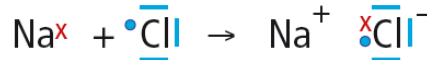


Fig. 10-7  
Página: 126

Como el valor obtenido para la diferencia de electronegatividad (2,1) es mayor que 1,7, podemos asegurar que el enlace que se formará entre el sodio (Na) y el cloro (Cl) será iónico. Entonces, el metal (sodio) cederá un electrón al no metal (cloro), formándose un catión sodio ( $\text{Na}^+$ ) y un anión cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), como se muestra a continuación.

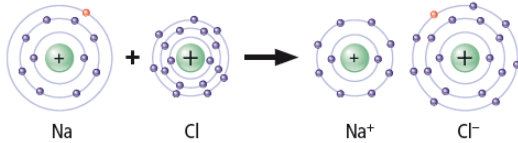


Fig. 10-10  
Página: 127

**Para saber más**

Cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ), mejor conocido como "sal de mesa" es un compuesto iónico típico: sólido, quebradizo, con alto punto de fusión ( $801^\circ\text{C}$ ) que conduce la electricidad fundido o disuelto en agua.

Una fuente de  $\text{NaCl}$  es la sal de roca, que se encuentra en depósitos subterráneos de cientos de metros de espesor. También se obtiene del agua marina mediante la evaporación solar.

Se utiliza con más frecuencia que cualquier otro material en la fabricación de productos químicos inorgánicos. El consumo mundial de esta sustancia es alrededor de 150 millones de toneladas al año.



Fig. 10-9  
Página: 127

Fig. 10-11  
Página: 127

Una vez formados los iones, estos se atraen para formar una red tridimensional que recibe el nombre de red cristalina, tal como se muestra en la figura 3.6.

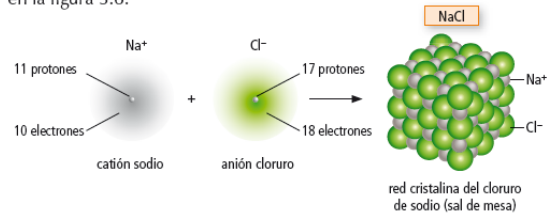


FIGURA 3.6. Formación de la red cristalina del cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) a partir de muchos cationes sodio ( $\text{Na}^+$ , representados por las esferas plomas) y muchos aniones cloruro ( $\text{Cl}^-$ , representados por las esferas verdes).

Otro ejemplo de la formación de un compuesto iónico, esta vez el fluoruro de calcio ( $\text{CaF}_2$ ), utilizado, entre otros gases para fluorar el agua potable, entre otras cosas:

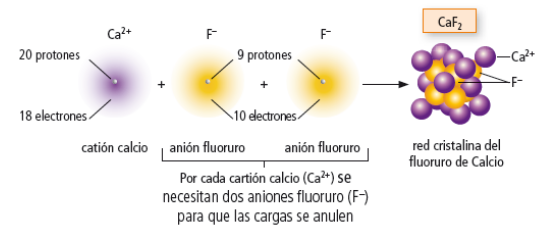


FIGURA 3.7. Formación de la red cristalina del fluoruro de calcio ( $\text{CaF}_2$ ) a partir de muchos cationes calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ , representados por las esferas lilas) y muchos aniones fluoruro ( $\text{F}^-$ , representados por las esferas amarillas).

Fig. 10-12  
Página: 128

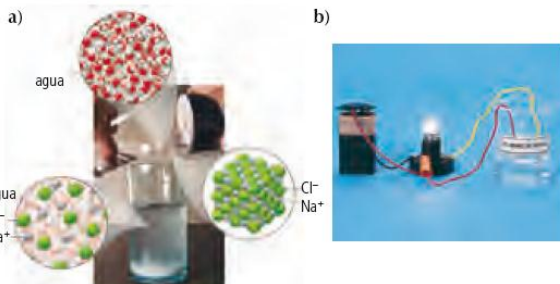


FIGURA 3.8. a) Disolución de la sal en agua. Los iones se separan. b) Al encontrarse los iones de sal separados dentro del agua, la mezcla formada es capaz de conducir la electricidad, cerrando el circuito aunque los cables no se toquen. Esto permite que la ampollita se prenda.

Como el valor obtenido para la diferencia de electronegatividad (0,9) es menor que 1,7, podemos asegurar que el enlace que se formará entre ambos no metales (H y Cl) será de carácter covalente, o sea, que ambos elementos compartirán electrones hasta cumplir la regla del octeto (Cl) o la del dueto (H), según corresponda, como se muestra a continuación.

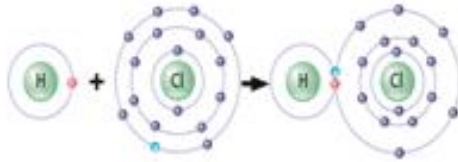


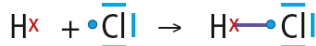
Fig. 10-14  
Página: 129

Fig. 10-13  
Página: 129



**FIGURA 3.9.** La electronegatividad es para los átomos lo mismo que es para nosotros el popular juego de "tirar la cuerda", donde ganar el juego sería quedarse con el electrón. Así, mientras un enlace iónico significaría que alguien gana el juego, el enlace covalente corresponde al caso donde ningún equipo consigue vencer al otro.

Usando símbolos de Lewis:



La línea lila representa al enlace covalente. De esta forma, el hidrógeno queda rodeado de dos electrones (el electrón rojo que era de él más el electrón que el cloro le está "prestando") y el cloro queda rodeado de ocho electrones (los siete suyos más el que le "presta" el hidrógeno).

Fig. 10-16  
Página: 130

Fig. 10-17  
Página: 130

### Estructura de Lewis

Se conoce con el nombre de **estructura de Lewis** a la representación de los enlaces covalentes utilizando símbolos de Lewis. En dichos dibujos, los pares de electrones que se comparten se representan mediante líneas entre los elementos. Por lo tanto, para el ejemplo anterior, la estructura de Lewis del cloruro de hidrógeno (HCl) es:

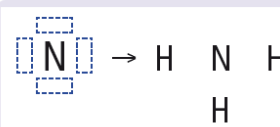


Pasos para estructura de Lewis:

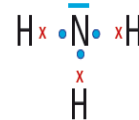
1. Organizar los átomos de los elementos que participan dentro de la molécula, escogiendo un átomo central si la especie tiene tres o más elementos.

Para el  $NH_3$ :

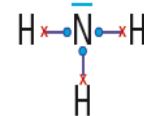
Como tenemos cuatro átomos en la molécula, escogemos un átomo central (que pondremos al medio del dibujo) y alrededor del cual se organizarán los otros átomos, en cuatro lugares posibles (arriba, abajo, a la derecha y a la izquierda). En este caso, el central sería el N y los H irían alrededor:



2. Escribir los símbolos de Lewis para cada uno de los átomos, intentando que los electrones desapareados de los átomos queden enfrentados entre sí:



3. Trazar líneas que unan los electrones desapareados, intentando que los átomos cumplan la regla del octeto o del dueto, según corresponda.



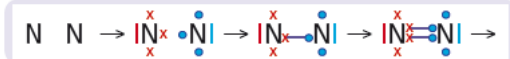
Como se puede apreciar en el ejemplo, todos los hidrógenos presentes en la molécula de  $NH_3$  cumplen con la regla del dueto, mientras que el nitrógeno está cumpliendo con la del octeto (cinco electrones eran de él y tiene además tres "prestados", uno de cada hidrógeno).



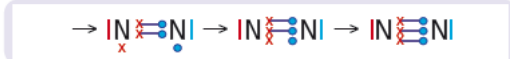
**FIGURA 3.10.** El amoníaco ( $NH_3$ ) es un producto común dentro de nuestra vida cotidiana, aunque no lo sepas. Está presente, por ejemplo, en muchos productos de limpieza y en algunos productos para teñirse el cabello. Por esto último es común que al trabajar con amoníaco en el laboratorio los estudiantes comenten que hay "olor a peluquería".

Fig. 10-15  
Página: 130

c) Nitrógeno molecular:  $N_2$



Al igual que sucedió con el  $O_2$ , al enlazar los primeros electrones vemos que los nitrógenos quedan rodeados de seis electrones (cinco propios y uno "prestado"), pero le quedan dos electrones desapareados a cada uno. Por tanto, vamos trasladando dichos electrones para que queden al frente y poder enlazarlos.



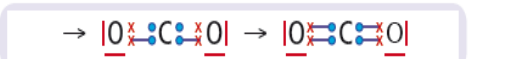
De esta forma, obtenemos la estructura de Lewis que se muestra al final de las flechas, donde vemos que ambos nitrógenos están cumpliendo con la regla del octeto (cinco electrones propios y tres "prestados"). Debemos notar, además, que en este caso se están compartiendo seis electrones, vale decir, tres pares.

d) Dióxido de carbono:  $CO_2$

En esta situación existen tres átomos, por lo que escogemos un átomo central, en este caso, el átomo que está en menor cantidad (carbono, C). Luego, procedemos como hasta ahora con las sustancias anteriores.



Como ninguno de los átomos está cumpliendo la regla del octeto, trasladamos los electrones aún desapareados con el fin de enlazarlos.



En la estructura de Lewis del dióxido de carbono ( $CO_2$ ) podemos ver que cada oxígeno comparte dos pares de electrones con el carbono.



**FIGURA 3.11.** Un animal de la mitología griega conocido como grifo. Tiene cabeza y alas de águila y cuerpo de león. No puede ser definido como león ni como águila, sino que debe ser definido como una combinación de ambos, al igual que una molécula con estructuras resonantes.

Fig. 10-23  
Página: 132

Fig. 10-20  
Página: 131

Fig. 10-18  
Página: 130

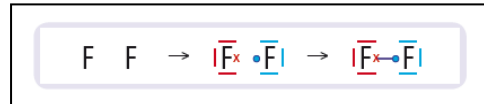
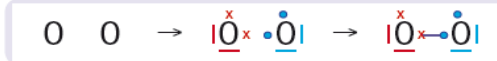
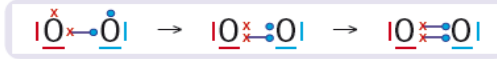


Fig. 10-19  
Página: 130

b) Oxígeno molecular (respirable):  $O_2$



Como podemos notar en lo que va de la estructura de Lewis, ninguno de los oxígenos está cumpliendo con la regla del octeto, pues ambos están rodeados de siete electrones (los seis suyos más un electrón compartido), sin embargo cada uno de ellos tiene aún un electrón desapareado. Entonces, trasladamos dichos electrones para que queden uno frente al otro y luego los enlazamos. De esta forma tendremos a los dos átomos de oxígeno cumpliendo la regla del octeto (seis electrones propios y dos "prestados").



En este caso, los átomos de oxígeno comparten dos pares de electrones.

Fig. 10-21  
Página: 131

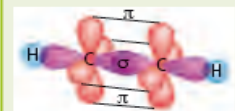
Fig. 10-22  
Página: 131

**Para saber más**

**Enlaces covalentes simples, dobles y triples**

Si comparamos estos tres tipos de enlaces, entonces es importante decir que:

- Los enlaces triples son más cortos y más energéticos (más inestables y más reactivos) que los enlaces dobles y simples.
- Los enlaces dobles son más cortos y más energéticos (menos estables y más reactivos) que los enlaces simples.
- Los enlaces simples son más largos y más estables (menos energéticos y menos reactivos) que los enlaces dobles y triples.



Ejemplo de enlace triple, formado por un enlace  $\pi$  y dos enlaces  $\sigma$



El ejemplo más popular de resonancia es el del benceno, un compuesto covalente de gran importancia que tiene dos estructuras resonantes que luego se resumieron en un hexágono con un anillo en su centro, como se muestra en la figura 3.12.

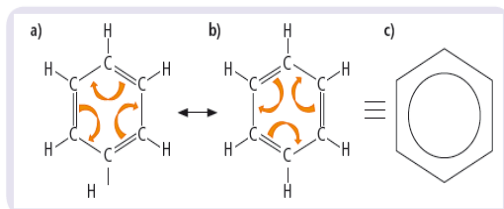


FIGURA 3.12. a) y b) representan las estructuras resonantes del benceno, donde las flechas naranjas muestran la reubicación que sufren los electrones que participan del doble enlace, y la flecha simple en doble sentido señala el fenómeno de resonancia. c) corresponde a una forma de resumir las dos estructuras resonantes del benceno en un solo dibujo.

Ahora, la distribución desigual de la nube electrónica se simboliza mediante una flecha cruzada ( $\longleftrightarrow$ ) sobre la estructura de Lewis para indicar el desplazamiento de los electrones, lo que ocasiona a su vez la separación de cargas parciales positiva y negativa que se representarán, respectivamente, como  $+\delta$  y  $-\delta$ . En resumen:

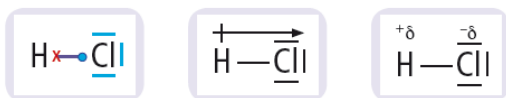


Fig. 10-25  
Página: 132

Las moléculas formadas por átomos iguales son un ejemplo de enlace covalente apolar puro, o sea, sin diferencia de electronegatividad. Por ejemplo, la molécula de hidrógeno ( $H_2$ ) y la de cloro ( $Cl_2$ ) que se muestran en la figura 3.14.

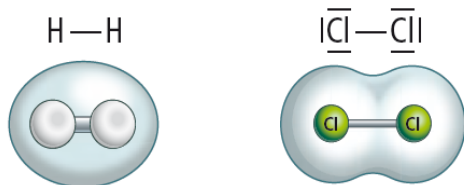
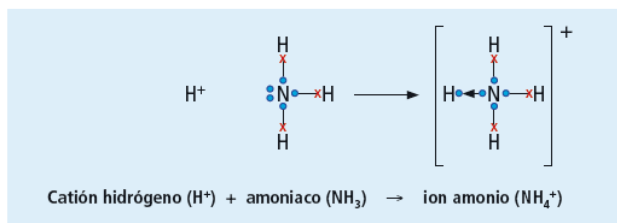


FIGURA 3.14. a) Representación de la distribución igualitaria de la nube electrónica (en gris) en una molécula de  $H_2$ . Cada una de las esferas blancas representa a un átomo de hidrógeno (H). b) Representación de la distribución igualitaria de la nube electrónica (en gris) en una molécula de  $Cl_2$ . Las esferas verdes representan a los átomos de cloro (Cl).

Fig. 10-27  
Página: 135

La unión resultante, se denomina enlace covalente coordinado o enlace dativo. Un ejemplo es el ion amonio ( $NH_4^+$ ):



El enlace dativo se indica algunas veces en la estructura de Lewis como una flecha que se origina en el átomo que aporta los dos electrones del enlace. Esto es solo una representación, pues una vez que se establece el enlace covalente, no existe ninguna diferencia entre un enlace dativo y un enlace covalente donde ambos elementos aportaron electrones.

Fig. 10-28  
Página:

Fig. 10-24  
Página: 132

Fig. 10-26  
Página: 133





## Red de Contenidos en la Unidad de Enlace Químico

La unidad del enlace químico se organiza en dos lecciones, ¿cómo se unen los átomos? Y mejor juntos que separados...

Presentación del concepto de enlace químico y clasificación, se asocia la clasificación con el ordenamiento de la tabla periódica de los elementos y su comportamiento metálico y no metálico.

Presentación del enlace metálico, se explica a partir del modelo mar de electrones o de la nube de electrones. Se asocian propiedades a las sustancias metálicas.

Presentación de la estructura de Lewis y explica el procedimiento para desarrollar la estructura de los elementos químicos, finalmente se plantea la regla del dueto y del octeto.

Definición del enlace iónico, ejemplos basados en la diferencia de electronegatividades, estructuras de Lewis de estos compuestos y formación de redes cristalinas. Finalmente se enuncian las propiedades de los compuestos iónicos.

Presentación del enlace covalente, definición del concepto, ejemplos basados en la diferencia de electronegatividades, pasos y representación con estructuras de Lewis, varios ejemplos explican la formación de estas estructuras en distintas moléculas.

Explicación del concepto de enlace covalente simple y múltiples (doble y triple).

Explicación del concepto de resonancia y estructuras resonantes, se ejemplifica con el benceno. Kekulé y la serpiente que se muerde la cola.

Tipos de enlace covalente, polar y apolar basándose en valores de electronegatividades y representación con estructuras de Lewis.

Explicación del Enlace Covalente coordinado o enlace dativo y ejemplo con representaciones de Lewis.

Explicación de las propiedades de las sustancias con enlace covalente, propiedades de las sustancias moleculares y sustancias reticulares, tales como puntos de fusión y ebullición, conductividad eléctrica, etc.

Finalmente en esta sección se expone la geometría molecular, estructuras y formas

de las moléculas representadas en diferentes modelos.

En la segunda parte del tema, “mejor juntos que separados” se expone el concepto de momento dipolar, polaridad de las moléculas y fuerzas intermoleculares, como fuerzas ion-dipolo, dipolo-dipolo, puente de hidrógeno, fuerzas de dispersión o fuerza de London. Finalmente se expone sobre la relación de las fuerzas intermoleculares con la solubilidad y los puntos de fusión y ebullición.

Un último apartado se refiere a Química y tecnología, “El funcionamiento del horno microondas” y Química en tu vida, “¿Cómo limpian los detergentes y jabones.

**Tabla N°14: Categoría de Análisis de libros de Texto de Primero Medio**

Categorías					
Figura	Función de la Secuencia Didáctica	Grado de Iconicidad / modelo	Relación con el texto principal	Funcionalidad de la imagen	Etiqueta verbal
10-1	Descripción	Dibujo figurativo más signo (mar de electrones)	Denotativa	Sinóptica	Relacionales
10-2	Descripción	Dibujo figurativo más signo (mar de electrones)	Connotativa	Sinóptica	Relacionales
10-3	Evocación	Fotografía	Connotativa	Sinóptica	Nominativas
10-4	Descripción	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Relacionales
10-5	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativas
10-6	Aplicación	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Sin etiqueta
10-7	Aplicación	Dibujo figurativo más signo (niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Sin etiqueta
10-8	Aplicación	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Connotativa	Sinóptica	Nominativas

10-9	Aplicación	Dibujo figurativo más signos ( red iónica)  Dibujo esquematizado más signo ( Nube electrónica o OA)	Denotativa	Sinóptica	Relacionales
10-10	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativas
10-11	Aplicación	Dibujo figurativo más signos ( red iónica)  Dibujo esquematizado más signo ( Nube electrónica o OA)	Denotativa	Sinóptica	Relacionales
10-12	Aplicación	Fotografía  Dibujo figurativo (modelo de bolas y varillas)  Dibujo figurativo más signo ( red iónica)	Connotativa	Sinóptica	Nominativas
10-13	Evocación	Fotografía	Connotativa	Inoperante	Nominativas
10-14	Aplicación	Dibujo figurativo más signo ( niveles electrónicos)	Connotativa	Sinóptica	Nominativas
10-15	Descripción	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Nominativa
10-16	Descripción	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Sin etiqueta
10-17	Descripción	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Relacionales
10-18	Aplicación	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Sin etiqueta
10-19	Aplicación	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Nominativas
10-20	Aplicación	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Nominativas
10-21	Aplicación	Descripción en signos	Denotativa	Sinóptica	Nominativas

		normalizados (Lewis)			
10-22	Definición	Dibujo esquemático más signo (OM)	Connotativa	Sinóptica	Relacionales
10-23	Evocación	Fotografía	Connotativa	Sinóptica	Nominativas
10-24	Aplicación	Descripción en signos normalizados (rayas)	Connotativa	Sinóptica	Relacionales
10-25	Descripción	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Relacionales
10-26	Descripción	Dibujo figurativo ( bolas y varillas)  Dibujo esquemático más signo (OM)	Connotativa	Sinóptica	Relacionales
10-27	Definición	Descripción en signos normalizados (Lewis, rayas)  Dibujo esquemático más signo (OM)  Dibujo figurativo (bolas y varillas)	Connotativa	Sinóptica	Relacionales
18-28	Descripción	Descripción en signos normalizados (Lewis)	Denotativa	Sinóptica	Sin etiqueta

### 3.4.3 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Octavo Básico Categoría Función de la secuencia didáctica.

En relación a los resultados obtenidos en el análisis de los libros de texto en las distintas categorías, los resultados se agruparon en las siguientes tablas:

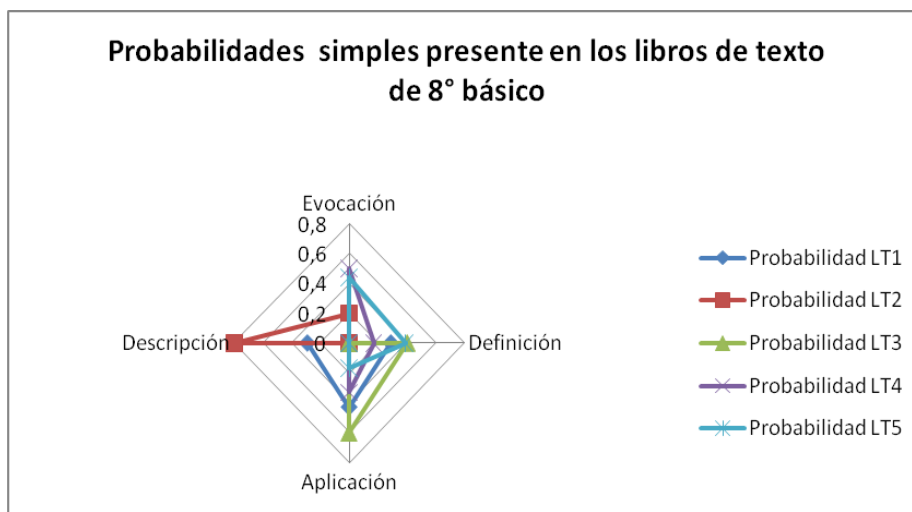
**Tabla N°15: Frecuencia de la categoría de la Función de la secuencia didáctica**

Libros de Texto 8° Básico	Libro 1	Libro 2	Libro 3	Libro 4	Libro 5
Evocación	0	1	0	3	8
Definición	2	0	2	1	7
Aplicación	3	0	3	2	3
Descripción	2	4	0	0	0
Interpretación	0	0	0	0	0
Problematización	0	0	0	0	0
Total	7	5	5	6	18

**Tabla N°16: Probabilidades simple para la categoría de la Función de la secuencia didáctica**

Libros de Texto 8° Básico	Libro 1	Libro 2	Libro 3	Libro 4	Libro 5
Evocación	0	0,20	0	0,50	0,44
Definición	0,29	0	0,40	0,17	0,39
Aplicación	0,43	0	0,60	0,33	0,17
Descripción	0,29	0,80	0	0	0
Interpretación	0	0	0	0	0
Problematización	0	0	0	0	0

**Figura N°6: Gráfico Probabilidades simples de la categoría Función de la secuencia didáctica en Libros de texto de 8° básico**



La categoría de Función de la secuencia didáctica en los libros de 8° básico, la evocación está presente en los libros 4 y 5, respecto a la definición alcanzan valores inferiores a 0,5 y la aplicación están presente en la mayoría de los textos, pero sólo uno de ellos supera el 0,5. En general la aplicación hace referencia a ejemplos que permiten mostrar otros compuestos que presentan este tipo de enlace de lo cual podemos inferir que en su mayoría se apunta a un nivel bajo, en relación a las habilidades que se pretende desarrollar en el texto, llama la atención que la propuesta del texto no invita al estudiante a plantearse situaciones, desafíos y tratar de dar respuestas a cuestiones a partir de sus conocimientos adquiridos previamente.

### 3.4.4 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Octavo Básico Categoría Grado de Iconicidad

En relación al Grado de iconicidad para libros de texto de 8° básico los resultados se observan en la siguiente tabla:

**Tabla N°17: Frecuencia de la categoría Grado de iconicidad**

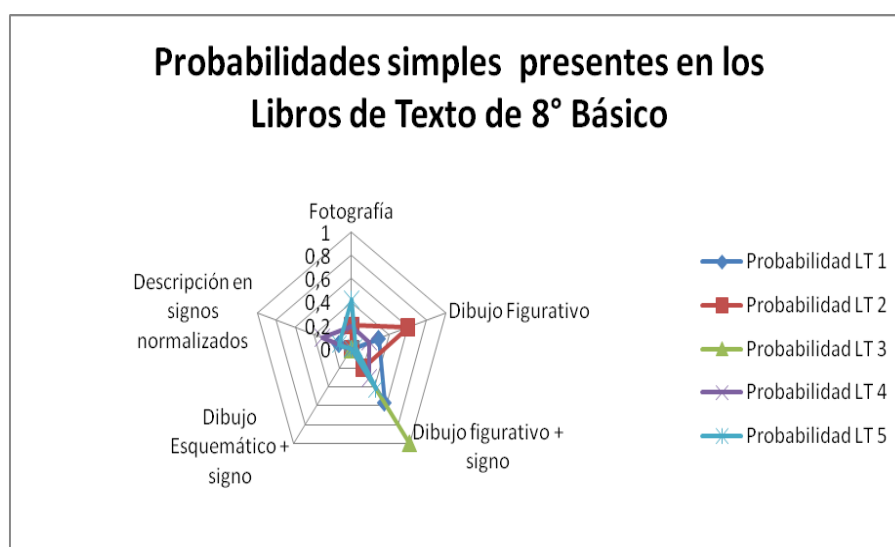
Grado de Iconicidad LT 8°Básico	Libro 1	Libro 2	Libro 3	Libro 4	Libro 5
Fotografía	0	1	0	3	10
Dibujo Figurativo	2	3	0	3	1
Dibujo figurativo + signo	4	1	5	5	10
Dibujo Esquemático + signo	0	0	0	0	0
Descripción en signos normalizados	1	0	0	5	3
Total	7	5	5	16	24

**Tabla N°18: Probabilidades simple de la categoría Grado de iconicidad**

Grado de Iconicidad LT 8°Básico	Probabilidad LT 1	Probabilidad LT 2	Probabilidad LT 3	Probabilidad LT 4	Probabilidad LT 5
Fotografía	0	0,2	0	0,19	0,42
Dibujo Figurativo	0,29	0,6	0	0,19	0,04
Dibujo figurativo + signo	0,57	0,2	1	0,31	0,42
Dibujo Esquemático + signo	0	0	0	0	0

Descripción en signos normalizados	0,14	0	0	0,31	0,13
------------------------------------	------	---	---	------	------

**Figura N°7: Gráfico de Probabilidades simples de la categoría Grado de Iconicidad en Libros de Texto de 8° Básico**



En relación al grado de iconicidad se observa una marcada tendencia a la incorporación de dibujos figurativos más signos, es decir niveles electrónicos, redes iónicas, modelo mar de electrones y bolas y varillas, lo anterior concuerda con el análisis de frecuencia realizado a cada una de las categorías para el grado de iconicidad en los libros de texto de octavo básico. La presencia en todos los libros de modelos de niveles electrónicos, definidas por Matus (2009) como modelos de alto nivel, exige un conocimiento de la configuración electrónica de los elementos por parte de los estudiantes. Hacemos notar la escasa presencia de signos normalizados, es decir estructuras como diagramas de rayas, estructuras de Lewis.

En relación a la categoría Grado de iconicidad presente en los libros de 8° básico podemos identificar algunos modelos presentes de acuerdo a las



observaciones realizadas por Matus, perales y Benarroch (2008), las cuales se observan en las siguiente tabla:

**Tabla N°19: Frecuencia de Imágenes de la Categoría Grado de Iconicidad para 8° básico según propuesta de Matus, Perales y Benarroch (2008)**

<b>Dibujo Figurativo + signos En LT 8° Básico</b>	Libro 1	Libro 2	Libro 3	Libro 4	Libro 5
Niveles electrónicos	4	1	5	3	6
Redes iónicas	0	0	0	1	2
Modelo Mar de electrones	0	0	0	1	1
Bolas y varillas	0	0	0	0	1
<b>Descripción en signos normalizados LT 8° Básico</b>					
Rayas	0	0	0	0	1
E. Lewis	0	0	0	4	1
Ecuaciones	0	0	0	0	0
Fórmulas/moléculas	0	0	0	0	1
Gráficos	0	0	0	0	0

### 3.4.5 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Octavo Básico Categoría Relación con el Texto

Los resultados para la categoría Relación con el texto principal se indican a continuación:

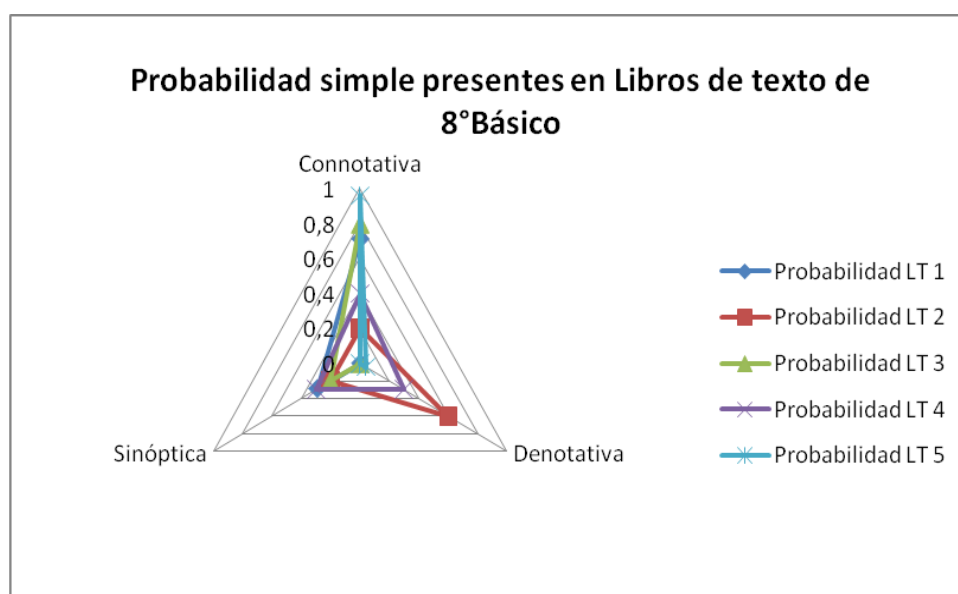
**Tabla N°20: Frecuencia de categoría Relación con el texto principal en Libros de Texto de 8° básico**

<b>Relación con el texto principal LT 8°Básico</b>	Libro 1	Libro 2	Libro 3	Libro 4	Libro 5
Connotativa	5	1	4	4	25
Denotativa	0	3	0	3	1
Sinóptica	2	1	1	3	0
Total	7	5	5	10	26

**Tabla N°21: Probabilidades simples de la categoría de Relación con el texto principal en libros de Texto de 8° básico**

Relación con el texto principal LT 8°Básico	Probabilidad LT 1	Probabilidad LT 2	Probabilidad LT 3	Probabilidad LT 4	Probabilidad LT 5
Connotativa	0,71	0,2	0,8	0,4	0,96
Denotativa	0	0,6	0	0,3	0.04
Sinóptica	0,29	0,2	0,2	0,3	0

**Figura N°8: Gráfico de Probabilidad simple de categoría Relación con el texto principal en Libros de texto de 8° básico**



En la figura N°8, se evidencia una relación predominante en los textos sea connotativa, esto indica que no se establece una clara relación entre el texto y las imágenes, con lo cual pensamos que se dificulta la comprensión para el estudiante, es él mismo quien debe establecer estas relaciones. Lo anterior resulta complejo, ya que las ilustraciones resultan ser abstractas, ya que remiten a conceptos abstractos, lo que dificulta su entendimiento para estudiantes que aún no han desarrollado un pensamiento formal. La intención en general de las imágenes según Otero *et al* (2003) es como un elemento ilustrativo, con la

intensión de disminuir la carga de abstracción que presentan los textos en este tema.

### 3.4.6 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Octavo Básico Categoría Funcionalidad de la Imagen

Respectos de la Funcionalidad de la imagen se obtuvieron los siguientes resultados:

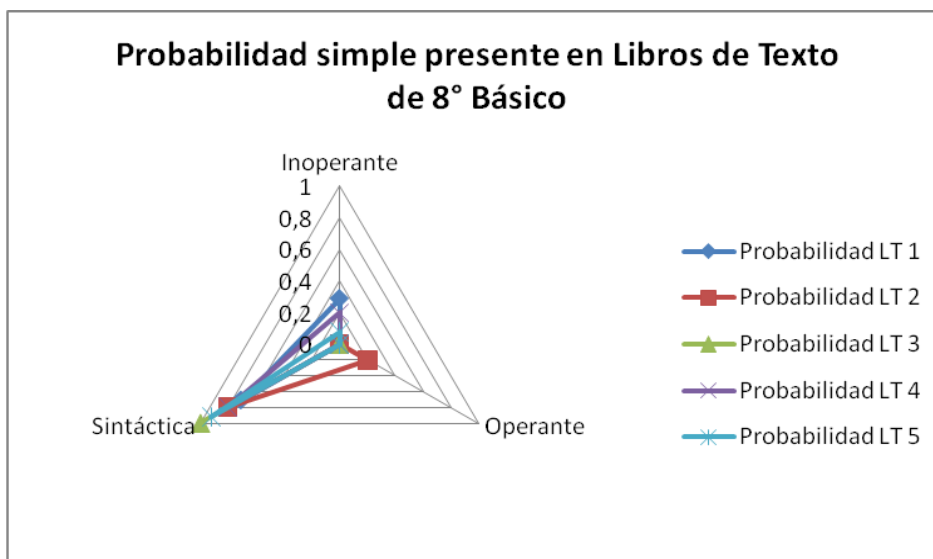
**Tabla N°22: Frecuencia de categoría Funcionalidad de la imagen en Libros de Texto de 8° Básico**

Funcionalidad de la imagen LT 8°Básico	Libro 1	Libro 2	Libro 3	Libro 4	Libro 5
Inoperante	2	0	0	2	2
Operante	0	1	0	0	0
Sintácticas	5	4	5	8	24
Total	7	5	5	10	26

**Tabla N°23: Probabilidades simples de la categoría de Funcionalidad de la imagen en Libros de Texto de 8° Básico**

Funcionalidad de la imagen LT 8°Básico	Probabilidad LT 1	Probabilidad LT 2	Probabilidad LT 3	Probabilidad LT 4	Probabilidad LT 5
Inoperante	0,29	0	0	0,2	0,08
Operante	0	0,2	0	0	0
Sintáctica	0,71	0,8	1	0,8	0,92

**Figura N°9: Gráfico de Probabilidad simple de Funcionalidad de la Imagen para Libros de texto de 8° Básico**



A partir de la figura N°9, podemos advertir que la funcionalidad que cumple la imagen en el texto es sintáctica, en este sentido las imágenes requieren que el estudiante tenga conocimientos específicos respecto de los temas abordados, por ejemplo configuración electrónica, moléculas, fórmulas, ecuaciones...etc.

### 3.4.7 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Octavo Básico Categoría Etiqueta Verbal

El análisis de la Etiqueta verbal presente en los libros de texto arrojó los siguientes resultados:

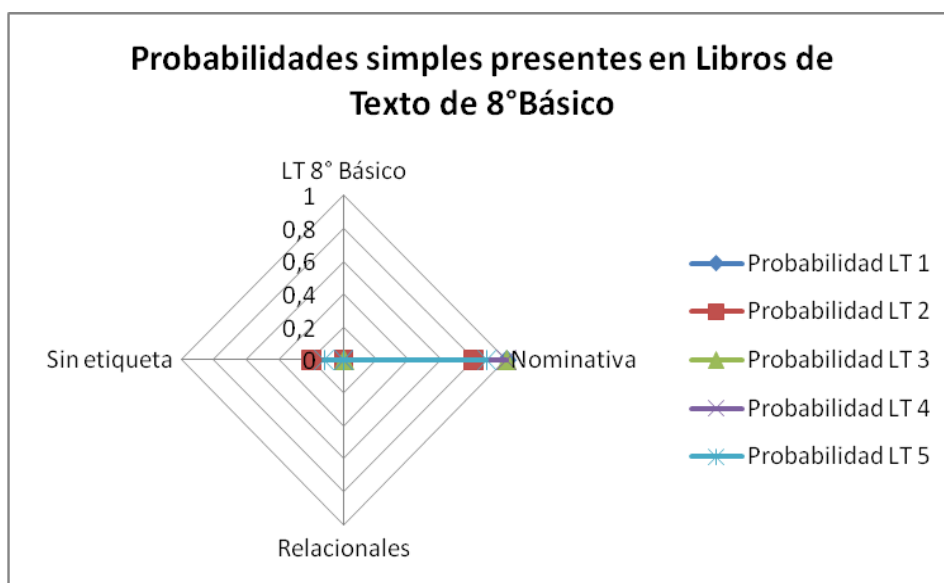
**Tabla N°24: Frecuencia de categoría Etiqueta verbal presentes en Libros de 8° básico**

Etiqueta verbal LT 8° básico	Libro 1	Libro 2	Libro 3	Libro 4	Libro 5
Nominativa	7	4	5	10	23
Relacionales	0	0	0	0	0
Sin etiqueta	0	1	0	0	3
Total	7	5	5	10	26

**Tabla N°25: Probabilidades simples de categorías de Etiqueta verbal presentes en libros de 8° básico**

Etiqueta verbal LT 8° Básico	Probabilidad LT 1	Probabilidad LT 2	Probabilidad LT 3	Probabilidad LT 4	Probabilidad LT 5
Nominativa	1	0,8	1	1	0,88
Relacionales	0	0	0	0	0
Sin etiqueta	0	0,2	0	0	0,12

**Figura N°10: Gráfico de Probabilidades simples de categorías de Etiqueta verbal presentes en Libros de texto de 8° básico**



En el caso de la etiqueta verbal existe una clara tendencia en los libros estudiados a incluir textos en las imágenes de tipo nominativo, en este caso sólo se presentan palabras o letras que permiten clarificar los elementos presentes en la ilustración, sin embargo no se describe una relación entre los elementos que forman parte de la imagen, esto no facilita la comprensión de la imagen, se puede incluso entender como una mera ilustración decorativa, sin favorecer su comprensión y menos el aprendizaje promovido con esta.

### 3.4.8 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Primero Medio Categoría Función de la Secuencia Didáctica

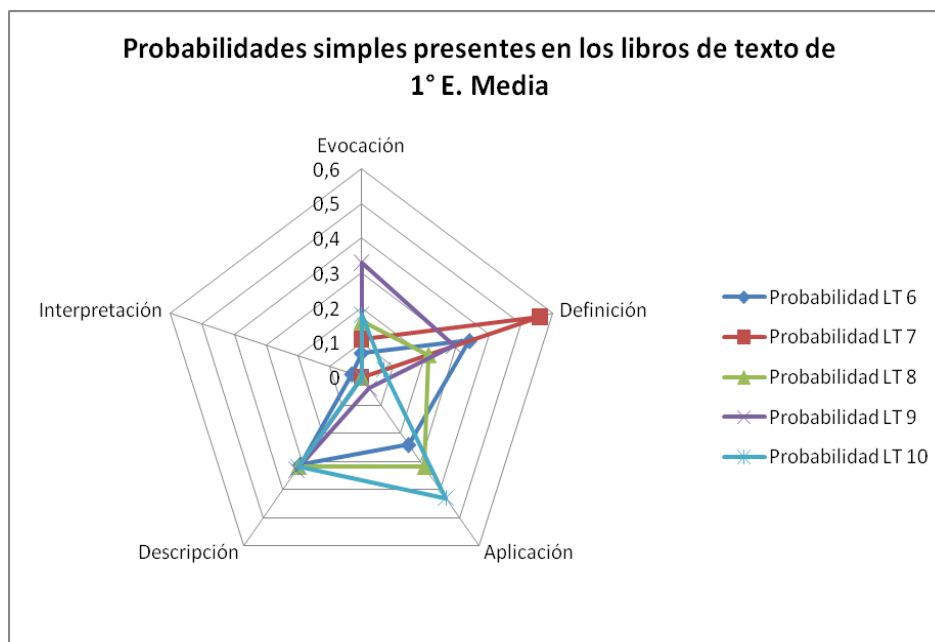
**Tabla N° 26: Frecuencia de la categoría Función de la secuencia didáctica en libros de Texto de Primero Medio**

Función de la secuencia Didáctica LT 1° Medio	Libro 6	Libro 7	Libro 8	Libro 9	Libro 10
Evocación	2	1	3	8	5
Definición	10	5	4	7	2
Aplicación	7	2	6	1	12
Descripción	9	1	6	8	9
Interpretación	1	0	0	0	0
Problematización	0	0	0	0	0
Total	29	9	19	24	28

**Tabla N°27: Probabilidades simples para la categoría Función de la secuencia didáctica**

Función de la secuencia Didáctica LT 1°Medio	Probabilidad LT 6	Probabilidad LT 7	Probabilidad LT 8	Probabilidad LT 9	Probabilidad LT 10
Evocación	0,07	0,11	0,16	0,33	0,18
Definición	0,34	0,56	0,21	0,29	0,07
Aplicación	0,24	0,22	0,32	0,04	0,43
Descripción	0,31	0,11	0,32	0,33	0,32
Interpretación	0,03	0	0	0	0
Problematización	0	0	0	0	0

**Figura N°11: Gráfico de Probabilidades simples para la Función de la secuencia didáctica en Libros de texto de 1° medio**



En el caso de los textos de primero medio encontramos para la función de la frecuencia didáctica las categorías definición, descripción y aplicación de forma mayoritaria, el análisis refleja que la definición estaba asociada a entregar un significado de un concepto nuevo en este contexto teórico, que en muchos casos se utilizó la descripción para favorecer la comprensión de esta definición, por ejemplo al detallar descriptivamente como ocurre la formación de un enlace a partir de modelos electrónicos. La aplicación en la mayoría de los casos se presenta para asociar los conceptos con elementos de la vida cotidiana, por ejemplo la sal o cloruro de sodio que se utiliza en los hogares.

**3.4.9 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Primero Medio**  
**Categoría Grado de Iconicidad**

**Tabla N°28: Frecuencia de la categoría Grado de iconicidad para libros de Texto de 1° E. Media**

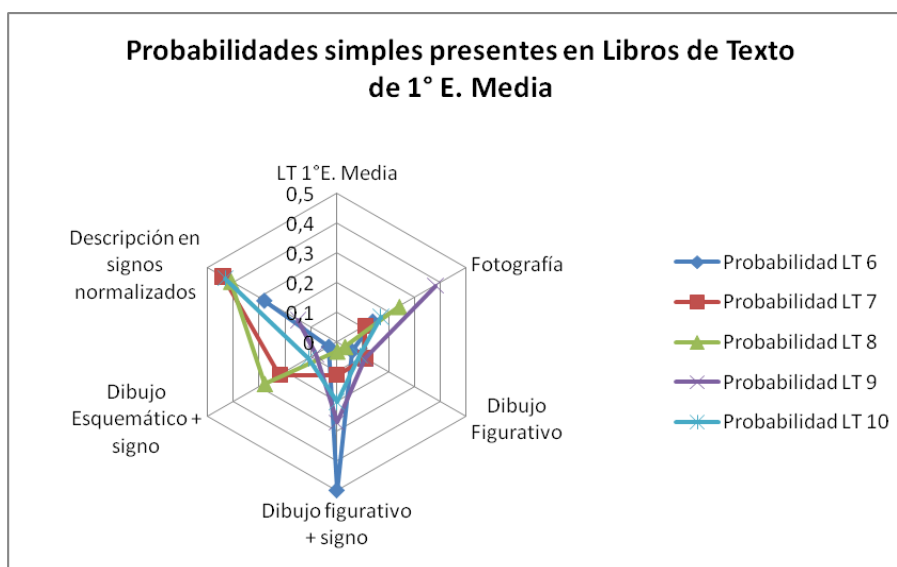
<b>Grado de Iconicidad LT 1°E. Media</b>	<b>Libro 6</b>	<b>Libro 7</b>	<b>Libro 8</b>	<b>Libro 9</b>	<b>Libro 10</b>
Fotografía	5	1	7	10	6
Dibujo Figurativo	2	1	1	3	3
Dibujo figurativo + signo	18	1	1	7	7
Dibujo Esquemático + signo	1	2	8	2	4
Descripción en signos normalizados	10	4	12	4	15
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>9</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>35</b>

**Tabla N°29: Probabilidades simple para categoría Grado de Iconicidad**

<b>Grado de Iconicidad LT 1°E. Media</b>	<b>Probabilidad LT 6</b>	<b>Probabilidad LT 7</b>	<b>Probabilidad LT 8</b>	<b>Probabilidad LT 9</b>	<b>Probabilidad LT 10</b>
Fotografía	0,14	0,11	0,24	0,38	0,17
Dibujo Figurativo	0,06	0,11	0,03	0,11	0,09
Dibujo figurativo + signo	0,50	0,11	0,03	0,27	0,20
Dibujo Esquemático + signo	0,03	0,22	0,28	0,08	0,11
Descripción en signos normalizados	0,28	0,44	0,41	0,15	0,43



**Figura N°12: Gráfico de Probabilidades simple para categoría Grado de Iconicidad para Libros de texto de 1° medio**



El grado de iconicidad de las imágenes analizadas es variado y con diferentes grados de abstracción, respecto a la categoría dibujo figurativo más signos encontramos una marcada presencia de niveles electrónicos y redes iónicas, sin embargo, se devela una tendencia a la descripción con signos normalizados, principalmente estructuras de lewis. En este contexto la variedad de modelos presentados puede ocasionar un aumento en la dificultad de comprensión de estos, ya que el autor supone por una parte que el estudiante conoce y maneja la simbología utilizada en las imágenes y además debe conocer los códigos utilizados en las diversas ilustraciones, por lo cual la relación con el texto principal cobra mayor importancia.

No obstante, no desconocemos que en el tema de enlace químico las representaciones en distintos formatos son altamente utilizadas, son parte de la química como una ciencia abstracta y simbólica, Pozo y Gómez - Crespo (1998)

En relación la Categoría Grado de Iconicidad podemos distinguir algunos modelos presentes en tres distintas sub categorías, los resultados obtenidos se observan a continuación:

**Tabla N°30: Frecuencia de Imágenes de la Categoría Grado de Iconicidad para Primer Año de Enseñanza Media según propuesta de Matus, Perales y Benarroch (2008)**

<b>Dibujo Figurativo más signos LT 1°E. Media</b>	<b>Libro 6</b>	<b>Libro 7</b>	<b>Libro 8</b>	<b>Libro 9</b>	<b>Libro 10</b>
Niveles electrónicos	11	1	1	2	2
Redes iónicas	6	0	0	7	3
Mar de electrones	1	0	1	0	2
<b>Dibujo Esquemático + signo LT 1° E. Media</b>					
Orbitales Atómicos	0	0	3	0	0
Orbitales Moleculares	2	2	2	2	2
<b>Descripción en signos normalizados LT 1° E. Media</b>					
Rayas	11	1	1	2	2
E. Lewis	6	2	5	4	13
Ecuaciones	0	2	0	3	0
Fórmulas	2	0	1	0	0
Gráficos	1	0	0	0	0

### **3.4.10 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Primero Medio Categoría Relación con el Texto Principal**

La categoría relación con el texto principal, mostro los siguientes resultados:

**Tabla N° 31: Frecuencia de categoría Relación con el texto principal de Libros de Texto 1°E. Media**

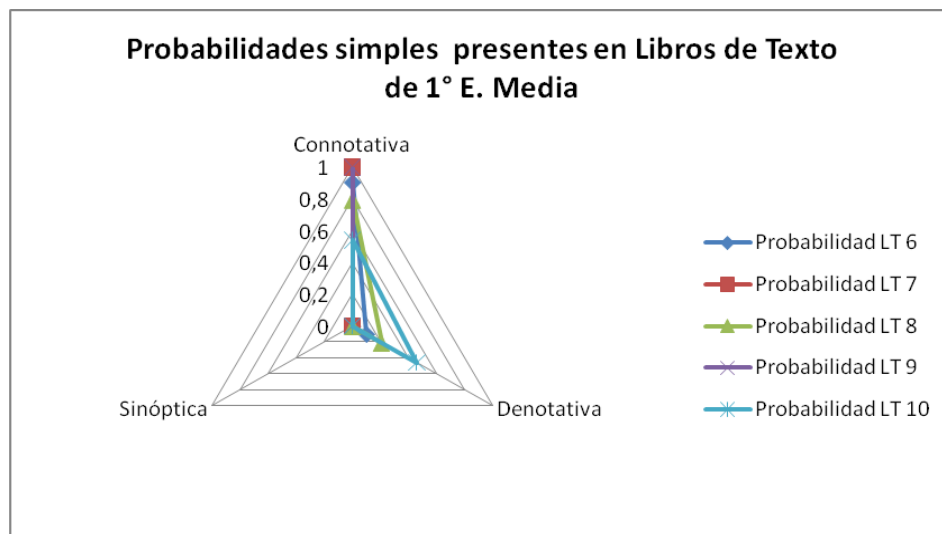
<b>Relación con el texto principal LT 1°E. Media</b>	<b>Libro 6</b>	<b>Libro 7</b>	<b>Libro 8</b>	<b>Libro 9</b>	<b>Libro 10</b>
Connotativa	26	9	19	24	15
Denotativa	3	0	5	0	13
Sinóptica	0	0	0	0	0

Total	29	9	24	24	28
-------	----	---	----	----	----

**Tabla N°32: Probabilidades simples de categoría Relación con el texto principal para Libros de Texto de 1° E. Media**

Relación con el texto principal LT 1°E. Media	Probabilidad LT 6	Probabilidad LT 7	Probabilidad LT 8	Probabilidad LT 9	Probabilidad LT 10
Connotativa	0,90	1	0,79	1	0,54
Denotativa	0,10	0	0,21	0	0,46
Sinóptica	0	0	0	0	0

**Figura N°13: Gráfico de Probabilidades simples de la categoría Relación con el texto Principal para Libros de Texto de 1° E. Media**



En el caso de la relación con el texto principal, está es marcadamente connotativa, es decir no se establece una relación explícita entre la imagen y el texto.

### 3.4.11 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Primero Medio Categoría Funcionalidad de la Imagen

Respectos de la Funcionalidad de la imagen se obtuvieron los siguientes resultados:

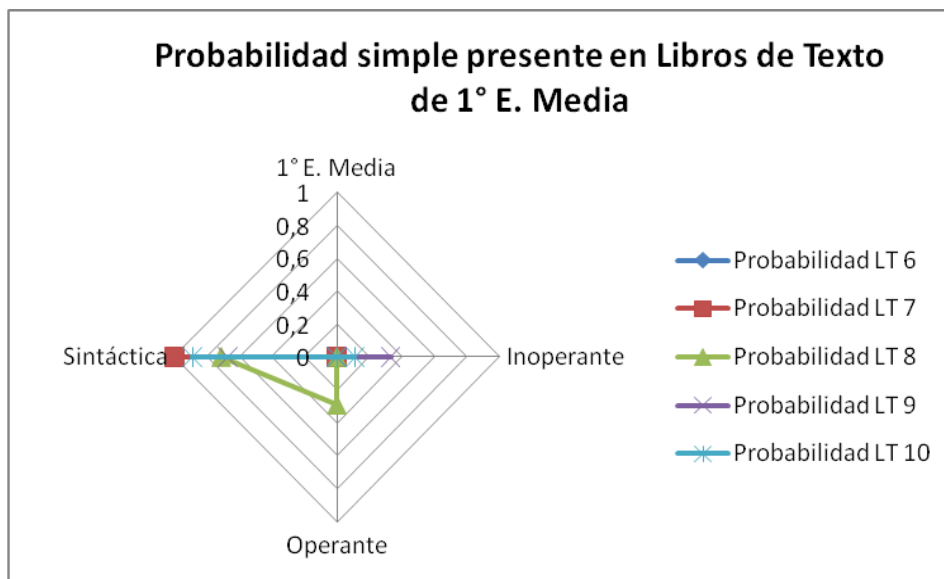
**Tabla N°33: Frecuencia de categoría Funcionalidad de la imagen en Libros de Texto de 1° E. Media**

Funcionalidad de la imagen LT 1°E. Media	Libro 6	Libro 7	Libro 8	Libro 9	Libro 10
Inoperante	0	0	0	8	3
Operante	0	0	7	0	0
Sintáctica	29	9	17	16	25
Total	29	9	24	24	28

**Tabla N°34: Probabilidades simples de la categoría Funcionalidad de la imagen en Libros de Texto de 1° E. Media**

Funcionalidad de la imagen LT 1° E. Media	Probabilidad LT 6	Probabilidad LT 7	Probabilidad LT 8	Probabilidad LT 9	Probabilidad LT 10
Inoperante	0	0	0	0,33	0,11
Operante	0	0	0,29	0	0
Sintáctica	1	1	0,71	0,67	0,89

**Figura N°14: Probabilidades simples de la categoría Funcionalidad de la imagen en Libros de Texto de 1° E. Media**



De acuerdo a los resultados obtenidos la funcionalidad de la imagen en relación a la actividad de aprendizaje que implica para el estudiante es claramente sintáctica, lo cual sitúa al estudiante en un escenario de conocimiento que debe saber, elementos y simbología específica que inferir, lo cual concuerda con la categoría connotativa de las imágenes, ya que se entiende que es el lector quién debe interpretar dicha situación, esto sin duda desde el punto de aprendizaje es un riesgo para el aprendiz ya que puede provocar errores conceptuales.

### 3.4.12 Síntesis de Resultados de Análisis de libro de Texto Primero Medio Categoría Etiqueta Verbal

El análisis de la Etiqueta verbal presente en los libros de texto arrojó los siguientes resultados:

**Tabla N°35: Frecuencia de categoría Etiqueta verbal presentes en Libros de 1° E. Media**

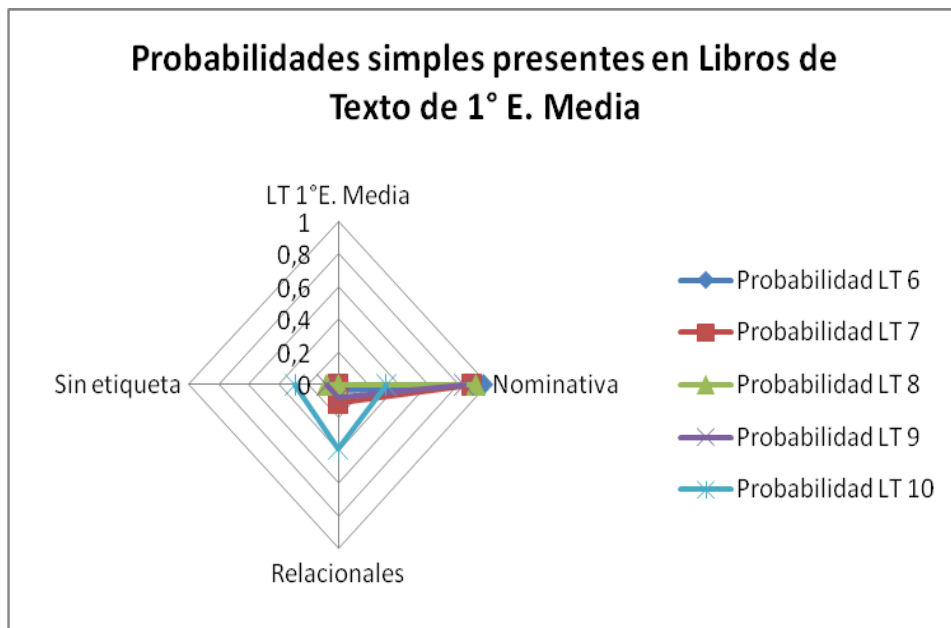
Etiqueta verbal LT 1°E. Media	Libro 6	Libro 7	Libro 8	Libro 9	Libro 10
Nominativa	28	8	22	20	9
Relacionales	1	1	0	2	11
Sin etiqueta	0	0	2	2	8

Total	29	9	24	24	28
-------	----	---	----	----	----

**Tabla N°36: Probabilidades simples de categoría Etiqueta verbal presentes en libros de 1° E. Media**

Etiqueta verbal LT 1°E. Media	Probabilidad LT 6	Probabilidad LT 7	Probabilidad LT 8	Probabilidad LT 9	Probabilidad LT 10
Nominativa	0,97	0,89	0,92	0,84	0,32
Relacionales	0,03	0,11	0	0,08	0,39
Sin etiqueta	0	0	0,08	0,08	0,29

**Figura N°15: Probabilidades simples de categoría Etiqueta verbal presentes en libros de 1° E. Media**



La gran mayoría de las imágenes poseen etiquetas nominativas, es decir letras o palabras que identifican los elementos de la ilustración, sólo dos textos presentan etiquetas relacionales, es decir, describen las relaciones que se dan entre los elementos presentes en las imágenes, sin embargo, no es una tendencia en los textos estudiados. En general, pensamos sería adecuado para este nivel educativo establecer este tipo de relaciones, ya que ayudaría a una mayor interpretación y comprensión de las imágenes.

### 3.5 Síntesis final de resultados para el análisis de textos

Los libros de texto estudiados presenta el tema de enlace químico en la unidad temática de estructura de la materia o la materia y sus propiedades. Se inicia el estudio a partir del desarrollo histórico y cronológico de los distintos modelos atómicos hasta llegar al modelo actual.

Respecto de las imágenes, en general debemos indicar que los libros de texto de Primero medio presentan notoriamente una mayor cantidad de imágenes que los de octavo básico.

En lo particular del análisis de las diferentes categorías presentes en los libros de texto, podemos indicar que:

1. En la Función de la secuencia didáctica de los textos se observa una clara tendencia a la descripción, siendo un aporte para mejorar la comprensión del lector, en el caso de los libros de primero medio también se incorporan imágenes relacionadas con la definición y la aplicación esto permite consolidar la definición ya que se asocia a aspectos cotidianos o significativos para el estudiante en ese nivel. No obstante, existe una notoria tendencia hacia un discurso pedagógico expositivo, débil en interrogantes y planteamiento que permitan al estudiante desafíos internos y pensamiento crítico, se muestra una ciencia dogmática, tradicional y que no permite la evolución del pensamiento científico de los aprendices.

2. En el Grado de iconicidad, evidenciamos existe gran variabilidad de las imágenes analizadas, en el caso de los textos de primero medio se incorporan marcadamente la descripción en signos normalizados, se representan moléculas y /o enlace con estructura de Lewis, diagrama de rayas o fórmulas químicas que representan reglas sintácticas específicas, atendiendo a un conocimiento más abstracto y formal del contenido.

3. En la Relación con el texto principal se presenta en primero medio y octavo básico marcadamente una relación connotativa, es decir no existe una correspondencia entre el texto y la imagen, se supone es obvia y es el lector quien les da el significado.

4. En el caso Etiqueta verbal en ambos niveles estudiados se presenta mayoritariamente la nominativa, es decir, las etiquetas están presentes en la ilustración o fuera de ella pero no presentan explicación alguna, pero no se establecen relaciones entre las partes o símbolos utilizados en las imágenes.

5. La Funcionalidad de la imagen es sintáctica, lo cual exige el conocimiento de normas específicas de interpretación de parte del estudiante.

Finalmente con respecto a los principios básicos que se utilizan para definir y explicar los conceptos de enlace químico, enlace iónico, covalente y metálico llegamos a las siguientes conclusiones:

La formación del enlace en general se explica:

- ✓ en términos de que los átomos requieren lograr la estabilidad electrónica dada por el reordenamiento e interacción de los electrones de valencia. Se explica que los átomos se enlazan para alcanzar la configuración electrónica externa similar a la del gas noble más cercano, se utiliza la regla del octeto,(mecanismo de formación del enlace).
- ✓ como la unión de dos elementos a partir de fuerzas de atracción que se produce por cargas opuestas entre ambos elementos que participan en la unión. Define el concepto de enlace en base a la teoría de enlace de valencia y la electronegatividad de los átomos que forman el enlace.

En relación al enlace iónico, este se explica:

- ✓ en función de la transferencia de electrones con en el concepto de configuración electrónica estable, es decir, alcanzar la configuración electrónica del gas noble más cercano a partir de la formación de iones y la intervención de fuerzas electroestáticas.
- ✓ en términos de la diferencia de electronegatividades de los átomos que forman el enlace.

Respecto del enlace covalente, este se explica:

- ✓ como una fuerza de atracción entre átomos no metálicos.
- ✓ con el modelo de configuración electrónica estable, es decir, alcanzar la configuración electrónica del gas noble más cercano.



- ✓ a partir de la diferencia de electronegatividades de los átomos que participan en la formación del enlace.
- ✓ utilizando la estructura de Lewis, es decir se basa en la configuración electrónica.
- ✓ en términos de compartición de electrones.

En relación al enlace metálico, este se explica:

- ✓ en términos de una nube electrónica.
- ✓ en función de que los átomos pueden perder electrones, convirtiéndose en iones positivos con sus electrones moviéndose libremente (mar de electrones).
- ✓ como una red metálica.

## **CAPITULO 4**

### **Diseño y Validación de un Test de Ideas Previas sobre el enlace químico**

## **4.1 Introducción**

Durante las dos últimas décadas los investigadores en didácticas de las ciencias manifiestan la importancia de conocer lo que piensan los alumnos sobre lo que van a aprender. En 2009, Ausubel, Novak y Hanesian señalan que el factor más importante que incide en el aprendizaje es lo que el estudiante sabe, el indagar al respecto nos permite dirigir las enseñanzas para su mejor aprendizaje. Considerar las ideas previas de los alumnos para la construcción de nuevo conocimiento nos permite tener un punto de partida desde los propios esquemas conceptuales de los estudiantes, ya que elaboran sus propias teorías para explicar los fenómenos, las cuales pueden estar erradas o ser correctas, sin embargo a partir de estas podemos modificarlas y acercarlas a lo que propiamente son los conceptos científicos.

Considerando los resultados obtenidos del análisis de las representaciones semióticas realizado a los libros de texto de Química en el capítulo anterior y las investigaciones en este ámbito del conocimiento, en este capítulo se describe la valoración del test de conocimientos específicos.

Se realizó la validación de este test por expertos y la aplicación del mismo a una muestra de 30 estudiantes de primer año de enseñanza media, con edades entre 14 y 15 años, en un establecimiento educativo de Concepción.

## **4.2. Descripción de instrumento de exploración de preconcepciones sobre el Enlace Químico aplicado a estudiantes de Primero Medio.**

En la construcción del instrumento de exploración de preconcepciones hemos considerado la elaboración de un cuestionario o prueba, esta consta de 15 preguntas de selección múltiple con única respuesta, esta prueba diagnóstica permite evaluar además conceptos específicos de enlace químico. La prueba tiene como objetivo obtener información relativa al tema del enlace químico, lo cual nos permite evaluar las ideas previas y competencias cognitivas de este

grupo de estudiantes antes (pretest) y después de la aplicación de la unidad didáctica (postest).

El cuestionario ha sido elaborado considerando aportes realizados por Muñoz (2010), Rentería (2013) y preguntas de nuestra propia creación. Algunas preguntas se han reestructurado según la temática y las indagaciones a las cuales queremos llegar.

Considerando que un instrumento de medición debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista, 2006), se pueden distinguir dos etapas en la construcción del mismo. Inicialmente se realiza, una metodología selectiva, es decir, la búsqueda de fuentes, referencias bibliográficas y marco teórico correspondiente; considerando los objetivos perseguidos en la elaboración de la prueba y los resultados arrojados en relación a las representaciones semióticas que se presentan en los libros de texto analizados se estructuró el instrumento inicial.

En la segunda etapa se realizó un análisis y validación del cuestionario, para lo cual se utilizó la técnica de juicio de expertos, que consistió en la validación del cuestionario por expertos académicos, para finalmente definir el formato a aplicar. La confiabilidad del instrumento se determinó con el coeficiente Alfa de Cronbach, que nos dio la consistencia interna del cuestionario aplicado.

Se diseñó un cuestionario que consistió en 15 preguntas de selección única, las cuales fueron organizadas en cuatro apartados que dicen relación con los objetivos perseguidos en esta investigación.

Los apartados planteados fueron los siguientes:

Grupo I: preguntas relacionadas con enlace químico: 1 y 5.

Grupo II: preguntas relacionadas las propiedades físicas y químicas de sustancias iónicas y su estructura de estado sólido (representaciones semióticas): 3, 4, 8 y 14.

Grupo III: preguntas relacionadas con las propiedades de sustancias covalentes polares y no polares (representaciones semióticas): 2, 7, 10, 11 y 12

Grupo IV: preguntas relacionadas con las propiedades físicas y químicas de los metales (representaciones semióticas): 6, 9, 13 y 15.

Se integró además, una pregunta abierta, en la cual se puede responder brevemente la interrogante planteada.

#### **4.2.1 Diseño del cuestionario o test de ideas previas**

A continuación se indica cada una de las preguntas utilizadas y el objetivo que se persigue con cada una ellas:

**Grupo I: preguntas relacionadas con enlace químico: 1 y 5.**

**PREGUNTA NÚMERO 1:** Este ítem se relaciona con el concepto de enlace químico. (Modificada de Muñoz, 2010, p. 68). Con este ítem se pretende explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace químicos.

**1.- El enlace químico se entiende como:**

- a) La unión física entre diferentes sustancias**
- b) Fuerzas de atracción entre átomos**
- c) La afinidad entre diferentes sustancias**
- d) La ganancia o pérdida de electrones**
- e) Interacciones eléctricas entre núcleos y electrones o entre iones vecinos**

**PREGUNTA NÚMERO 5:** Este ítem se relaciona con el concepto de enlace químico. (Tomado de Muñoz, 2010, p. 68). Con este ítem se pretende explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace químicos

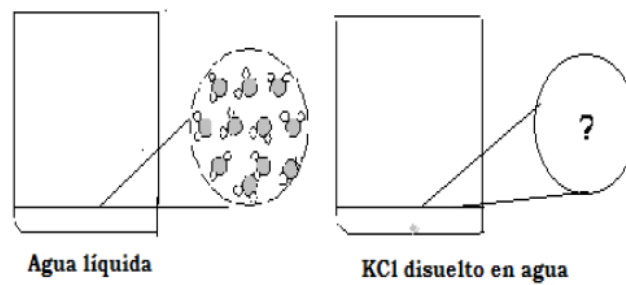
**5.- ¿Cuál de los siguientes modelos atómicos es el mejor para explicar al enlace químico?**

- a) Modelo de Demócrito**
- b) Modelo de Thomson**
- c) Modelo de Dalton**
- d) Modelo de Bohr**
- e) Modelo de Lewis**

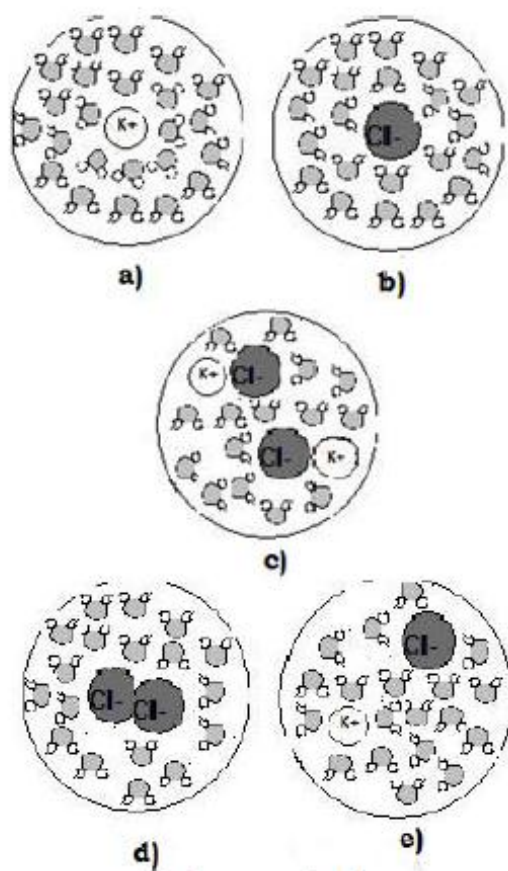
**Grupo II: preguntas relacionadas con las propiedades físicas y químicas de sustancias iónicas y su estructura de estado sólido: 3, 4, 8 y 14.**

**PREGUNTA NÚMERO 3:** Esta pregunta se relaciona con las propiedades de las sustancias iónicas disueltas en agua y su estructura en estado sólido (Tomado de Muñoz, 2010, p. 69). Esta pregunta pretende establecer las concepciones que poseen los estudiantes sobre enlace iónico de acuerdo a sus propiedades (fenómenos electrostáticos, cargas iónicas  $K^+$  y  $Cl^-$ , polaridad, fuerzas intermoleculares).

**3.- El círculo a la derecha muestra una vista aumentada de una porción muy pequeña de agua líquida en un recipiente:**



**¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales corresponde al cloruro de potasio (KCl) disuelto en agua?**



**PREGUNTA NÚMERO 4:** Esta pregunta está relacionada con las propiedades físicas y químicas de los compuestos iónicos y covalentes. Con esta pregunta se pretende explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace iónico, relacionándolas con las propiedades que presentan estas sustancias. (Tomado de Muñoz, 2010, p.73)

**4.- Los cristales microscópicos de cloruro de sodio (NaCl) se pueden caracterizar de acuerdo con las siguientes propiedades de la tabla:**

**I.- Color**

**II.- Tamaño**

**III.- Conductividad eléctrica en estado sólido**

**IV.- Conductividad eléctrica en disolución acuosa**

**V.- Forma**

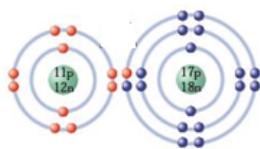
**VI.- Temperatura de Fusión**

¿Cuáles propiedades de la tabla anterior permite clasificar a esta sustancia, mediante el modelo de enlace iónico?

- a) I y III
- b) I y V
- c) IV y VI
- d) V y VI
- e) II y IV

**PREGUNTA NÚMERO 8:** Este ítem se relaciona con la estructura en estado sólido (Modificado de Muñoz, 2010, p. 69). Este ítem permite establecer como exhibe el estudiante la formación del enlace iónico.

**8.- Las propiedades del Cloruro de sodio (NaCl) sólido se pueden explicar mediante un modelo de enlace iónico, ¿cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado para representar el NaCl?**

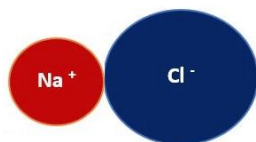


a) Tomado y Modificado de

<https://juanmacabrera.wordpress.com/2012/02/03/uniones-quimicas/>

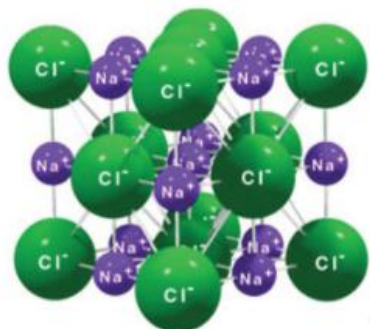


b)



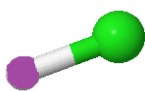
c)





d) Tomado de

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



e) Tomado y modificada de

<http://www.chemtube3d.com/gallery/structurepages/HCl.html>

**PREGUNTA NÚMERO 14:** Este ítem está relacionado con las propiedades físicas y químicas de los compuestos iónicos. Con este ítem se pretende explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace iónico considerando sus propiedades.

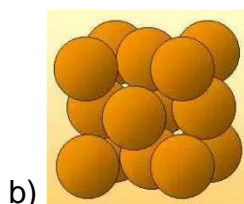
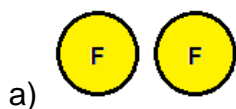
**14.- Los compuestos iónicos poseen:**

- a) Alta solubilidad en agua
- b) Alto punto de fusión
- c) Muy baja o nula conductividad eléctrica en estado sólido
- d) Alto punto de Ebullición
- e) Todas las anteriores son correctas

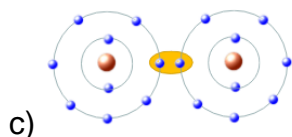
Grupo III: preguntas relacionadas con las propiedades de sustancias covalentes polares y no polares (representaciones semióticas): 2, 7, 10, 11 y 12

**PREGUNTA NÚMERO 2:** Esta pregunta se relaciona con las propiedades de las sustancias covalentes polares y apolares (Modificado de Muñoz, 2010, p.71). Se pretende establecer cómo concibe el estudiante la formación del enlace covalente.

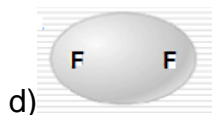
2.- En el  $F_2$  los electrones que enlazan a los átomos se comparten por igual, indica cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado para representar el  $F_2$ :



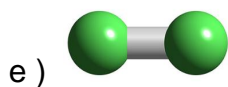
Tomado de <http://slideplayer.es/slide/11119690/>



Tomado de <http://slideplayer.es/slide/11686491/>



Tomado y modificado de <http://slideplayer.es/slide/11119690/>



Tomado y modificada de

[http://www.chemtube3d.com/gallery/structurepages/F2\\_.html](http://www.chemtube3d.com/gallery/structurepages/F2_.html)

**PREGUNTA NÚMERO 7:** Este ítem está relacionado con el concepto de enlace covalente. Con este ítem se pretende explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace covalente.

**7.- Un enlace covalente puede dar lugar a:**

- a) Sustancias moleculares
- b) Cristales covalentes
- c) Redes Cristalinas metálicas
- d) Redes Cristalinas iónicas
- e) a) y b) son correctas

**PREGUNTA NÚMERO 10:** Este ítem está relacionado con las propiedades de las sustancias que presentan enlace covalente. Con esta pregunta se pretende explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace covalente, relacionándolas con las propiedades que presentan estas sustancias.

**10.- Un compuesto que presenta enlace covalente se caracteriza por:**

- a) Tener un enlace formado por compartición de pares de electrones
- b) Ser muy buen conductor de la electricidad
- c) Estar formado por elementos no metálicos y /o hidrógeno
- d) Presentar altos puntos de ebullición
- e) Tanto a) como c) son verdaderas

**PREGUNTA NÚMERO 11:** Este ítem está relacionado con las propiedades físicas y químicas de los compuestos iónicos y covalentes. Con este ítem se pretende explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace covalente, relacionándolas con las propiedades que presentan estas sustancias.

(Tomado de Muñoz, 2010, p.73)

**11.- Los cristales macroscópicos de sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) se pueden caracterizar de acuerdo con las siguientes propiedades de la tabla:**

- I.- Conductividad eléctrica de la disolución acuosa
- II.- Temperatura de Fusión
- III.- Forma
- IV.- Color
- V.- Conductividad eléctrica en estado sólido
- VI.- Tamaño

**¿Cuáles propiedades de la tabla anterior permiten clasificar a estas sustancias mediante un modelo de enlace covalente?**

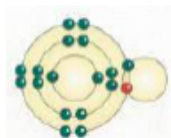
- a) I y III
- b) I y V
- c) IV y VI
- d) V y VI
- e) I y II

**PREGUNTA NÚMERO 12:** Este ítem se relaciona con las propiedades de las sustancias covalentes polares y apolares (Modificado de Muñoz, 2010, p.71). Con este ítem se pretende establecer como exhibe el estudiante la formación del enlace covalente.

**12.- Las propiedades del HCl, se pueden explicar mediante un modelo de enlace covalente polar, de acuerdo con el cual los electrones se comparten de modo desigual. ¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado para el HCl?**



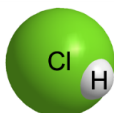
a) (Tomado de Muñoz, 2010)



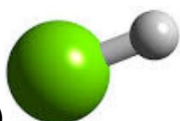
b) (Tomado de Muñoz, 2010)



c) (Tomado de Muñoz, 2010)



d) Tomado de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HCl\\_molecule\\_model-VdW\\_surface.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HCl_molecule_model-VdW_surface.png)



e) Tomado de <http://www.chemtube3d.com/gallery/structurepages/HCl.html>

**Grupo IV:** preguntas relacionadas las propiedades físicas y químicas de los metales (representaciones semióticas):6, 9, 13 y 15.

**PREGUNTA NÚMERO 6:** Este ítem se relaciona con el concepto y propiedades de los metales. Con este ítem se pretende explorar la idea que poseen los estudiantes sobre las propiedades que presentan los metales.

**6. Acerca del Enlace Metálico, ¿qué propiedades no pueden ser explicadas por este tipo de enlace?**

- a) Maleabilidad y ductilidad
- b) Brillo metálico
- c) Conductividad del calor
- d) Conductividad eléctrica
- e) Punto de fusión

**PREGUNTA NÚMERO 9:** Este ítem está relacionado con el concepto de enlace metálico. Con este ítem se pretende explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace metálico.

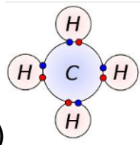
**9.- ¿Cuál de las siguientes descripciones caracteriza mejor el enlace metálico?**

- a) los electrones se comparten entre los átomos
- b) la formación de iones
- c) la unión entre moléculas de distinta carga
- d) los electrones están deslocalizados en todo el cristal
- e) los electrones no se comparten entre los átomos

**PREGUNTA NÚMERO 13:** Este ítem está relacionado con el concepto de enlace metálico. Se pretende establecer como exhibe el estudiante la formación del enlace metálico.

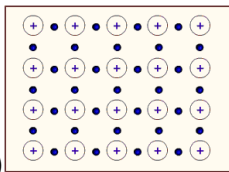
**13.- ¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales representa el enlace metálico?**

- a)  Tomado de <https://www.caracteristicass.de/enlaces-metalicos/>



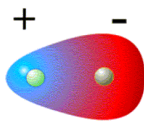
b) Tomado de

<http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/2014/12/10/estructura-del-atomo-y-enlaces-quimicos/>

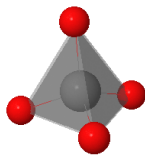


c) Tomado de

<http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/35-enlace-metalico.html>



d) Tomado de <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/53-fuerzas-intermoleculares.html>



e) Tomado de

<http://www.chemtube3d.com/gallery/structurepages/SiO44-.html>

**PREGUNTA NÚMERO 15:** Este ítem está relacionado con el concepto de enlace metálico y sus propiedades. Con esta pregunta se pretende explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace metálico, relacionándolas con las propiedades que presentan estas sustancias.

**15.- En un enlace metálico los electrones perdidos por los átomos...**

- a) Los ganan otros átomos
- b) Se pierden
- c) Se quedan entre los cationes manteniendo la estructura
- d) Se comparten
- e) Se quedan como aniones

**PREGUNTA NÚMERO 16:** se ha incorporado una pregunta abierta para indagar si los alumnos conocen otras formas de uniones como los enlace de puentes de hidrógeno, fuerzas de van der Waals u otras.

**16.- Finalmente te invitamos a responder la siguiente pregunta: ¿Conoces algún otro tipo de enlace químico además de los presentados en este cuestionario? Sí – NO**

**Si tu respuesta es Sí, ¿Cuál o cuáles?**

---

---

**El formato aplicado a los estudiantes se encuentra en el anexo cuestionario de ideas previas sobre el Enlace Químico.**

#### **4.3 Validación de Cuestionario de Exploración de conceptos previos sobre Enlace químico realizada por Juicio de Expertos. Método basado en el Juicio de Expertos**

La validez y fiabilidad son dos parámetros que hemos de tener en cuenta antes de aplicar un instrumento de medición.

La validez definida como “el grado en que un instrumento de medida mide aquello que realmente pretende medir o sirve para el propósito para el que ha sido construido” Arribas, (2004), lo anterior puede referirse al contenido o al constructo.

Cureton (1951), citado por Pedrosa, Suarez-Álvarez y García-Cueto (2013) plantea que si se desea validar un ítem estadísticamente, este tendría que evocar aquello que dicen estar midiendo y constituir una muestra representativa del universo de medida».

La validez se refiere al contenido, es decir señala que los ítems o aspectos elegidos para la elaboración del instrumento de medición son indicadores de lo que se pretende medir, la valoración de los expertos es cualitativa pues deben juzgar la capacidad del ítem para evaluar todas las dimensiones que deseamos medir. En la actualidad la validez de contenido es considerada esencial para realizar interpretaciones de los datos obtenidos a partir de test o cuestionarios de contenidos. La validez de contenido se establece en diferentes situaciones, siendo

dos de las más frecuentes, el diseño de un cuestionario, test o prueba, y la validación de un instrumento que fue construido para una población diferente, pero que se adaptó mediante un procedimiento de traducción (equivalencia semántica).

Al aplicar una prueba o cuestionario surge la pregunta ¿qué tan válida es la medición con dicho instrumento?, en este sentido, la validez de contenido se puede realizar a través de juicio de expertos, que es una técnica que en los últimos años se ha ido generalizando y que requiere interpretar y aplicar sus resultados con rigurosidad metodológica y estadística para que la prueba o cuestionario pueda ser utilizada con los fines diseñados.

El juicio de expertos es una técnica que desde el punto de vista metodológico constituye a veces el único indicador de validez de contenido del instrumento de recogida de datos o de información, Escobar Pérez, (2008).

Según Ding y Hershberger (2002), en la evaluación de un instrumento debe tenerse en cuenta su función, es decir, si será utilizado para el diagnóstico, la medición de habilidades o la medición de desempeño, entre otros. En este caso el juicio de experto será utilizado para realizar un diagnóstico ideas previas de los estudiantes y el grado de conocimiento sobre el tema de enlace químico.

Hemos de considerar que los índices de validez para una función de un instrumento no son necesariamente generalizables a otras funciones del mismo instrumento, lo esencial es que las preguntas de un instrumento de medición deben ser representativos del constructo para un propósito evaluativo particular.

Considerando lo anterior, el objetivo de aplicar esta técnica en nuestra investigación es validar el contenido en una prueba o cuestionario diseñado para el tema Enlace químico para la exploración de ideas previas y evaluación final de unidad didáctica.

La participación de un panel o un juicio de expertos requiere según Voutilainen y Liukkonen, 1995, citados en Hyrkäs, Appelqvist-Schmidlechner, & Oksa (2003), que un 80% de los expertos estén de acuerdo con la validez de un ítem, para ser incorporado al instrumento de medición.

Los juicios de expertos se pueden obtener por métodos grupales o por métodos de experto único. Se pueden seguir, entre otros, el método de agregados



individuales, el método Delphi, la técnica grupal nominal y el método de consenso grupal. De Arquer, (1995)

En esta investigación se utilizó el método de agregados individuales, en el cual se le solicita a cada experto que de una estimación directa de la probabilidad de éxito o de fracaso en cada una de las tareas descritas. De Arquer, (1995)

Para recoger la información se elaboró una planilla considerando los objetivos planteados para cada una de las preguntas, la valoración de cada ítem se realizó utilizando una escala Likert de 1 al 4 teniendo en consideración los siguientes criterios:

- **COHERENCIA:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo. Escobar y Cuervo, (2008)
- **CLARIDAD:** El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas. Escobar y Cuervo, (2008)

En la escala de apreciación, el valor 1 indica una mínima coherencia o claridad en la cuestión planteada y el valor 4 indica una máxima coherencia o claridad en la misma, siguiendo la siguiente escala:

1	2	3	4
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	<b>Parcialmente en desacuerdo</b>	<b>Parcialmente en acuerdo</b>	<b>Totalmente de acuerdo</b>

Finalmente la plantilla a utilizar en la valoración por los expertos quedo definida de la siguiente forma (se indica el ítem 1 a modo de ejemplo):

**PREGUNTA N°1:** El enlace químico se entiende como:

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente en acuerdo, 5: Totalmente de acuerdo Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.										
COHERENCIA					CLARIDAD					OBSERVACIONES
CONSIGNA	1	2	3	4	1	2	3	4		
A. La unión física entre diferentes sustancias										
B. Fuerzas de atracción entre átomos										

C. La afinidad entre diferentes sustancias										
D. La ganancia o pérdida de electrones										
E. Interacciones eléctricas entre núcleos y electrones o entre iones vecinos										

Se informó a los jueces el objetivo de la aplicación de la prueba y el contexto de la investigación en la cual se requiere aplicar.

Los resultados obtenidos se trataron estadísticamente determinando la media aritmética del conjunto de las estimaciones individualmente obtenidas, para cada pregunta del cuestionario, se supone una distribución simétrica de los datos, por lo cual la media representa una tendencia central.

#### 4.3.1 Validación por juicio de expertos

En esta investigación se constó con la valiosa participación de 5 expertos (jueces) en el área de química y evaluación. La identidad de cada uno de los expertos se asociará a la universidad a la cual pertenece, manteniendo su nombre en anonimato.

- (1) Experto 1: Profesor Facultad de Educación, Universidad de Granada, España.
- (2) Experto 2: Profesor Facultad de Educación, Universidad de Granada, España.
- (3) Experto 3: Profesor Facultad de Educación, Universidad de Granada, España.
- (4) Experto 4: Profesora Facultad de Educación, Universidad de Concepción, Chile.
- (5) Experto 5: Profesor Facultad de Ciencias, Universidad del Bío Bío, Chile.

Se les envió a los jueces el cuestionario inicial con 15 ítems de selección única, en la cual se le solicitó valorar cada ítem en términos de su claridad y coherencia. Además el cuestionario contenía una última pregunta de carácter abierto que también debían evaluar. En cada uno de los ítems se consignó un espacio para indicar las observaciones necesarias. También se diseñó un espacio al final del test para que los expertos hicieran observaciones generales si así lo

consideraban necesario. La valoración de este instrumento se realizó durante los meses de marzo y noviembre del año 2018.

Se realizaron las siguientes consideraciones en el análisis de resultado para cada uno de los Ítems evaluados por los expertos:

- ✓ Se determinó el promedio en base a los puntajes dados por cada uno de los jueces en cada uno de las consignas. Se consideró una escala de puntaje del 1 al 4, siendo 1 la menor puntuación y 4 la máxima.
- ✓ No se consideró los que no puntúan.

A continuación se indican cada uno de los ítems y los resultados de los aportes realizada por los expertos:

A) Para el ítem N°1 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°37: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 1.**

ITEM 1	COHERENCIA					CLARIDAD					OBSERVACIONES	
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E		
Consigna												
JUEZ 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 2	-	-	4	4	4	-	3	-	-	-	-	Sin comentarios
JUEZ 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
Promedio	4	4	4	4	4	4	3,8	4	4	4	4	
Porcentaje	100	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100	

De la tabla N°37, se puede concluir que según la evaluación realizada por los expertos, en general el ítem N°1 tiene un cien por ciento de coherencia y en cuanto a la claridad del ítem, sólo un juez estimo que era parcialmente claro. Sin embargo todos los jueces superan el 80%, con lo cual el ítem se consideró correcto.

B) Para el ítem N°5 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°38: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el ítem 5.**

ITEM 5	COHERENCIA						CLARIDAD					OBSERVACIONES
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	
Consigna												
JUEZ 1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 2	-	-	-	4	3		-	-	-	4	3	Sin comentarios
JUEZ 3	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 5	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
Promedio	4	4	4	4	3.8		4	4	4	4	3,8	
Porcentaje	100	100	100	100	95		100	100	100	100	95	

De acuerdo a la tabla N°38, es posible concluir que sólo un juez consideró que la consigna (E) era parcialmente coherente y clara, siendo esta una sola observación que difiere de los demás evaluadores. El ítem supera el 80%, por lo cual se mantuvo su estructura.

C) Para el ítem N°3 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°39: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el ítem 3.**

ITEM 3	COHERENCIA						CLARIDAD					OBSERVACIONES
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	
Consigna												
JUEZ 1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 2	-	-	-	-	4		-	-	-	-	4	Sin comentarios
JUEZ 3	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 5	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
Promedio	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	

<b>Porcentaje</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Respecto del análisis de los resultados obtenidos para el ítem se concluye que en su totalidad los jueces indican que presenta un alto porcentaje de coherencia y claridad.

D) Para el ítem N°4 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°40: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el ítem 4.**

ITEM 4	COHERENCIA					CLARIDAD					OBSERVACIONES
Consigna	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
JUEZ 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 2	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	Sin comentarios
JUEZ 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
Promedio	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Porcentaje	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Según la tabla anterior se puede concluir que todos los jueces evaluaron con un alto porcentaje de coherencia y claridad.

E) Para el ítem N°8 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°41: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el ítem 8.**

ITEM 8	COHERENCIA					CLARIDAD					OBSERVACIONES
Consigna	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
JUEZ 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 2	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	Sin comentarios
JUEZ 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
Promedio	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

<b>Porcentaje</b>	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	--	-----	-----	-----	-----	-----

Se puede concluir a partir de la evaluación realizada por los expertos que el ítem es altamente coherente y claro.

F) Para el ítem N°14 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°42: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 14.**

ITEM 14	COHERENCIA						CLARIDAD					OBSERVACIONES
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	
<b>Consigna</b>												
<b>JUEZ 1</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 2</b>	-	-	-	-	4		-	-	-	-	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 3</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 4</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 5</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>Promedio</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	
<b>Porcentaje</b>	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100	

Según la evaluación realizada por los expertos, de la tabla se puede concluir que el ítem N°14 tiene un alto grado de coherencia y claridad.

G) Para el ítem N°2 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°43: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 2.**

ITEM 2	COHERENCIA						CLARIDAD					OBSERVACIONES
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	
<b>Consigna</b>												
<b>JUEZ 1</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 2</b>	-	-	4	-	-		-	-	4	-	-	Sin comentarios
<b>JUEZ 3</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 4</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 5</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>Promedio</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	

<b>Porcentaje</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Respecto del ítem N°2 se puede concluir que es altamente coherente y claro según evaluación realizada por los expertos.

H) Para el ítem N°7 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°44: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el ítem 7.**

ITEM 7	COHERENCIA						CLARIDAD					OBSERVACIONES
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	
<b>Consigna</b>												
<b>JUEZ 1</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 2</b>	-	-	-	-	4		-	-	-	-	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 3</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 4</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 5</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>Promedio</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	
<b>Porcentaje</b>	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100	

De acuerdo a la evaluación realizada por los expertos se concluye que el ítem N°7 tiene un alto grado de coherencia y claridad.

I) Para el ítem N°10 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°45: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el ítem 10.**

ITEM 10	COHERENCIA						CLARIDAD					OBSERVACIONES
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	
<b>Consigna</b>												
<b>JUEZ 1</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 2</b>	4	-	-	-	-		4	-	-	-	-	Sin comentarios
<b>JUEZ 3</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	En el caso de la consigna (D) sugiere indicar "punto de ebullición y fusión para ser coherente con la

												pregunta 14 <sup>a</sup>
<b>JUEZ 4</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 5</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>Promedio</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<b>Porcentaje</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

En relación a los resultados de la evaluación por expertos se concluye que el ítem N°10 es altamente coherente y claro. Respecto a la observación realizada por el juez 3 se consideró incorporar esta modificación al ítem, por lo cual la pregunta N°10 fue redactada nuevamente de la siguiente forma:

**PREGUNTA N°10:** Un compuesto que presenta enlace covalente se caracteriza por

<p>1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo</p> <p>Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.</p>											
<b>COHERENCIA</b>						<b>CLARIDAD</b>					
<b>CONSIGNA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
A. Tener un enlace formado por compartición de pares de electrones											
B. Ser muy buen conductor de la electricidad											
C. Estar formado por elementos no metálicos y /o hidrógeno											
D. Presentar altos puntos de ebullición y puntos de fusión.											

J) Para el ítem N°11 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°46: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el ítem 11.**

<b>ITEM 11</b>	<b>COHERENCIA</b>					<b>CLARIDAD</b>					<b>OBSERVACIONES</b>
<b>Consigna</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	
<b>JUEZ 1</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios



<b>JUEZ 2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sin comentarios
<b>JUEZ 3</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 4</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 5</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>Promedio</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<b>Porcentaje</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

De la tabla anterior podemos observar que el juez 2 no respondió este ítem, por lo cual no fue considerado. Respecto a la evaluación realizada por los cuatro expertos podemos concluir que el ítem presenta un alto grado de coherencia y claridad.

K) Para el ítem N°12 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°47: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el ítem 12.**

ITEM 12	COHERENCIA					CLARIDAD					OBSERVACIONES	
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E		
<b>Consigna</b>												
<b>JUEZ 1</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 2</b>	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	Sin comentarios
<b>JUEZ 3</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 4</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 5</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>Promedio</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<b>Porcentaje</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Respecto del ítem N°12 según la evaluación realizada por los expertos se puede concluir que es altamente coherente y claro.

L) Para el ítem N°6 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°48: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el Ítem 6.**

ITEM 6	COHERENCIA						CLARIDAD					OBSERVACIONES
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	
<b>Consigna</b>												
<b>JUEZ 1</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 2</b>	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	En la consigna A, indica ¿Con qué modelo? El gas electrónico o modelo de bandas electrónicas
<b>JUEZ 3</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 4</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 5</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>Promedio</b>	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	
<b>Porcentaje</b>	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100	

En este caso el juez 2 no respondió este ítem, por lo cual se consideró sólo las valoraciones realizadas por los otros cuatro jueces, con lo cual se puede concluir que el ítem es coherente y claro. Sin embargo consideramos importante la observación realizada por el juez 2, respecto del modelo en el cual se fundamenta la pregunta, para lo cual se realizó la siguiente modificación, indicando que la pregunta se basa en el modelo de bandas electrónicas.

El ítem se redactó nuevamente de la siguiente forma:

**PREGUNTA N°6:** Acerca del Enlace Metálico y considerando el modelo de bandas electrónicas, ¿qué propiedades no pueden ser explicadas por este tipo de enlace?

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo
Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.
<b>COHERENCIA                      CLARIDAD</b>

CONSIGNA	1	2	3	4		1	2	3	4	OBSERVACIONES
A. Maleabilidad y ductibilidad										
B. Brillo metálico										
C. Conductividad del calor										
D. Conductividad eléctrica										
E. Punto de fusión										

M) Para el ítem N°9 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°49: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el ítem 9.**

ITEM 9	COHERENCIA					CLARIDAD					OBSERVACIONES
Consigna	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
JUEZ 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 2	-	4	-	-	3	-	-	-	-	-	Sin comentarios
JUEZ 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
JUEZ 5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
Promedio	4	4	4	4	3,8	4	4	4	4	4	
Porcentaje	100	100	100	100	95	100	100	100	100	100	

Respecto de los resultados obtenidos, se observa que el juez 2 indicó la consigna (E) como parcialmente coherente y sobre el aspecto de claridad, omitió su respuesta. Considerando lo anterior se concluyó considerando los otros cuatro jueces indicaron que las consignas eran altamente coherentes y claras, ya que la valoración es un hecho puntual respecto del total de evaluaciones.

N) Para el ítem N°13 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°50: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el ítem 13.**

ITEM 13	COHERENCIA					CLARIDAD					OBSERVACIONES
Consigna	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
JUEZ 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios

<b>JUEZ 2</b>	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	Sin comentarios
<b>JUEZ 3</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 4</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 5</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>Promedio</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<b>Porcentaje</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Respecto del análisis de los resultados obtenidos para el ítem N° 13 se concluye que en su totalidad los jueces indican que presenta un alto porcentaje de coherencia y claridad.

O) Para el ítem N°15 los resultados fueron los siguientes:

**Tabla N°51: Resultados de valoración de los expertos en términos de coherencia y claridad para el ítem 15.**

ITEM 15	COHERENCIA					CLARIDAD					OBSERVACIONES
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
<b>Consigna</b>											
<b>JUEZ 1</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 2</b>	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	Sin comentarios
<b>JUEZ 3</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 4</b>	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	Sin comentarios
<b>JUEZ 5</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Sin comentarios
<b>Promedio</b>	4	4	3,8	4	4	4	3,8	4	3,8	4	
<b>Porcentaje</b>	100	100	95	100	100	100	95	100	95	100	

Respecto de los resultados observados en la tabla se observa que el juez 2 no evaluó la claridad del ítem y valoró con parcialmente coherente la consigna 3. Por otra parte el juez 3 valoró las consignas B y D con parcialmente claras, con los datos anteriores se procedió a determinar el porcentaje de claridad y coherencia para cada consigna, obteniéndose en general u ítem con un alto grado de coherencia y claridad.

P) Pregunta abierta: ítem N°16

Finalmente te invitamos a responder la siguiente pregunta: ¿Conoces algún otro tipo de enlace químico además de los presentados en este cuestionario? **SÍ – NO**

- Si tu respuesta es Sí, ¿Cuál o cuáles? \_\_\_\_\_

**Resultados**

**Experto Respuestas**

- Juez 1 Sin observaciones.
- Juez 2 Sin observaciones.
- Juez 3 Responde cada uno de las consignas con totalmente de acuerdo en términos de claridad y coherencia.
- Juez 4 Sin observaciones.
- Juez 5 Sin observaciones.

Respecto de la pregunta abierta, N°16, en general los jueces no emitieron observaciones, sólo el juez 3 indica que posee un alto grado de coherencia y claridad.

La siguiente tabla indica el estado final de los ítems que se aplicarán:

**Tabla N°52: Resumen del estado final del cuestionario**

<b>Pregunta Inicial</b>	<b>Estado</b>
1	Permanece igual
2	Permanece igual
3	Permanece igual
4	Permanece igual
5	Permanece igual
6	Modificada en su redacción
7	Permanece igual
8	Permanece igual
9	Permanece igual
10	Modificada en su redacción
11	Permanece igual
12	Permanece igual

13	Permanece igual
14	Permanece igual
15	Permanece igual
16	Permanece igual

**Observaciones adicionales de los jueces:**

Experto Respuestas

Juez 1 El cuestionario en general lo considero coherente y adecuado en cuanto a cuestiones cerradas. Sería de interés que fuese validado con un grupo de alumnos/as de la edad de evaluación para conocer si realmente mide el nivel si evalúa sus ideas previas. Por otro lado, considerar que además de evaluar ideas previas, el cuestionario evalúa competencia cognitiva, me parece quizá demasiado ambicioso. A la par, completaría el estudio de ideas previas con otro tipo de técnicas de recogida de datos como entrevistas, cuestionario abierto, grupos de discusión en gran grupo, análisis de dibujos propios, etc.

Juez 2 Sin observaciones

Juez 3 Las preguntas están desordenadas.

Juez 4 El instrumento, está elaborado en concordancia con el nivel de desempeño que determina la unidad (según referencia de edad señalada), por cuanto cumple con el requisito de validez. Además, es concordante con los requisitos de practicabilidad, ya que las imágenes utilizadas caracterizan los contenidos evaluados, y se observa claridad y comprensión que requiere la redacción de las preguntas y alternativas.

Sugerencia: anexar pauta de corrección para asegurar la objetividad en la evaluación a realizar.

Juez 5 Se sugiere aplicar cuestionario a un grupo estudiantes.

Respecto de las observaciones generales realizadas por los expertos se consideró la aplicación del cuestionario a un grupo de estudiantes de la edad que corresponde a este nivel de conocimientos. Con respecto a la observación de la medición de las competencias cognitivas que se miden en el cuestionario se hará un apartado dando cuenta de los resultados obtenidos por los estudiantes al aplicar el test al inicio y al final, tratando de responder a los niveles cognitivos alcanzados por los estudiantes.

#### 4.3.2 Validación del test diagnóstico al ser aplicado a estudiantes.

El análisis del test aplicado está enfocado en determinar a través de la aplicación de un estadístico la confiabilidad del instrumento. La confiabilidad de un instrumento dice relación con las características propias de este o consistencia interna, para lo cual se dispone del coeficiente Alpha de Cronbach, este determina la correlación de cada reactivo o ítem con cada uno de los otros, Quero, (2010).

Del estudio cuantitativo realizado al test de diagnóstico, este fue aplicado a 30 estudiantes. Algunos programas estadísticos permiten hacer análisis de consistencia interna de los ítems de un instrumento, en este caso se utilizó el programa R-Commander (Rcmdr), versión 2019, para determinar el Alpha de Cronbach, se obtuvo un Alpha de Cronbach de 0,7866, lo cual representa un valor fiables para esta muestra de estudiantes.

**Tabla N°53: Estadístico Alpha de Cronbach**

Procesamiento de casos			Estadístico de Confiabilidad	
<b>Casos</b>	<b>N</b>	<b>Porcentaje %</b>	<b>Alpha de Cronbach</b>	<b>Número de Ítems</b>
Válidos	30	100,0	0,7866	15
Excluidos	0	0,0		
Total	30	100,0		

Al realizar un análisis respecto de la fiabilidad eliminando cada elemento por turno se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla N°54: Fiabilidad eliminando cada elemento por turno**

<b>Pregunta Inicial</b>	<b>Alpha</b>	<b>Alpha Estándar</b>
1	0.7688	0.7717
2	0.7925	0.7949
3	0.7625	0.7661
4	0.7735	0.7771
5	0.7733	0.7762
6	0.7768	0.7799
7	0.7688	0.7721
8	0.7682	0.7725
9	0.7645	0.7653
10	0.7790	0.7822
11	0.7887	0.7918
12	0.7713	0.7750
13	0.7717	0.7753
14	0.7900	0.7928
15	0.7688	0.7714

Al analizar la tabla anterior, observamos que al quitar las preguntas 2, 11 y 14 el valor del Alpha de Cronbach se vería levemente aumentado, sin embargo dentro del contexto global del instrumento se mantienen valores de Alpha homogéneos, por lo cual y considerando las valoraciones realizadas por los expertos no se consideró eliminar ningún ítem del instrumento.

#### **4.4 Síntesis Fina de resultados**

La solidez psicométrica de un instrumento puede ser establecida en base a dos parámetros importantes, la validez y confiabilidad. En el caso de nuestro estudio la validez se midió a partir de la técnica Juicio de Expertos, lo que resulto ser concluyente en términos de la validez del instrumento analizado, es decir mide lo que se desea medir.



En cuanto a la confiabilidad o estabilidad del instrumento se analizó a partir del Coeficiente de Cronbach, considerando un valor confiable por sobre 0,75, el test analizado resultó ser fiable para la muestra a cual fue aplicado, es decir nos referimos a que el instrumento de medida mide lo que mide.

## **CAPITULO 5**

### **Aplicación del Pre Test**

### 5.1 Resultados de la aplicación del cuestionario o test de diagnóstico para determinar las ideas previas de los estudiantes.

La aplicación del test de diagnóstico fue realizada a dos grupos de estudiantes, en adelante nos referiremos al grupo experimental y al grupo control. Las características de cada uno de estos grupos las presentamos a continuación:

Tabla N°55: Caracterización de Grupo Control y Experimental

Grupo	Aplicación de Pretest	Aplicación de Postest	Aplicación de Secuencia Didáctica *	Número de estudiantes	Edad (años)
Control	Si	Si	No	30	14-15
Experimental	Si	Si	Si	29	14-15

\* En ambos casos la Secuencia Didáctica fue aplicada por la misma profesora.

En relación al porcentaje de exigencia en las pruebas aplicadas en el sistema de educación en Chile debemos indicar que se considera para aprobar un 60% de exigencia.

Los resultados obtenidos en la aplicación del test de diagnóstico al grupo experimental, se presenta considerando los cuatro grupos de preguntas: grupo I, enlace químico; II, propiedades de las sustancias iónicas; III, propiedades de las sustancias covalentes, IV, enlace metálico, siguiendo la siguiente secuencia:

#### 5.1.1 Resultados Grupo I, preguntas sobre el enlace químico: 1 y 5

<b>Pregunta N°1</b>	<b>Objetivo:</b> Explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace químicos.
El enlace químico se entiende como:	a) La unión física entre diferentes sustancias b) Fuerzas de atracción entre átomos c) La afinidad entre diferentes sustancias d) La ganancia o pérdida de electrones e) Interacciones eléctricas entre núcleos y electrones o entre iones vecinos
<b>Pregunta N°5</b>	<b>Objetivo:</b> Explorar la idea que poseen los estudiantes sobre

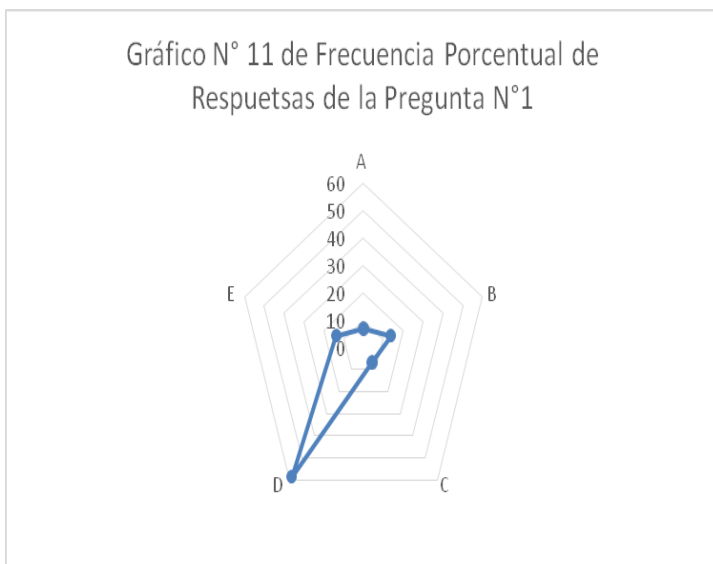
	el concepto de enlace químicos.
¿Cuál de los siguientes modelos atómicos es el mejor para explicar al enlace químico?	a) Modelo de Demócrito b) Modelo de Thomson c) Modelo de Dalton d) Modelo de Bohr e) Modelo de Lewis

**Tabla N°56: Frecuencia Porcentuales de respuestas para cada una de las aseveraciones de la pregunta del 1 y 5.**

Pregunta N°1					
	a	b	c	d	e
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	7	13	7	59	14
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	40	23	7	10	20
Pregunta N°5					
	a	b	c	d	e
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	0	7	4	34	55
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	7	0	3	33	57

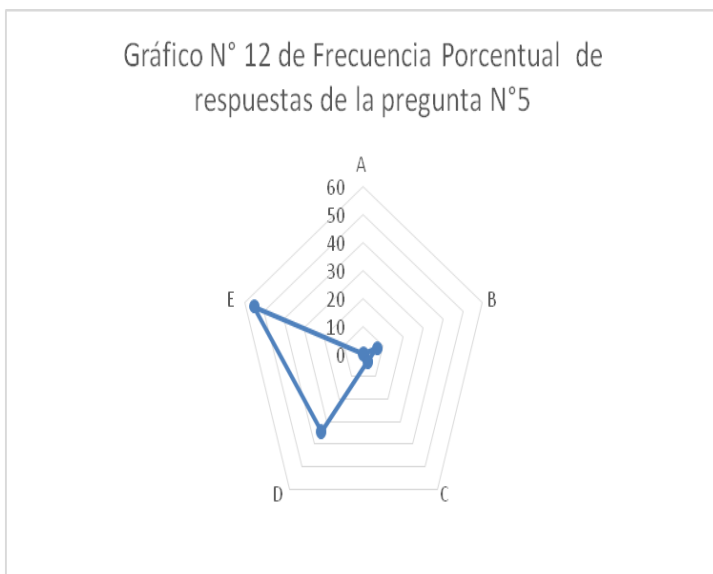
Considerando los datos anteriores esto se puede representar en los siguientes gráficos:

**Figura N°16: Gráfico Frecuencia Porcentual de respuestas de la Pregunta N° 1**



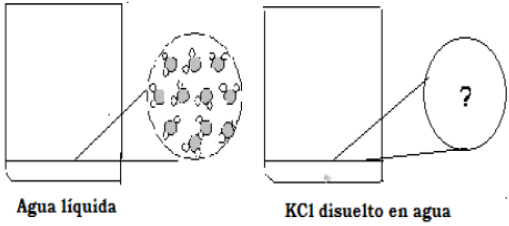
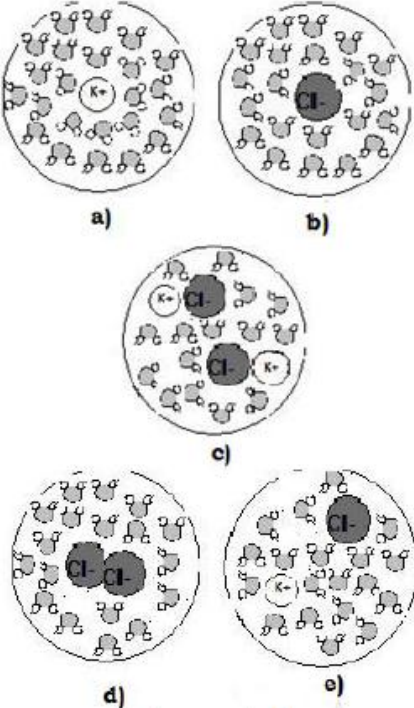
Un 59% de los estudiantes relacionó el concepto de enlace químico con la ganancia o pérdida de electrones.

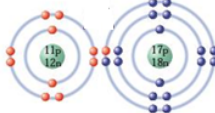

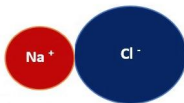
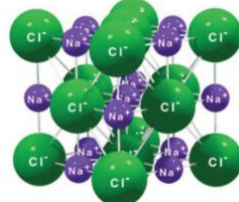
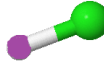
**Figura N°17: Gráfico Frecuencia Porcentual de respuestas de la Pregunta N° 5**



El modelo de estructura de Lewis fue considerado por los estudiantes como el mejor modelo para explicar el enlace químico, esto corresponde a un 55 % de los estudiantes.

**5.1.2 Resultados Grupo II, preguntas relacionadas las propiedades físicas y químicas de sustancias iónicas y su estructura de estado sólido: 3, 4, 8 y 14.**

<p><b>Pregunta N°3</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> Establecer las concepciones que poseen los estudiantes sobre enlace iónico, de acuerdo a sus propiedades. (Fenómenos electrostáticos, cargas iónicas <math>K^+</math> y <math>Cl^-</math>, polaridad), fuerzas intermoleculares).</p>
<p>El círculo a la derecha muestra una vista aumentada de una porción muy pequeña de agua líquida en un recipiente:</p>  <p>¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales corresponde al cloruro de potasio (KCl) disuelto en agua?</p>	
<p><b>Pregunta N°4</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace iónico, relacionándolas con las propiedades que presentan estas sustancias.</p>
<p>Los cristales microscópicos de cloruro de sodio (NaCl) se pueden caracterizar de acuerdo con las</p>	<p>a) I y III</p>

<p>siguientes propiedades de la tabla:</p> <p>I.- Color  II.- Tamaño  III.- Conductividad eléctrica en estado sólido  IV.- Conductividad eléctrica en disolución acuosa  V.- Forma  VI.- Temperatura de Fusión</p> <p>¿Cuáles propiedades de la tabla anterior permite clasificar a esta sustancia, mediante el modelo de enlace iónico?</p>	<p>b) I y V  c) IV y VI  d) V y VI  e) II y IV</p>
<p><b>Pregunta N°8</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> establecer como exhibe el estudiante la formación del enlace iónico.</p>
<p>Las propiedades del Cloruro de sodio (NaCl) sólido se pueden explicar mediante un modelo de enlace iónico, ¿cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado para representar el NaCl?</p>	<p>a) </p> <p>b) </p> <p>c) </p> <p>d) </p> <p>e) </p>
<p><b>Pregunta N°14</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace iónico considerando sus propiedades.</p>

Los compuestos iónicos poseen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Alta solubilidad en agua</li> <li>b) Alto punto de fusión</li> <li>c) Muy baja o nula conductividad eléctrica en estado sólido</li> <li>d) Alto punto de Ebullición</li> <li>e) Todas las anteriores son correctas</li> </ul>
--------------------------------	---

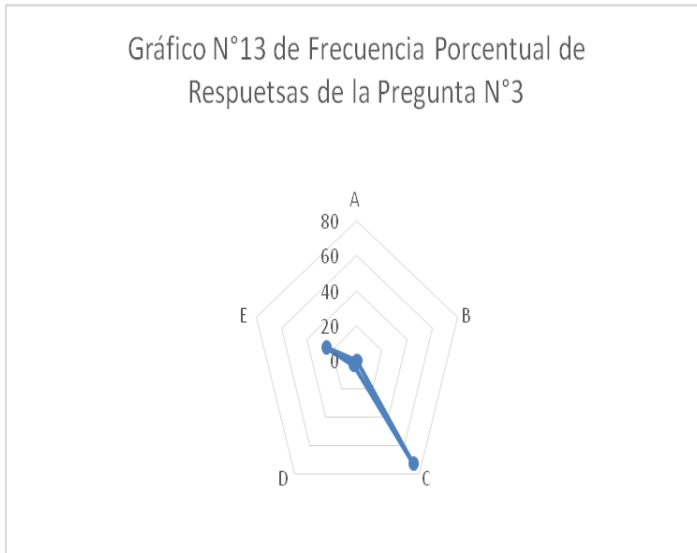
**Tabla N°57: Frecuencias Porcentuales de respuestas para cada una de las aseveraciones de las preguntas del 3, 4, 8 y 14**

Pregunta N°3					
	a	b	c	d	e
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	0	0	72	4	24
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	10	10	20	7	53
Pregunta N°4					
	a	b	c	d	e
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	4	7	41	41	7
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	7	10	57	10	16
Pregunta N°8					
	a	b	c	d	e
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	14	3	28	52	3
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	7	10	46	27	10
Pregunta N°14					
	a	b	c	d	e
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	10	14	4	10	62
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	17	10	17	26	30

Considerando los datos anteriores esto se puede representar en los siguientes gráficos:

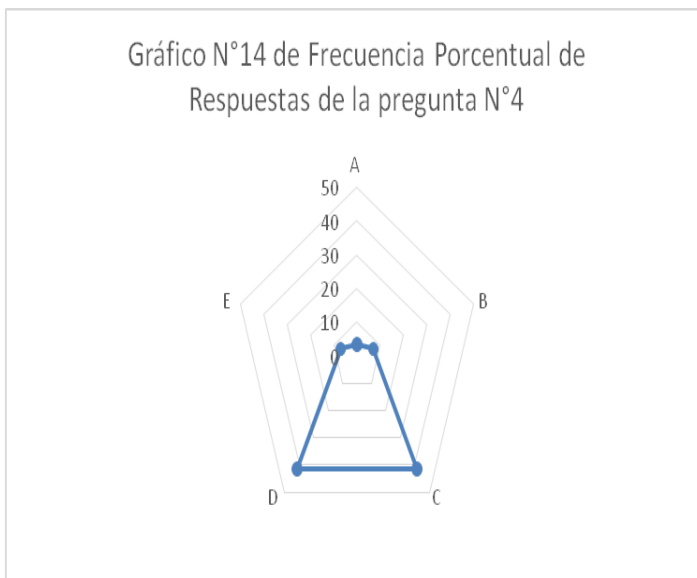


**Figura N°18 : Gráfico Frecuencia Porcentual de Respuestas de la Pregunta N°3**



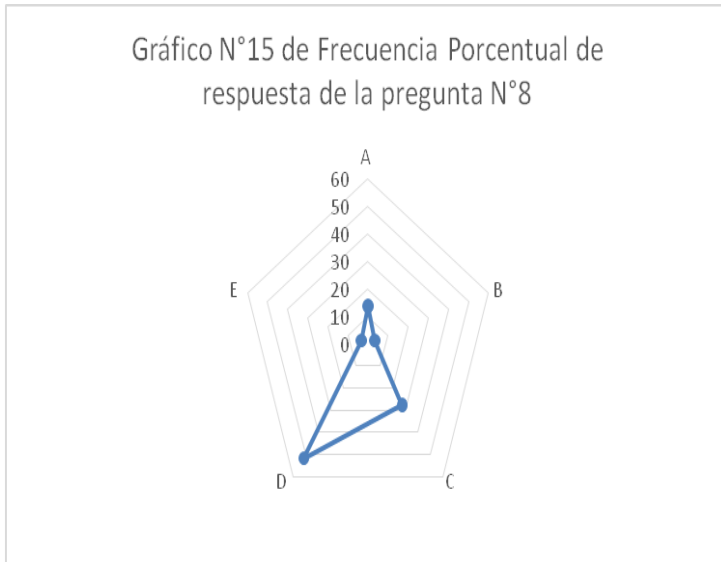
Más del 70% de los estudiantes relaciona el proceso de disolución de una sustancia con fenómenos electroestáticos, distingue la formación de iones y la atracción con la molécula de agua de naturaleza polar.

**Figura N°19: Gráfico Frecuencia Porcentual de Respuestas de la Pregunta N°4**



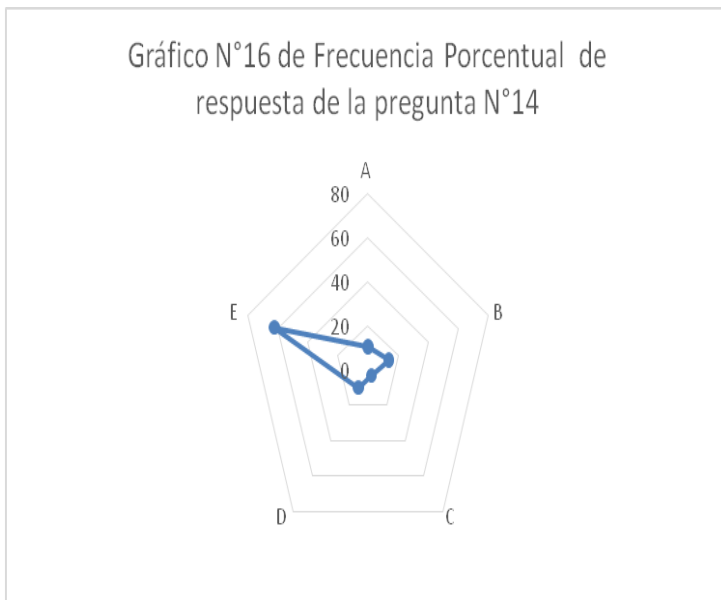
En relación a la pregunta 4, el 41% de los estudiantes elige las aseveraciones c y d, lo anterior dice relación con propiedades de los compuestos iónicos, como su estructura (forma), conductividad eléctrica y el punto de fusión que estas sustancias poseen.

**Figura N°20: Gráfico Frecuencia Porcentual de Respuestas de la Pregunta N°8**



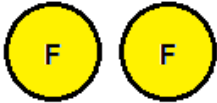
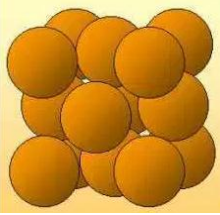
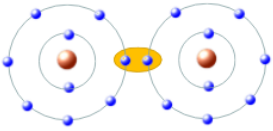

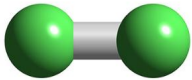
El 52% de los estudiantes considera que la estructura cristalina representa la estructura del NaCl.

**Figura N°21: Gráfico Frecuencia Porcentual de Respuestas de la Pregunta N°14**



Un 62% de los estudiantes considera que los compuestos iónicos poseen altos puntos de ebullición, alta solubilidad en agua, muy baja conductividad en el estado sólido y altos puntos de fusión.

**5.1.3 Resultados de Grupo III, preguntas relacionadas con las propiedades de sustancias covalentes polares y no polares (representaciones semióticas): 2, 7, 10, 11 y 12.**

<p><b>Pregunta N°2</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> establecer cómo concibe el estudiante la formación del enlace covalente.</p>
<p>En el <math>F_2</math> los electrones que enlazan a los átomos se comparten por igual, indica cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado para representar el <math>F_2</math>:</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center; margin: 10px;">  <p>a)</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px;">  <p>b)</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px;">  <p>c)</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px;">  <p>d)</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px;">  <p>e)</p> </div> </div>
<p><b>Pregunta N°7</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace covalente.</p>
<p>Un enlace covalente puede dar lugar a:</p>	<p>a) Sustancias moleculares  b) Cristales covalentes  c) Redes Cristalinas metálicas  d) Redes Cristalinas iónicas  e) a) y b) son correctas</p>
<p><b>Pregunta N°10</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace covalente, relacionándolas con las propiedades que presentan estas sustancias.</p>
<p>Un compuesto que</p>	<p>a) Tener un enlace formado por compartición de pares de</p>

<p>presenta enlace covalente se caracteriza por:</p>	<p>electrones</p> <p>b) Ser muy buen conductor de la electricidad</p> <p>c) Estar formado por elementos no metálicos y /o hidrógeno</p> <p>d) Presentar altos puntos de ebullición</p> <p>e) Tanto a) como c) son verdaderas</p>
<p><b>Pregunta N°11</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace covalente, relacionándolas con las propiedades que presentan estas sustancias.</p>
<p>Los cristales macroscópicos de sacarosa (<math>C_{12}H_{22}O_{11}</math>) se pueden caracterizar de acuerdo con las siguientes propiedades de la tabla:</p> <p>I.- Conductividad eléctrica de la disolución acuosa</p> <p>II.- Temperatura de Fusión</p> <p>III.- Forma</p> <p>IV.- Color</p> <p>V.- Conductividad eléctrica en estado sólido</p> <p>VI.- Tamaño</p> <p>¿Cuáles propiedades de la tabla anterior permiten clasificar a estas sustancias mediante un modelo de enlace</p>	<p>a) I y III</p> <p>b) I y V</p> <p>c) IV y VI</p> <p>d) V y VI</p> <p>e) I y II</p>

covalente?	
<b>Pregunta N°12</b>	<b>Objetivo:</b> establecer como exhibe el estudiante la formación del enlace covalente.
Las propiedades del HCl, se pueden explicar mediante un modelo de enlace covalente polar, de acuerdo con el cual los electrones se comparten de modo desigual. ¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado para el HCl?	

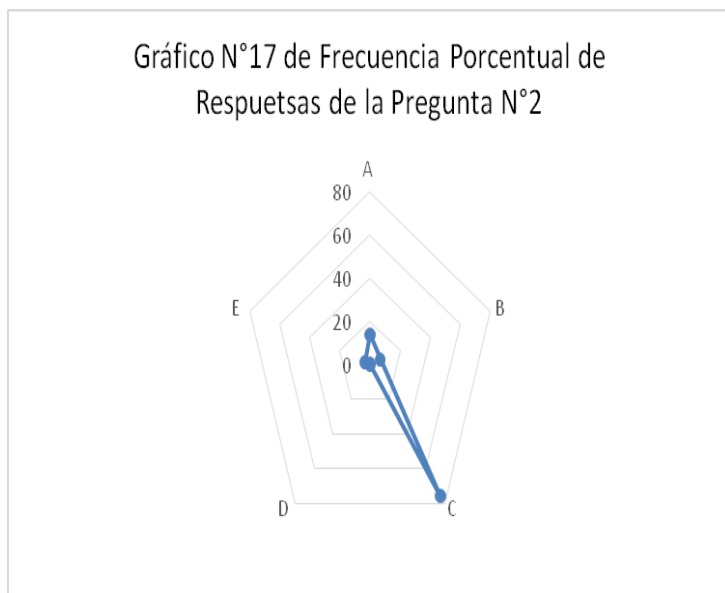
**Tabla N°58: Frecuencia Porcentuales de respuestas para cada una de las aseveraciones de las preguntas del 2, 7, 10, 11 y 12**

Pregunta N°2					
	a	b	c	d	e
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	14	7	76	0	3
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	3	3	50	7	37
Pregunta N°7					
	a	b	c	d	e
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	3	22	3	0	72
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	6	17	14	6	57
Pregunta N°10					

	a	b	c	d	e
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	14	10	28	7	41
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	23	13	13	18	33
<b>Pregunta N°11</b>					
	a	b	c	d	e
<b>F. Porcentual G. Experimental</b>	7	14	10	7	62
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	17	13	33	17	20
<b>Pregunta N°12</b>					
	a	b	c	d	e
<b>F. Porcentual G. Experimental</b>	0	59	10	28	3
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	40	27	10	10	13

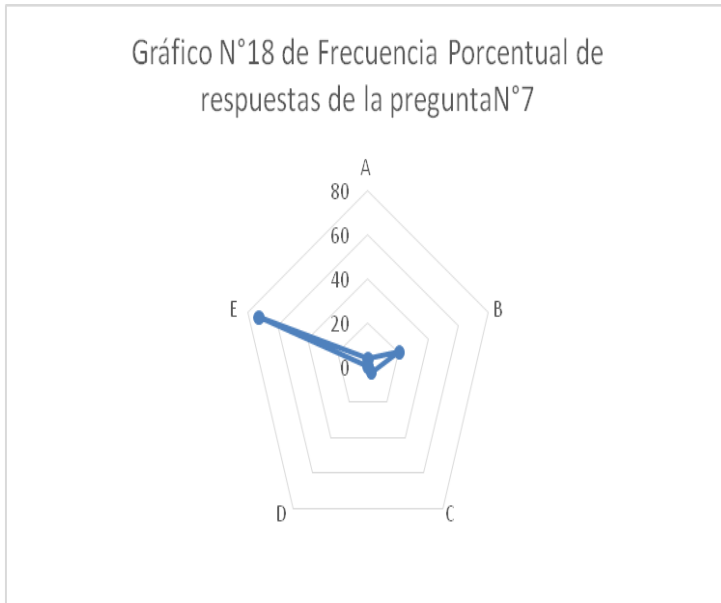
Los resultados anteriores los podemos observar en los siguientes gráficos:

**Figura N°22: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°2**



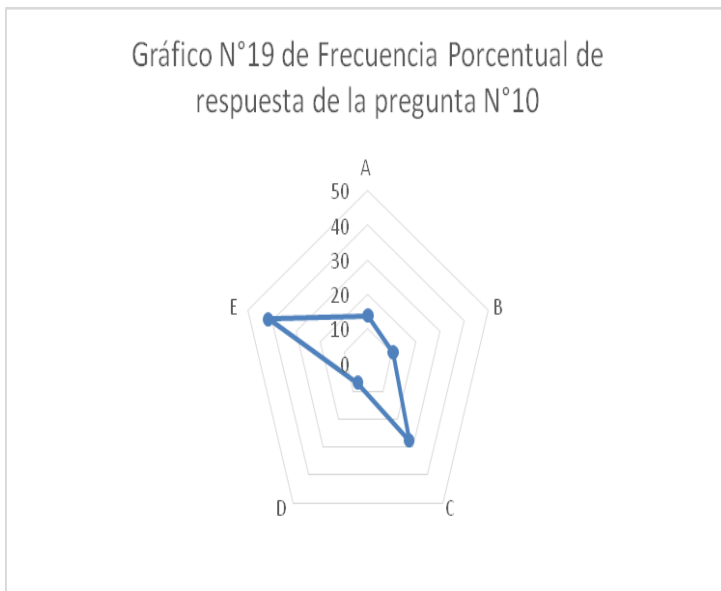
El 76 % de los estudiantes considera que el modelo que representa la formación de la molécula  $F_2$  es por compartición de electrones, lo cual se asocia al enlace covalente.

**Figura N°23: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°7**



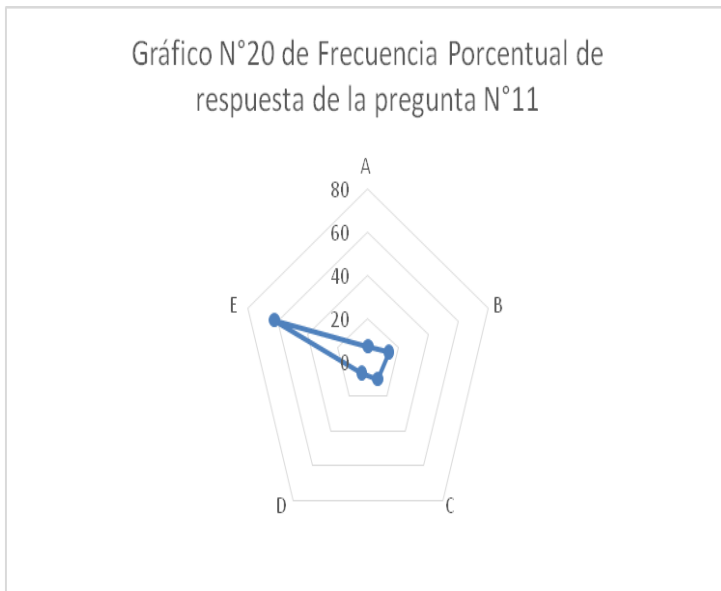
Un 72% de los estudiantes considera que el enlace covalente puede dar origen a Sustancias moleculares y Cristales covalentes.

**Figura N°24: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°10**



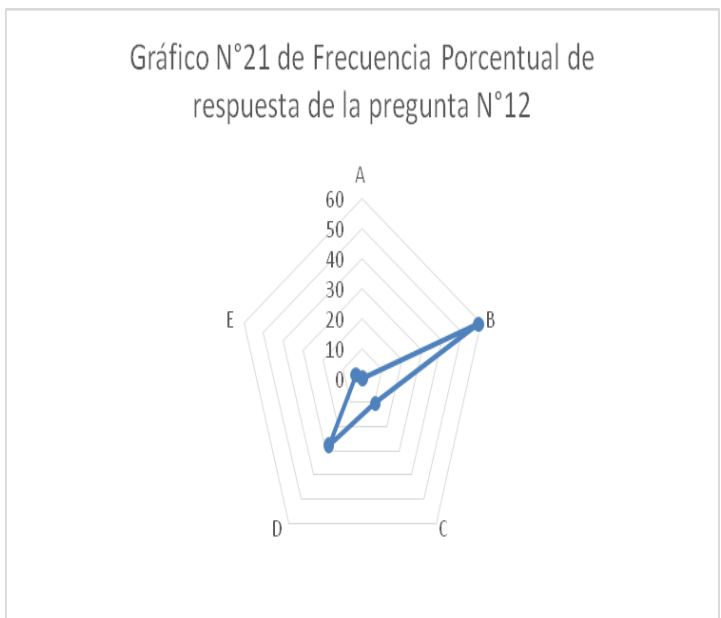
El 42% de los estudiantes consideró que el enlace covalente se forma por compartición de electrones, a través de un modelo de niveles de energía y que puede estar formado por elementos no metálicos y/o hidrógeno.

**Figura N°25: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°11**



El 62% de los estudiantes relaciono el enlace covalente con la conductividad eléctrica de la disolución acuosa y temperatura de Fusión.

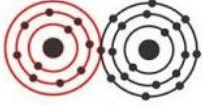
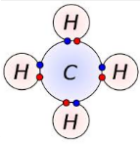
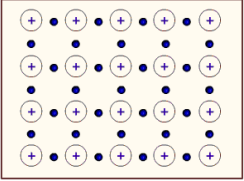
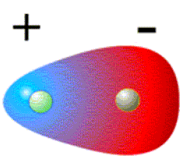
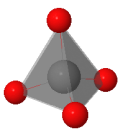
**Figura N°26: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°12**



El 59% de los estudiantes consideró que el modelo de enlace covalente para el HCl es el de niveles energético, que se muestra la compartición de electrones.



**5.1.4 Análisis de Grupo IV, preguntas relacionadas con las propiedades físicas y químicas de los metales 6, 9, 13 y 15.**

<b>Pregunta N°6</b>	<b>Objetivo:</b> explorar la idea que poseen los estudiantes sobre las propiedades que presentan los metales.
Acerca del Enlace Metálico, ¿qué propiedades no pueden ser explicadas por este tipo de enlace?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Maleabilidad y ductibilidad</li> <li>b) Brillo metálico</li> <li>c) Conductividad del calor</li> <li>d) Conductividad eléctrica</li> <li>e) Punto de fusión</li> </ul>
<b>Pregunta N°9</b>	<b>Objetivo:</b> explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace metálico.
¿Cuál de las siguientes descripciones caracteriza mejor el enlace metálico?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) los electrones se comparten entre los átomos</li> <li>b) la formación de iones</li> <li>c) la unión entre moléculas de distinta carga</li> <li>d) los electrones están deslocalizados en todo el cristal</li> <li>e) los electrones no se comparten entre los átomos</li> </ul>
<b>Pregunta N°13</b>	<b>Objetivo:</b> Se pretende establecer como exhibe el estudiante la formación del enlace metálico.
¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales representa el enlace metálico?	<p>a)  b)  c) </p> <p>d)  e) </p>

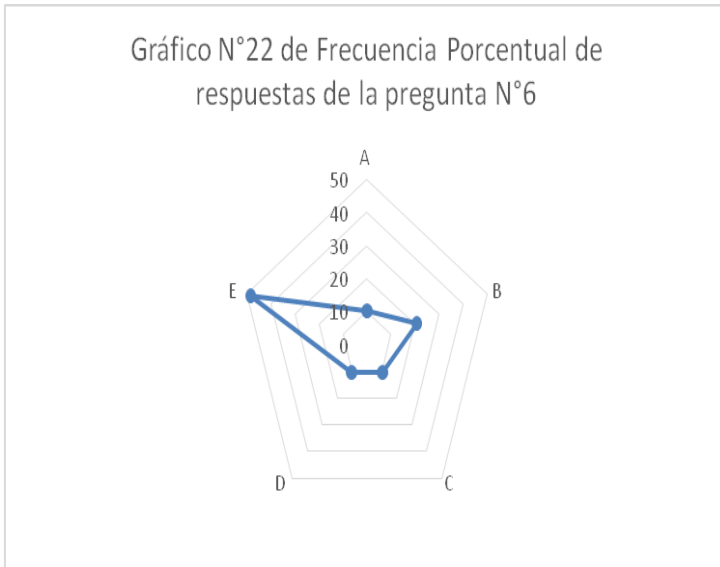
<b>Pregunta N°15</b>	<b>Objetivo:</b> explorar la idea que poseen los estudiantes sobre el concepto de enlace metálico, relacionándolas con las propiedades que presentan estas sustancias.
En un enlace metálico los electrones perdidos por los átomos...	a) Los ganan otros átomos b) Se pierden c) Se quedan entre los cationes manteniendo la estructura d) Se comparten e) Se quedan como aniones

**Tabla N°59: Frecuencia Porcentuales de respuestas para cada una de las aseveraciones de las preguntas del 6, 9, 13 y 15**

<b>Pregunta N°6</b>					
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	10	22	10	10	48
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	30	20	17	23	10
<b>Pregunta N°9</b>					
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	62	7	17	0	14
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	17	7	12	57	7
<b>Pregunta N°13</b>					
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	25	52	17	3	3
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	23	17	20	23	17
<b>Pregunta N°15</b>					
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>
<b>F. Porcentual Grupo Experimental</b>	55	14	10	21	0
<b>F. Porcentual Grupo Control</b>	20	13	37	17	13

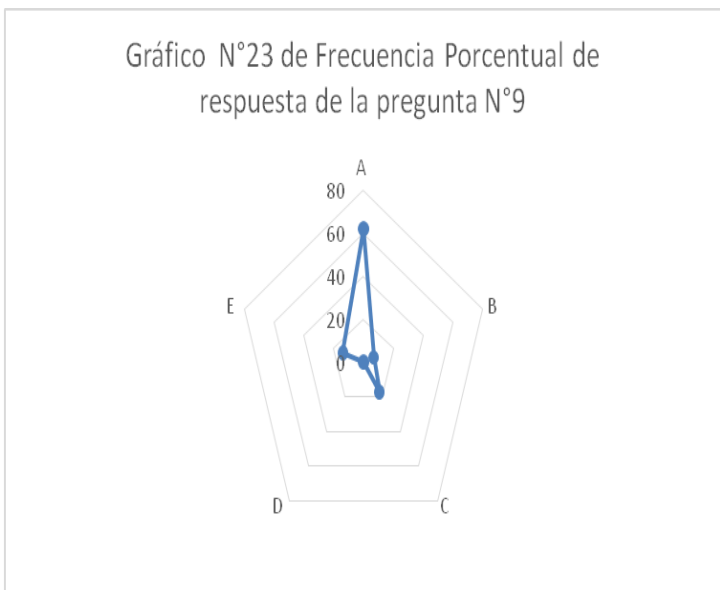
Considerando los datos anteriores esto se puede representar en los siguientes gráficos:

**Figura N°27: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°6**



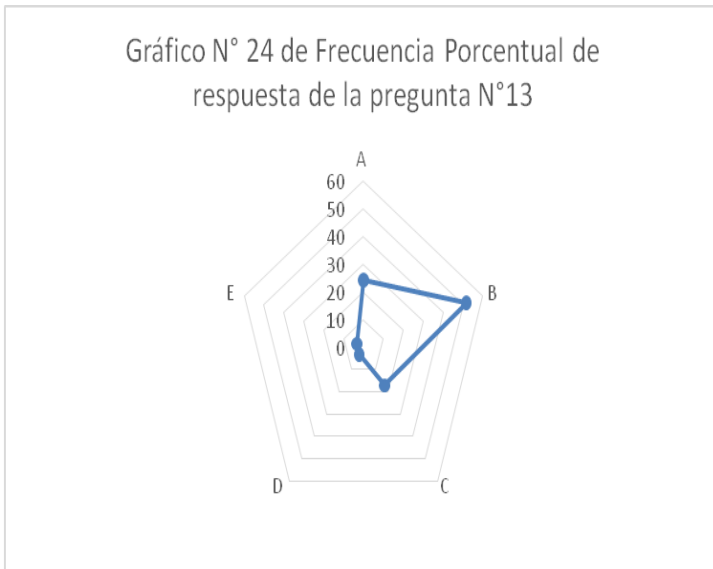
El 48% de los estudiantes contestó que el punto de fusión es una propiedad que no puede ser explicada a partir del enlace metálico.

**Figura N°28: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°9**



Un 62% de los estudiantes contestó que una propiedad que caracteriza a los metales es que los electrones se comparten entre los átomos.

**Figura N°29: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°13**



Con respecto a la formación del enlace metálico Un 52% de los estudiantes reconoce el modelo bidimensional de compartición de electrones en niveles energético asociado a este aspecto.

**Figura N°30: Gráfico de Frecuencia Porentual de Respuestas de la Pregunta N°15**



Un 55% de los estudiantes respondió que los electrones perdidos en un enlace metálico lo ganan otros átomos.

Respecto de los resultados obtenidos en la aplicación del test de diagnóstico para determinar las ideas previas de los estudiantes, podemos decir lo siguiente:

Relacionaron el enlace químico con:

La ganancia o pérdida de electrones, este punto lo podemos asociar con el modelo de la electronegatividad lo cual coincide con algunos estudios de De Posada (1993) y Valcárcel *et al.* (2000), Coll and Taylor (2001) en un estudio sobre las preconcepciones coinciden que alguna de ellas dice relación con el intercambio de electrones. El modelo que representa el enlace químico es la estructura de Lewis.

Respecto al enlace iónico:

- Asociaron la disolución de un compuesto iónico a fenómenos electroestáticos. Lo anterior concuerda con estudios realizados por Taber, 1997 citado por Ózmen, 2004 mencionan en un estudio de preconcepciones sobre enlace iónico, los estudiantes indican que el ion positivo estará enlazado a cualquier ion negativo cercano.
- Este tipo de compuesto presenta una estructura cristalina (red). Lo anterior coincide con los estudios realizados por Butts y Smith (1987) en el cual algunos estudiantes se refieren al enlace iónico como estructura cristalina, formada por iones.
- Algunas propiedades asociadas fueron la conductividad eléctrica, altos puntos de fusión, alta solubilidad en agua. En relación a las propiedades de los compuestos iónicos, Bello (2008) menciona que los estudiantes se refieren a estos compuestos como solubles en agua y altos puntos de fusión, estas dos propiedades coinciden con nuestro estudio al respecto.

Respecto del enlace covalente:

- Relacionaron la formación de una molécula covalente con un modelo de niveles de energía, en el cual se muestran la compartición de electrones entre elementos. Existen estudios anteriores que concuerdan con esta idea

que presentan los estudiantes, por ejemplo Taber (1999), Kind (2004), Garcés *et al.* (2008).

- También se asocia el enlace covalente a la unión de elementos no metálicos y/o hidrógeno. Esta idea es concordante con lo encontrado en estudios realizados por Garcés, Herrera y Velázquez (2008), el enlace covalente se da cuando se unen dos elementos no metálicos en donde comparten electrones para completar el octeto de Lewis.
- Asociaron el enlace covalente a la formación de sustancias moleculares y cristales covalentes.
- Respecto a las propiedades del enlace covalente identificaron la conductividad eléctrica en agua y temperaturas de fusión. En relación a esto último, un estudio realizado por Bello (2008) los estudiantes asocian el punto de fusión a una propiedad del enlace covalente, indicando que tienen bajo punto de fusión.

#### Respecto al enlace metálico:

- Relacionan el enlace metálico a una compartición de electrones entre los átomos.
- Asociaron el enlace metálico al modelo bidimensional de niveles energéticos.
- Los electrones perdidos por un átomo metálico, lo ganan otros átomos.
- Indicaron que el punto de fusión no es una propiedad que se puede explicar a través del enlace metálico.

## **5.2 Resultados de la aplicación del cuestionario o Pre-test sobre la Unidad de Enlace Químico para determinar el porcentaje de aprobación por cada una de las preguntas.**

### **5.2.1 Resultados del Pre-test aplicado al grupo experimental de estudiantes.**

Un primer análisis fue el del Coeficiente Alpha de Cronbach, el cual se obtuvo un valor de 0,78, por lo cual se considera confiable.

**Tabla N° 60: Coeficiente Alpha de Conbrach para Pre-test aplicado a grupo experimental**

Procesamiento de casos

Estadístico de Confiabilidad

Casos	N	Porcentaje %
Válidos	29	100,0
Excluidos	0	0,0
Total	29	100,0

Alpha de Conbrach	Número de Ítems
0,78	15

A continuación indicamos los resultados obtenidos en cada una de las preguntas del cuestionario en términos de aprobación y reprobación del ítem. El cuestionario fue aplicado a 29 estudiantes.

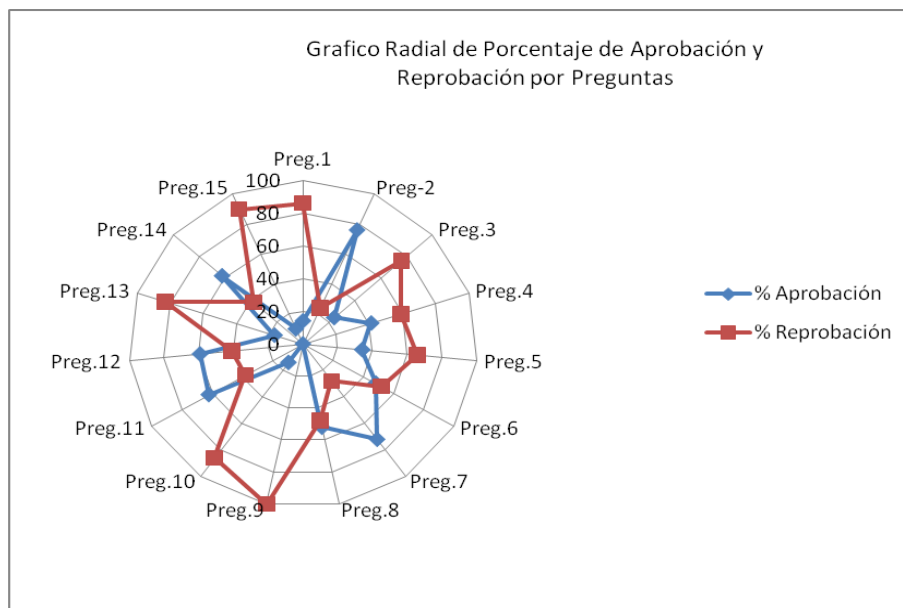
**Tabla N°61: Frecuencias Porcentuales de Aprobación y Reprobación por Pregunta Grupo Experimental**

Pregunta	Frecuencia Porcentual de Aprobación	Frecuencia Porcentual de Reprobación
1	14	86
2	76	24
3	24	76
4	41	59
5	34	66
6	48	52
7	72	28
8	52	48
9	0	100
10	14	86

<b>11</b>	62	38
<b>12</b>	59	41
<b>13</b>	17	83
<b>14</b>	62	38
<b>15</b>	10	90

Los resultados obtenidos se pueden observar en el siguiente gráfico:

**Figura N°31: Porcentaje de Aprobación y Reprobación de cada una de las preguntas para el grupo experimental**



Del gráfico anterior se deduce que sólo las preguntas 2, 7, 11 y 14 superan el 60% de aprobación, por lo tanto el resto de las preguntas no cumplen con la aprobación mínima para superar el test. Lo anterior implica que ningún estudiante logró aprobar la prueba.



## **Resultados obtenidos en relación a las Representaciones Semióticas**

Respecto a las preguntas asociadas directamente con las representaciones semióticas, la pregunta N°3 tuvo un 24% de aprobación, la pregunta N°5 presenta sólo un 34% de aprobación, el ítem N°8 un 52%, la pregunta N°12 tiene un 59%, el ítem N°13 presenta un 17 % de aprobación, todas las preguntas anteriores muestran que los estudiantes no tienen claro la relación de los aspectos teóricos con las representaciones usados en los libros de texto, respecto al enlace químico. Sólo en la pregunta N°2, los resultados muestran un 72% de aprobación para este ítem, es decir un gran porcentaje de estudiantes reconoce un modelo material bidimensional relacionado con el enlace covalente, sin embargo no cabe duda que debemos reforzar y enfatizar en el uso adecuado de estas representaciones en los libros de texto, de tal manera que se transformen en herramientas útiles en el aprendizaje del concepto de enlace químico.

Respecto de la pregunta abierta que die relación con el conocer otro tipo de uniones, el 100% de los estudiantes indica no conocer otro tipo de uniones.

### **5.2.2 Resultados del Pre-test aplicado al grupo control de estudiantes.**

Un primer análisis fue el del Coeficiente Alpha de Cronbach, el cual se obtuvo un valor de 0,73, por lo cual se considera confiable.

**Tabla N°62: Coeficiente Alpha de Cronbach aplicado a estudiantes del grupo control**

Procesamiento de casos

Casos	N	Porcentaje %
Válidos	30	100,0
Excluidos	0	0,0
Total	30	100,0

Estadístico de Confiabilidad

Alpha de Conbrach	Número de Ítems
0,73	15

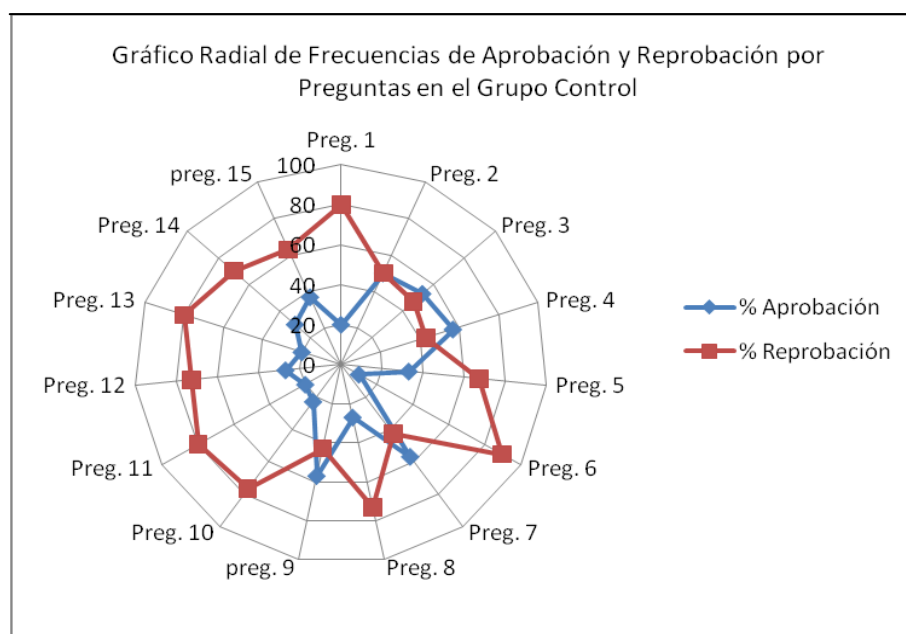
A continuación indicamos los resultados obtenidos en cada una de las preguntas del cuestionario en términos de aprobación y reprobación del ítem. El cuestionario fue aplicado a 30 estudiantes.

**Tabla N°63: Frecuencia Porcentuales de Aprobación y Reprobación por Pregunta del Grupo Control**

Pregunta	Frecuencia Porcentual Aprobación	Frecuencia Porcentual Reprobación
1	20	80
2	50	50
3	53	47
4	57	43
5	33	67
6	10	90
7	57	43
8	27	73
9	57	43
10	23	77
11	20	80
12	27	73
13	20	80
14	30	70
15	37	63

Los resultados anteriores se pueden observar en el siguiente gráfico:

**Figura N°32: Gráfico de Frecuencia Porcentuales de Aprobación y Reprobación de cada una de las preguntas para el grupo Control**



Del gráfico anterior se puede indicar que ninguna de las preguntas supero un porcentaje de aprobación de un 60%, que es el mínimo permitido para aprobar una evaluación, es decir en este caso ninguno de los estudiantes logro superar los índices de aprobación del test diagnóstico.

En relación a la pregunta abierta N°16 que dice relación con conocer otro tipo uniones el 100% de los estudiantes indica no conocer otro tipo de uniones.

### 5.3 Síntesis final sobre aplicación del pre test

Después del análisis realizado a los resultados obtenidos al aplicar el pre test de diagnóstico al grupo experimental y control, podemos indicar lo siguiente:

- ✓ Respecto del enlace químico los estudiantes se refieren a él como una ganancia y pérdida de electrones y lo asocian al modelo de Estructura de Lewis.
- ✓ En relación al enlace iónico los estudiantes asocian la disolución de compuestos iónicos a fuerzas electroestáticas; son compuestos que presentan una forma cristalina (estructura) y presentan algunas propiedades como la

solubilidad en agua, conducción de la corriente eléctrica y el calor y puntos altos de fusión.

- ✓ Respecto del enlace covalente los estudiantes distinguen un modelo por compartición de electrones asociados a un modelo bidimensional de niveles de energía; la formación de estos compuestos se produce entre elementos no metálicos y/o el hidrógeno y dan origen a sustancias moleculares y covalentes cristalinas; una última preconcepción determinada fue que estos compuestos poseen propiedades tales como la conductividad eléctrica en agua y temperaturas de fusión.
- ✓ En relación a las preconcepciones sobre el enlace metálico lo entienden como una compartición de electrones asociado a un modelo bidimensional de niveles de energía y finalmente que los electrones perdidos por un átomo metálico, lo ganan otros átomos.
- ✓ Por último en lo que se refiere al grado de aprobación en términos de conocimientos sobre el enlace químico, tanto el grupo de control, como el experimental no alcanzaron el mínimo de aprobación de un 60%.

## **CAPITULO 6**

### **Diseño y Construcción de una Secuencia Didáctica sobre el Enlace Químico**

### 6.1 Introducción: *Propuesta de Intervención Didáctica - Descripción*

En este apartado expondremos la forma de trabajo que se utilizó para llevar a cabo una planificación de clase. El profesor a partir de los programas establecidos, el análisis de texto realizado y la implementación de una secuencia didáctica constructivista aplicó una secuencia de enseñanza aprendizaje.

La propuesta de estructuración de actividades es la de los programas-guías, las cuales según Gil (1987), representan una forma de aplicación del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. Gil (1987) propone que las actividades se pueden clasificar en:

- ✓ Actividades de iniciación: sensibilización del tema, explicitación de las ideas que posean los alumnos, etc.
- ✓ Actividades de desarrollo: introducción de conceptos científicos, manejo reiterado de dichos conceptos, detección de errores, emisión y fundamentación de hipótesis, conexión entre partes distintas de la asignatura, elaboración de diseños experimentales, etc.
- ✓ Actividades de acabado: elaboración de síntesis, esquemas, mapas conceptuales, evaluación del aprendizaje, etc.

Considerando la propuesta anterior, se llevaron a cabo nueve sesiones, la distribución de los contenidos y/o actividades en las sesiones realizadas fueron las siguientes:

**Tabla N°64: Distribución de contenidos en las diferentes sesiones que integran la unidad**

Sesión	Contenido y/o Actividad
1	Planteamiento de la finalidad de la unidad. Evocación y aplicación del test conocimientos previos.
2	Realización de actividades que inviten al alumno a hacer un cambio conceptual. Entrega de ficha con representaciones. Discusión sociabilizada de cómo se unen los átomos.
3	Presentación de aspectos generales por la profesora. Realización de actividades de laboratorio.
4	Presentación de contenidos: enlace iónico y covalente y sus

	propiedades. Enlace metálico y sus propiedades.
5	Representación del enlace químico a través de estructuras de Lewis. Representación de diferentes sistema materiales haciendo uso de los modelos simbólicos establecidos. Realización de Guía de actividades estructura de Lewis.
6	Presentación de contenidos: Geometría molecular y electrónica. Modelo de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia. Distribución espacial de moléculas a partir de las propiedades electrónicas de los átomos constituyentes.
7	Representación bidimensional y tridimensional del enlace químico mediante los modelos simbólicos establecidos, (modelos de bolas y varillas)
8	Guía de actividades sobre estructuras de Lewis, propiedades de los enlaces, formación del enlace químico.
9	Actividades de evaluación de los estudiantes: -Juego QuimiJuegos: juego de química elaborado por los alumnos, deben incluir todos los contenidos abordados en la unidad. - Aplicación de post test. - Autoevaluación

## 6.2 Aplicación de la Secuencia Didáctica- , Metodología de trabajo en la aplicación de la secuencia didáctica

A continuación presentamos algunas características generales de los grupos que participaron en la investigación:

**Tabla N°65: Resumen de características Grupo Control y Experimental**

Grupos de aula	Pre test	Docencia (fechas)	Post test	Nº Alumnos	Docente/centro
Control	X	Habitual (01/04-27/05)	X	30	Cecilia/ Colegio Subvencionado de Concepción
Experimental	X	Aplicación secuencia presentada (03/04-29/05)	X	29	Cecilia/ Colegio Subvencionado de Concepción

La secuencia didáctica se aplicó a un curso de 29 estudiantes de primero medio, es decir estudiantes de entre 14 a 15 años de un colegio de la ciudad de Concepción, Región del Biobío, Chile. La intervención didáctica fue aplicada por la profesora Cecilia, profesora del área de química del colegio.

A continuación describiremos cada una de las sesiones realizadas:

### **6.2.1 Sesión 1: Planteamiento de la finalidad de la unidad. Evocación y aplicación del test conocimientos previos.**

Actividades Iniciales: En un principio se intentó situar al alumno en un entorno participativo y colaborativo, realizando un trabajo colectivo en pequeños (pares, dos o cuatro alumnos) y gran grupo (curso), favoreciendo la discusión, sociabilización y debate en torno a los modelos mentales que surjan. Además se realizaron las siguientes preguntas que fueron planteadas por la profesora de tal forma de activar los modelos mentales previos y visualizar algunos esquemas macroscópicos de los que disponen los alumnos sobre el concepto de compuesto químico.

Algunas preguntas por ejemplo son:

1: ¿Alguno de ustedes recuerda alguna sustancia química que usemos en la cocina o cuando cocinamos, tomamos desayuno, nos aseptamos...etc.?

Lluvia de ideas.....

Se consideró algunos ejemplos que enuncian los alumnos y se les solicitó que indicarán, si se acuerdan de que elementos están formadas esas sustancias. Se sociabiliza la información.

Ejemplo: Agua: Hidrógeno y oxígeno, componentes de la atmósfera, del suelo... etc.

2: ¿Recuerdan algún compuesto químico de los que trabajamos en año pasado?

3: ¿Por qué se unen los átomos para formar compuestos? cómo se llama esta unión? ¿Conoces las distintas formas de unión de los átomos?

Finalmente se aplicó a los estudiantes el test de ideas previas y/o diagnóstico de conocimientos del tema enlace químico.



La aplicación del test se realizó el día martes 03 de abril de 2019, fue aplicado a 29 estudiantes de primer año de enseñanza media de edad entre 14-15 años. El cuestionario fue aplicado por la profesora de asignatura de química. La profesora organizo la sala con una distribución en la cual los estudiantes quedaron separados unos de otros, luego se entregó el cuestionario. Se leyeron las instrucciones de la prueba e indico la hora de inicio y de término del test, se otorgaron 45 minutos para la realización del cuestionario. Durante la aplicación del test de clarificaron dudas de los estudiantes.

El instrumento aplicado a los estudiantes dio un coeficiente de Alpha de Cronbach en los elementos tipificados de 0,78, este valor indicó que el instrumento era confiable.

**Tabla N°66: Estadística de confiabilidad del cuestionario en instancias de pretest para grupo experimental**

Procesamiento de casos

Casos	N	Porcentaje %
Válidos	29	100,0
Excluidos	0	0,0
Total	29	100,0

Estadístico de Confiabilidad

Alpha de Conbrach	Número de Ítems
0,78	15

Los resultados obtenidos en relación a las ideas previas detectadas y el grado de aprobación de los estudiantes para cada una de las preguntas se realizó en el capítulo 5.

Estos resultados fueron considerados para el trabajo a seguir con los estudiantes en las futuras sesiones.

Para el caso del grupo control al aplicar el test de diagnóstico de conocimientos, se obtuvo el siguiente resultado:

**Tabla N°67: Estadística de confiabilidad del cuestionario en instancias de pre-test para grupo control**

Procesamiento de casos

Casos	N	Porcentaje %
Válidos	30	100,0
Excluidos	0	0,0
Total	30	100,0

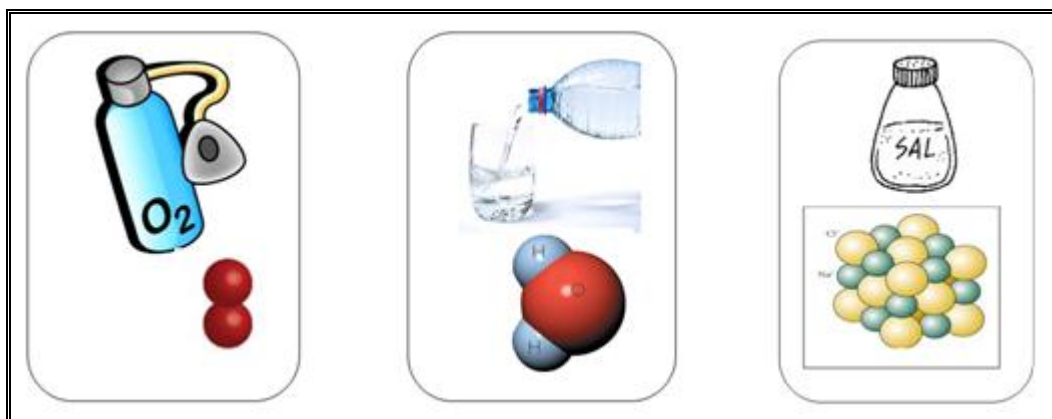
Estadístico de Confiabilidad

Alpha de Conbrach	Número de Ítems
0,73	15

### 6.2.2 Sesión 2: Aplicación de Actividad de Cambio Conceptual

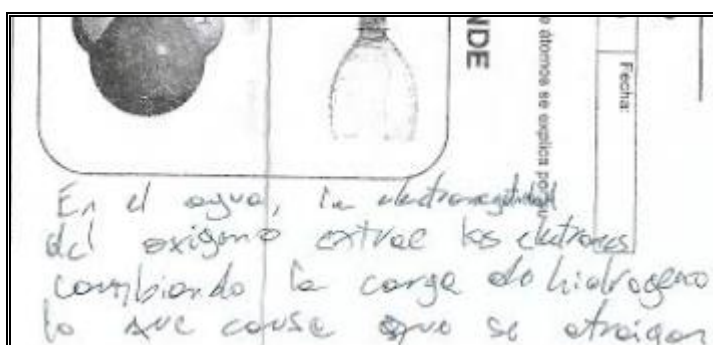
Se entregó a los estudiantes fichas con sustancias de la vida cotidiana, con diferentes estructuras o representaciones por ejemplo la estructura de algunas moléculas, tales como oxígeno, cloro e hidrógeno gaseoso, un compuesto iónico como cloruro de sodio, la molécula de agua, carbono grafito, etc. Previamente se explica que la forma de representación utilizada es su fórmula molecular y el modelo de bolas y varillas, donde las esferas representan los distintos átomos con los colores estandarizados internacionalmente y las varillas simbolizan los enlaces (uniones). En el caso del carbono cada esfera o bola representaría un átomo de carbono dispuesto en una red de átomos.

Se entregaron imágenes con distintos tipos de representaciones para no afianzar en el estudiante que todas las sustancias se presentan como moléculas, como se muestra a continuación:



Las figuras trabajadas, que conectadas con los esquemas mentales que los estudiantes manifestaron permitió enfatizar la discontinuidad de la materia, la formación de redes cristalinas. La finalidad de reforzar con imágenes la discontinuidad de la materia, es introducir los diferentes modelos y/o representaciones de las sustancias químicas que están presentes en los libros de texto; con esta estrategia se pretende ayudar a los estudiantes a construir concepciones más certeras de la naturaleza de materia.

Se solicitó a los estudiantes tratar de explicar cómo están unidos los átomos de las diferentes sustancias observadas, un ejemplo de esto es el siguiente:



### 6.2.3 Sesión 3: Presentación de aspectos generales por la profesora.

#### Realización de actividades de laboratorio.

Para la enseñanza de estos contenidos se realizaron las siguientes actividades, en forma secuencial:

Actividad Experimental que contemplo la realización de cuatro actividades relacionadas con las propiedades de los enlaces covalente e iónicos como solubilidad, conducción de la corriente eléctrica en disolución acuosa y temperatura de fusión y finalmente una quinta actividad relacionada con la propiedad conductora de los metales.

Los contenidos trabajados son: enlace iónico y propiedades fisicoquímicas de las sustancias que poseen este tipo de enlace, enlace covalente y propiedades fisicoquímicas de las sustancias que poseen este tipo de enlace y enlace metálico.

Los estudiantes se distribuyeron en grupo de 6 integrantes y se ubicaron en un mesón del laboratorio por grupo. Se dispuso en cada mesón todo el material que los alumnos necesitaban para llevar a cabo las actividades propuestas.

La profesora, ante cada actividad indicó los pasos a seguir y los cuidados que deberían tener. Para la actividad de conductividad eléctrica la profesora paso por cada uno de los mesones supervisando el trabajo.

Los alumnos registraron sus observaciones, sociabilizaron observaciones y resultados obtenidos entre ellos. El docente dio respuesta a interrogantes de los estudiantes y direcciona las actividades propuestas. Sin introducir conocimientos teóricos.

Algunos ejemplos de las observaciones realizadas por los estudiantes son las siguientes:

Respecto a la solubilidad

Almidón	5 mL	- Se hizo ligeramente el agua con la sustancia - queda sustancia en el fondo de la probeta
Cloruro de cobre	5 mL	- el agua se torna en un color verde el momento del contacto con este (CuCl <sub>2</sub> )
Aspirina	5 mL	- se queda visible parte de la sustancia batando en la probeta, así es solubilidad el agitador es necesario

Respecto a la conductividad

1.- Compruebe la conductividad eléctrica de cada una de las siguientes sustancias en estado sólido.

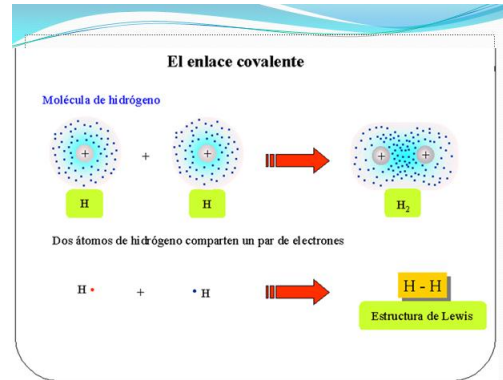
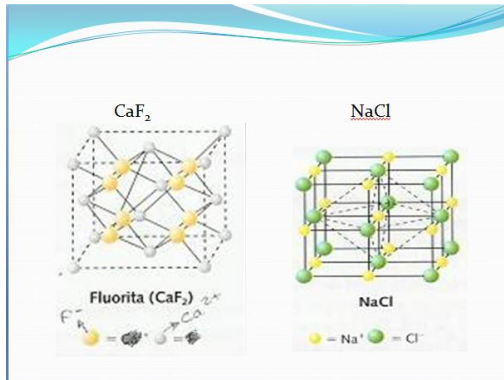
Sustancia	OBSERVACIONES	
	Sustancia Sólida	Sustancia en solución acuosa
Cloruro de sodio	No conduce la electricidad	Si conduce la electricidad
Azúcar	No conduce la electricidad	No conduce la electricidad
Almidón	No conduce la electricidad.	No conduce la electricidad.
Cloruro de cobre	No conduce la electricidad	Si conduce la electricidad
Aspirina	No conduce la electricidad.	No conduce la electricidad

#### 6.2.4 Sesión 4: Presentación de contenidos: enlace iónico y covalente y sus propiedades. Enlace metálico y sus propiedades.

A partir de la actividad experimental y de las propiedades que presentan los compuestos iónicos, covalentes y metálicos, la profesora indago acerca de los resultados obtenidos en las actividades experimentales realizadas, las cuales se contrastan con el conocimiento teórico que se introduce.

##### Presentación de contenidos de parte de la profesora

En este apartado, la profesora utilizó un power point el cuál contenía los elementos claves de la unidad, conceptos asociados y representaciones usadas para el enlace iónico, covalente y metálico. Formación del enlace químico a través de los electrones de valencia. Iniciación de las representaciones simbólicas. Cada una de las proyecciones fue acompañada de la explicación del profesor. El tiempo de presentación de contenidos a los estudiantes fue de 40 minutos.



Además se le solicito al estudiante seguir la clase con su texto guía, clarificando los conceptos y asociando las ideas e imágenes presentadas por el profesor y en el texto.

Se solicitó a los estudiantes que sigan la clase dando respuesta a interrogantes planteadas por el profesor, tales como: ¿Qué sustancia estudiada en el laboratorio tenía esta propiedad? ¿a cuál otra(s) era(n) semejante? Entonces, ¿qué tienen en común?, ¿podemos agrupar las sustancias de acuerdo a ciertas propiedades, formen los grupos según los resultados obtenidos en la actividad experimental?

Con su guía de laboratorio, los estudiantes siguen las preguntas del profesor, enunciaron algunas de las respuestas por ellos dadas:

### Respecto de la conductividad eléctrica de las sustancias

Preguntas

1) ¿Por qué se usa una ampollita en el circuito? Explica

Para comprobar si las sustancias conducen la electricidad.

2) ¿A qué se debe que algunas sustancias conduzcan la electricidad en estado <sup>líquido</sup> ~~sólido~~ y otras no?  
Esto se debe al tipo de enlace que poseen estas sustancias.

## Respecto de la solubilidad

### Pregunta:

- 1) ¿A qué se debe que algunas sustancias se disuelvan en agua y otras no? Fundamente su respuesta.

Las sustancias polar se disuelven, las apolares no.

### Pregunta:

- 1) ¿A qué se debe que algunas sustancias se disuelvan en agua y otras no? Fundamente su respuesta.

debido a la polaridad, el enlace.

Las actividades anteriores permitieron explicar a los estudiantes los contenidos, durante la presentación se interactuó con los aportes y deducciones que los estudiantes habían obtenido durante el desarrollo de la actividad experimental, con lo cual se fue construyendo el conocimiento nuevo y se hizo énfasis en aquellos aspectos relacionadas con las preconcepciones de los estudiantes de acuerdo a los resultados obtenidos en el test de diagnóstico aplicado.

### Aplicación de guía Quimijuegos:

Esta actividad permitió fortalecer los conocimiento adquiridos por los estudiantes a través del desarrollo de una guía de juegos asociados al contenido.

La profesora entregó a los estudiantes la guía QUIMIJUEGOS, esta consistió en una sopa de letras, en la cual los estudiantes debían identificar los conceptos entregados durante la clase, con apoyo de su texto guía. El tiempo utilizado para esta actividad fue de 10 minutos. Esta actividad no demando mayor complejidad para los estudiantes, ya que durante la clase fueron revisando su texto guía con los conceptos y además hacer registro de algunos aspectos relevantes.

El segundo juego utilizado fue una lotería, la cual contenía imágenes y conceptos relacionados con la clase, también se incorporaron estructuras de Lewis y geometría molecular para despertar la curiosidad de los estudiantes. La profesora enunció los diferentes conceptos y mostro mediante el uso de power

point las figuras contenidas, de tal manera que el estudiante fue marcando aquellas que contenía en su hoja de juego, el juego duró hasta que un estudiante completo la ficha de lotería. El tiempo utilizado en el juego fue de 15 minutos.

La profesora solicitó a los estudiantes que realizará una búsqueda de información acerca de algunas propiedades como el punto de fusión ebullición, solubilidad y color de sustancias de uso cotidiano como el yodo, utilizado en la preparación de polividona yodada (antiséptico), vinagre, agua y sal común o cloruro de sodio. Este trabajo de indagación fue dada para ser realizado en el hogar y traer la próxima sesión (clase)

Cada estudiante realizó la búsqueda en su hogar. En la sesión siguiente se revisó el trabajo, se hizo una retroalimentación de los datos encontrados y la revisión de la tabla, clarificando algunos conceptos asociados. Sirvió de actividad inicial de la clase.

### 6.2.5 Sesión 5: Representación del Enlace Químico a través de estructuras de Lewis.

La profesora explicó utilizando un power point el modelo que permite identificar los electrones de valencia alrededor de cada uno de los átomos que participan en un enlace a partir de la configuración electrónica de los elementos.



Luego de clarificar las dudas de los estudiantes se trabajó una guía de ejercicios, que permitió a los estudiantes aplicar el nuevo conocimiento y evaluar su aprendizaje. En este momento la profesora revisó la tarea dada a sus



estudiantes, con ejemplos de la vida cotidiana, explico en la pizarra la estructura de Lewis del iodo gaseoso, agua y cloruro de sodio.





La profesora solicitó a los alumnos traer la próxima clase plastilina, palitos de madera, cartón o cartulina, marcadores para la elaboración de representaciones tridimensionales.





### 6.2.6 Sesión 6: Presentación de Contenidos, Geometría molecular y electrónica

a) Indagación de Preconcepciones respecto de la Forma de algunos compuestos y/o moléculas, a partir de un modelo bidimensional

En la primera parte de la clase, la profesora solicito al alumno que imagine como piensa que serían cada una de las moléculas que se representarán. Las moléculas seleccionadas son simples y tienen alguna aplicación en la vida cotidiana, se trabajó con moléculas que presentan enlaces de tipo covalente. La actividad duro 20 minutos.

Algunos registro de lo anterior son los siguientes:

Completa el siguiente cuadro con la información solicitada:			
Sustancia	Fórmula Molecular	Formada por...	Representa la molécula de forma bidimensional (papel)
Hidrógeno Gaseoso	H <sub>2</sub>	2 átomos de hidrógeno	
Agua	H <sub>2</sub> O	2 átomos de hidrógeno y uno de oxígeno	
Oxígeno	O <sub>2</sub>	2 átomos de oxígeno	
Monóxido de Carbono	CO	1 átomo de carbono y 1 de oxígeno	

Agua	$H_2O$	2 <sup>o</sup> Hidrogeno 1 Oxigeno	
Oxígeno	$O_2$	2 <sup>o</sup> Oxigeno	
Monóxido de Carbono	$CO$	1 Carbono y 1 Oxigeno	
Dióxido de Carbono	$CO_2$	1 Carbono y 2 Oxigeno	

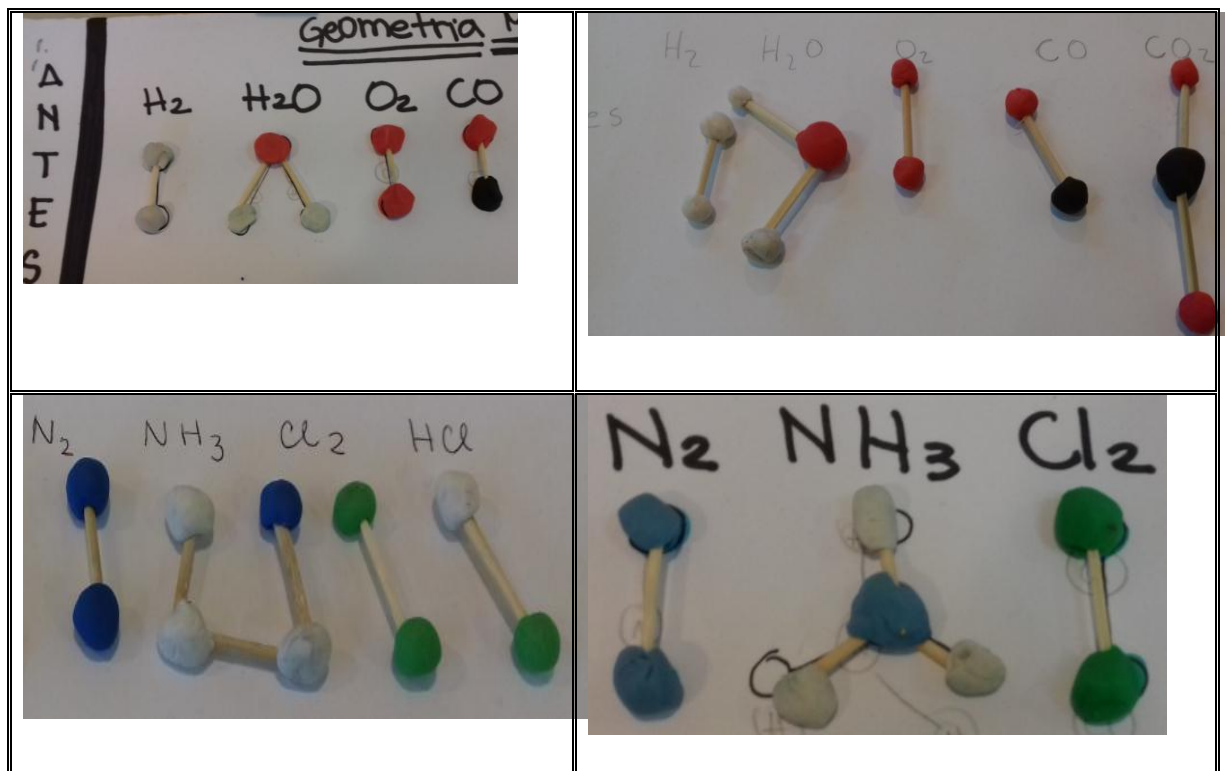
La representación bidimensional de las moléculas tuvo como objetivo principal que el estudiante logrará identificar los átomos que formaban cada molécula y la cantidad de cada uno de ellos. En este punto los estudiantes no presentaron mayores problemas para su identificación. Sin embargo, se observó que no todos los estudiantes fueron capaces de establecer relaciones entre el tamaño de los átomos que representaron y la distribución espacial de los átomos.

b) Indagación de Preconcepciones respecto de la Geometría Molecular de algunos compuestos y/o moléculas. A partir de un modelo tridimensional

Luego de terminada la guía la profesora indico a sus estudiantes que representen tridimensionalmente las estructuras hechas en el formato bidimensional.

Con esta actividad se pretendió que los estudiantes se relacionen con sistemas de representaciones icónicas, además de pasar de una representación de fórmulas químicas a la icónica. Se destinó un tiempo de 45 minutos para la elaboración de las moléculas tridimensionales. El trabajo fue desarrollado en grupos de 4 estudiantes, considerando la participación de cada uno de ellos y potenciando el trabajo colaborativo y la motivación del grupo.

Algunas de las representaciones elaboradas por los estudiantes se muestran a continuación:



La profesora solicitó a los estudiantes que su trabajo realizado lo llevara al laboratorio, donde sería revisado por ella y que además lo ocuparían la próxima clase, por lo cual debían dejar también sus materiales.

c) Resultados: preconcepciones detectadas en los trabajos de los estudiantes

Al analizar las estructuras realizadas por los estudiantes se observó que:

- ✓ Los estudiantes en general no consideraron la diferencia de los tamaños de los átomos, representando por ejemplo átomos de hidrógeno y de carbono del mismo tamaño.
- ✓ Además tampoco consideraron la presencia de dobles o triples enlaces en las moléculas. No tuvieron en cuenta la diferencia que presenta un enlace simple con uno doble o triple presente en las moléculas. Igual longitud de enlace.
- ✓ La tendencia fue a realizar moléculas más bien planas, sin volumen más que la que le otorga la esfera que representa a cada átomo, como se muestra en la representación del amoníaco por ejemplo.

En esta actividad se observó que a algunos estudiantes les faltó tiempo para terminar la actividad.

d) Exposición del tema por la profesora

La profesora explicó utilizando un power point y la pizarra los contenidos asociados a este tema. El tema fue presentado en 20 minutos.

GEOMETRÍA MOLECULAR	IMPORTANCIA
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Dos pares de electrones unidos al átomo central</li><li>○ Pares de electrones enlazantes: 2</li><li>○ Pares de electrones no enlazantes: 0</li><li>○ Ejemplo:</li></ul> <p style="text-align: center;">Cloruro de berilio</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Hay propiedades físicas y químicas que se ven afectadas por la Geometría Molecular, como el punto de fusión, el punto de ebullición, la densidad y los tipos de reacciones que pueden efectuar las moléculas.</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>• Una vez más, la química del agua explica sus propiedades como solvente universal</li><li>• Ésta tiene una geometría angular, cuyo ángulo de <math>104,5^\circ</math> le permite formar un dipolo permanente</li></ul> 

Se mostró a los alumnos diferentes compuestos a partir de modelos tridimensionales de bolas y varillas, identificando los colores para cada uno de los átomos representados, el tamaño de los átomos y la longitud de los enlaces. La utilización de modelos de esferas y varillas para la representación de moléculas, con la utilización de los colores definidos internacionalmente, permite dar un sentido de universalidad de esta disciplina, con códigos comunes para el entendimiento de todos.

La representación de varios ejemplos a partir de un programa de elaboración de moléculas tridimensionales, no fue posible realizar debido a ciertos inconvenientes técnicos con el internet en la sala de clases, pese a los esfuerzos de la profesora por mostrar las moléculas en este formato y no alcanzó el tiempo de la clase.

### 6.2.7 Sesión 7: Modelo Tridimensional de representación de moléculas

La profesora retomó el contenido de la clase, presentando el modelo de la molécula de agua, utilizando un set de bolas y varillas que disponía. Se reforzaron algunos aspectos utilizando las representaciones del libro de texto. Esto se realizó en 20 minutos.

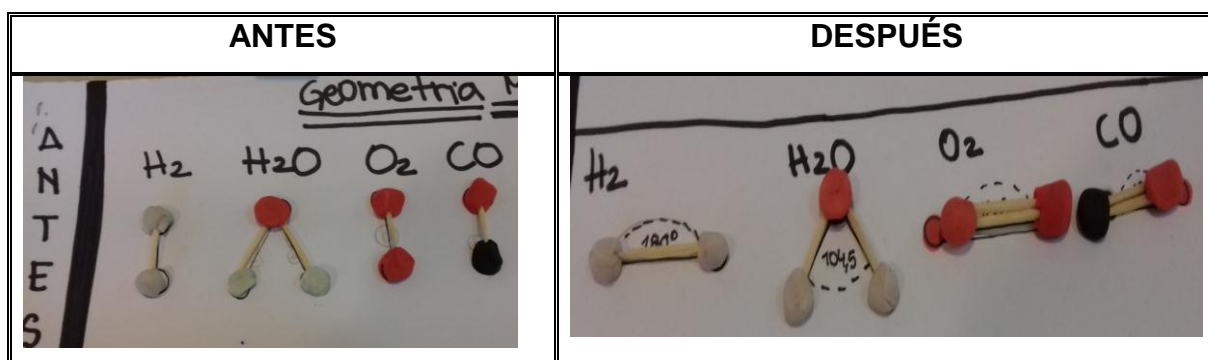
La profesora solicitó a los estudiantes que representarían las moléculas nuevamente, pero esta vez de forma tridimensional. En relación con los resultados obtenidos en la primera parte de esta actividad, se consideró importante indicar a los estudiantes tener en cuenta los siguientes aspectos: la geometría de la molécula, longitudes de enlace y tamaño de los átomos.

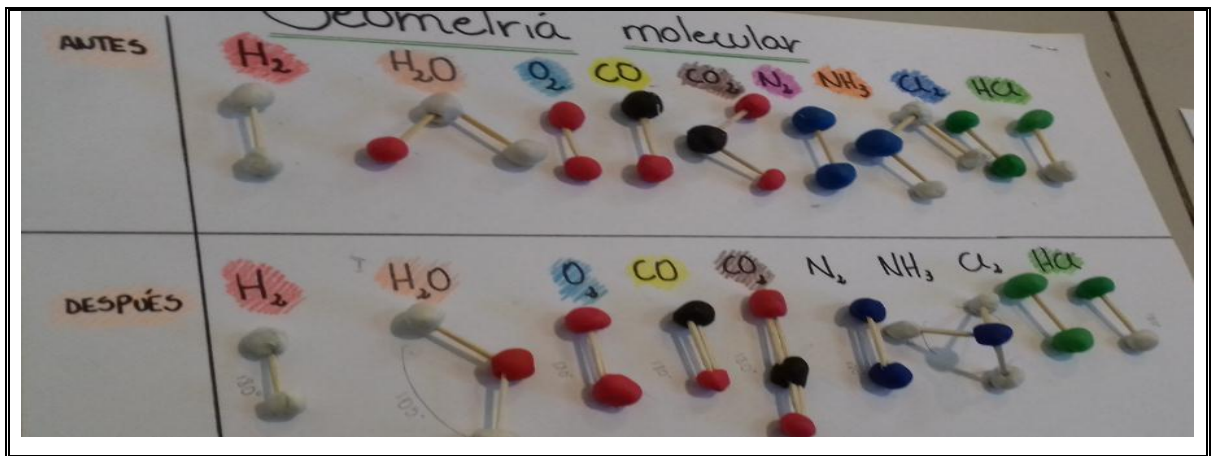
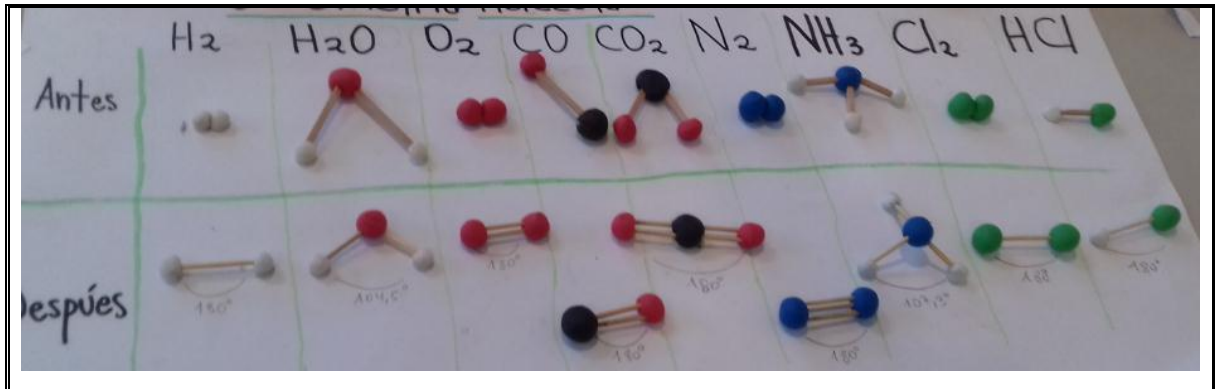
Se destinó un tiempo de 60 minutos para la realización de la actividad, fue necesario disponer de mayor tiempo ya que los estudiantes deberían tener en consideración los aspectos recién señalados.

El trabajo se realizó en grupos de trabajo, considerando la participación de cada uno de ellos y potenciando el trabajo colaborativo y la motivación del grupo. La profesora supervisó durante toda la clase el trabajo de los grupos, haciendo la retroalimentación necesaria para llevar a cabo el trabajo de los grupos y clarificando las dudas de los estudiantes.

Finalmente felicito a los estudiantes por su dedicación, preocupación y orden en la actividad realizada. De igual manera enfatizo los logros en términos de reconocer aquellos aspectos mejorados en relación a la actividad inicial de geometría molecular.

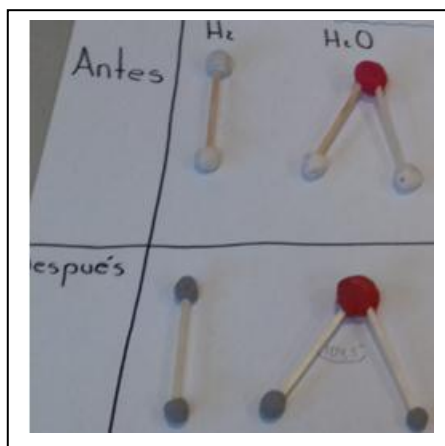
Ejemplos de representaciones realizadas por los estudiantes antes y después de explicar los contenidos:





En relación a los hallazgos encontrados al realizar el análisis de las moléculas antes y después de enseñar los contenidos a los estudiantes, advertimos lo siguiente:

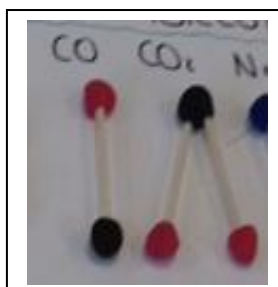
- ✓ Para el caso de la molécula de hidrógeno y agua el estudiante realizó una estructura muy semejante a la que establece la literatura.



- ✓ Los estudiantes en general en su elaboración de las moléculas no consideraron el tamaño de los átomos, hicieron los átomos de tamaño similares. Como se muestra en las siguientes imágenes:



Átomo de cloro e hidrógeno de igual tamaño.



Átomo de carbono y oxígeno de igual tamaño.

- ✓ En algunas representaciones realizadas, mezclaron los modelos.

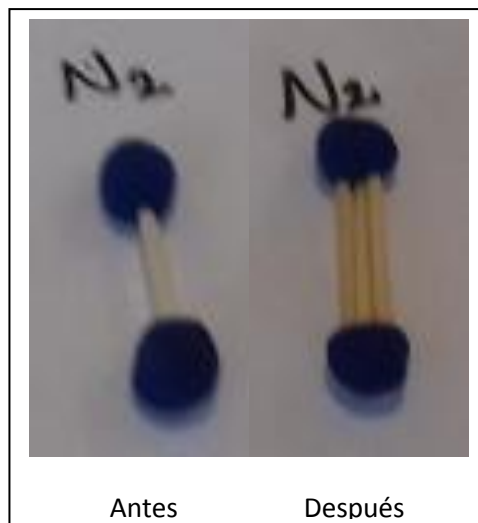
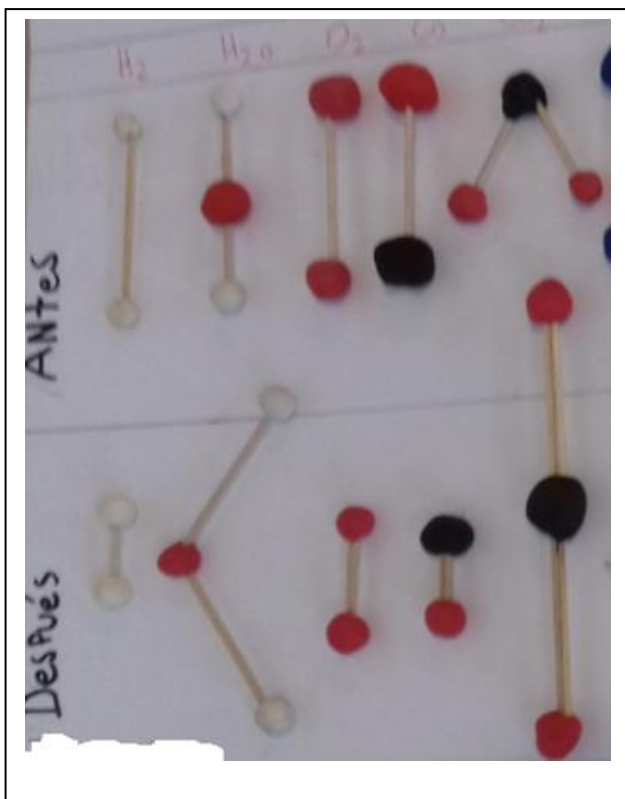


En este caso, la profesora sólo explicó a los estudiantes el modelo de bolas y varillas, por lo tanto se deduce que a partir de las imágenes que él ha observado en libros, animaciones o power point infiere que existen otros modelos que él puede utilizar.

La elaboración de estos modelos permitió al alumno distinguir la orientación espacial de los átomos que conforman los diferentes compuestos, aplicando además las propiedades periódicas en términos del tamaño de los diferentes átomos, se determinó la integración de conocimientos previos con el fin de que este sea una continuidad y una espiral de conocimientos.

- ✓ Por último en términos del parámetro longitud de enlace, este no es considerado por los estudiantes, indistintamente representa las moléculas. Esto se observa antes y después de la presentación de los contenidos, no se logró que diferenciarán en términos de la longitud de un enlace covalente, simple, doble o triple.





Finalmente podemos concluir que los estudiantes logran establecer los modelos de las moléculas indicadas, considerando su geometría molecular, incluso expresando y considerando los ángulos de enlace que estas presentan, sin embargo no consideraron en su totalidad parámetros como la longitud de los enlace covalente simple, doble y triple, al igual que el tamaño de los átomos. Lo anterior nos indica que se debe considerar en los contenidos de propiedades periódicas el trabajo con modelos o representaciones que permitan a los estudiantes asociar las propiedades que tienen cada uno de los átomos y elaborar estrategias que permitan que los estudiantes internalicen estos aspectos.

### 6.2.8 Sesión 8: Desarrollo de guía de actividades

En esta sesión se utilizó una guía de actividades que los estudiantes trabajaron durante el desarrollo de la clase formando grupos de dos o tres estudiantes para llevar a cabo la actividad. Se asignó un tiempo de 80 minutos para el desarrollo de la guía. La profesora fue supervisando el trabajo de cada uno de los grupos de trabajo y respondiendo las dudas que los estudiantes



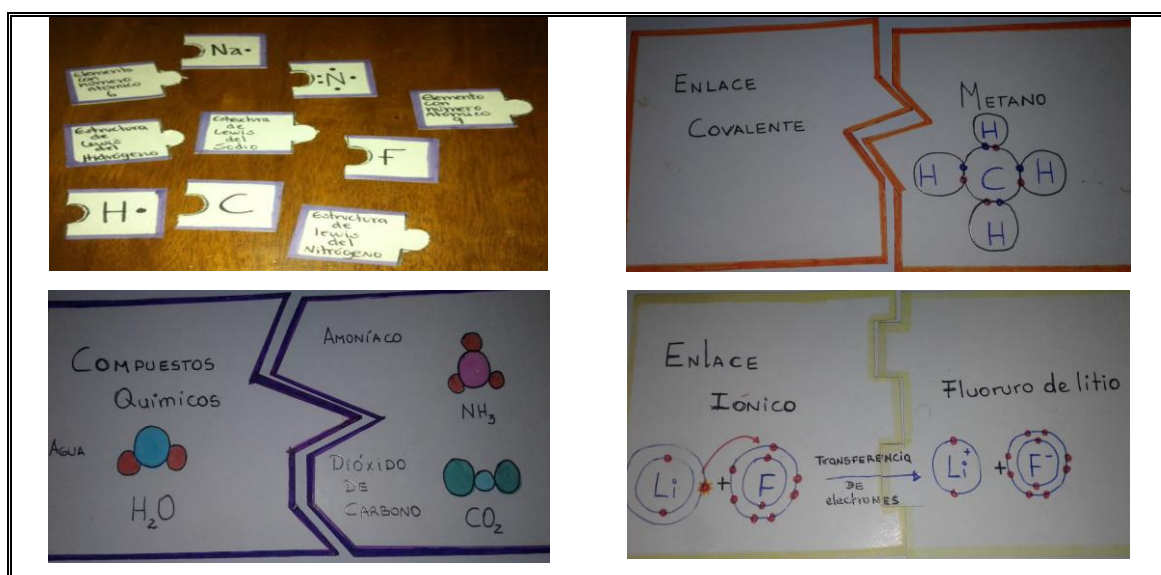
presentaban. En esta sesión la profesora fue evaluando el trabajo en cada uno de los grupos durante el desarrollo de la clase.

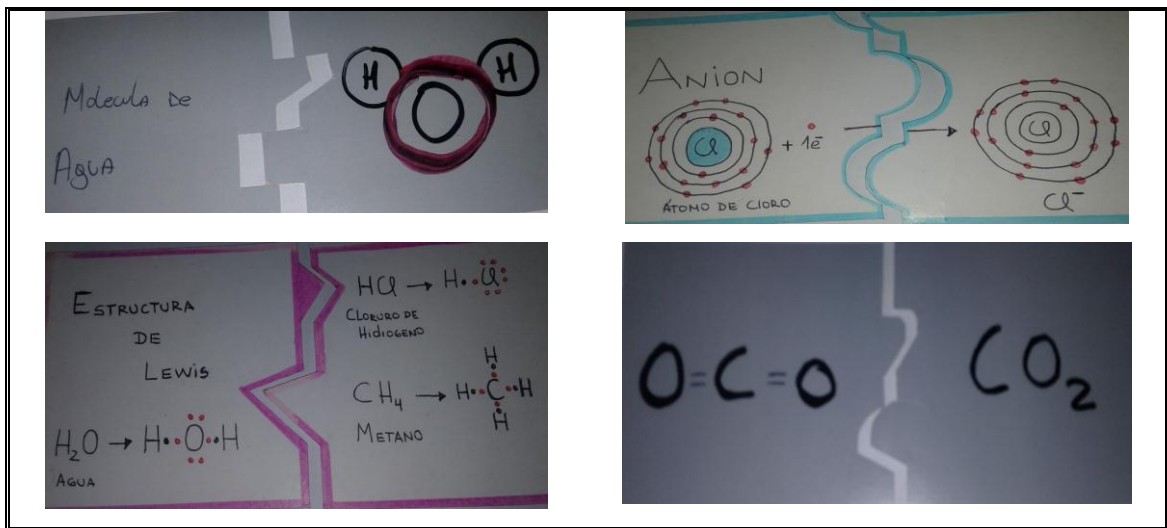
Al mismo tiempo esta guía permite hacer una evaluación a los alumnos del proceso seguido hasta este momento.

### 6.2.9 Sesión 9: Actividades de Evaluación de los estudiantes

Una primera evaluación fue el trabajo realizado por los estudiantes en la sesión 8, el Quimidomino, el cual fue presentado 15 días después de haber asignado el trabajo. Todos los estudiantes presentaron exitosamente el trabajo.

Al final de la guía de actividades se solicitó al estudiante la confección de un juego llamado QUIMIDOMINO, el cual consistió en que el estudiante confecciono 10 piezas de encaje en cartón grueso, donde hizo una síntesis de los contenidos trabajados en la unidad, considerando aspecto de propiedades de las sustancias iónicas, covalente y metálicas, estructura de Lewis de elementos y compuestos, geometría molecular de moléculas estudiadas. Se hace entrega al alumno de una pauta de trabajo y elaboración de esta actividad. A continuación se muestran algunos ejemplos del trabajo realizado por los estudiantes:





### 6.2.10 Aplicación de test. Comparación pre y post-test

Se aplicó el post test, los resultados son analizados a continuación:

Para contrastar la eficiencia de la secuencia didáctica, el test se aplicó el día 29 de mayo.

#### Resultados en el Grupo Experimental

A continuación indicamos los resultados obtenidos en cada una de las preguntas del cuestionario en términos de aprobación y reprobación del ítem. El cuestionario fue aplicado a 29 estudiantes.

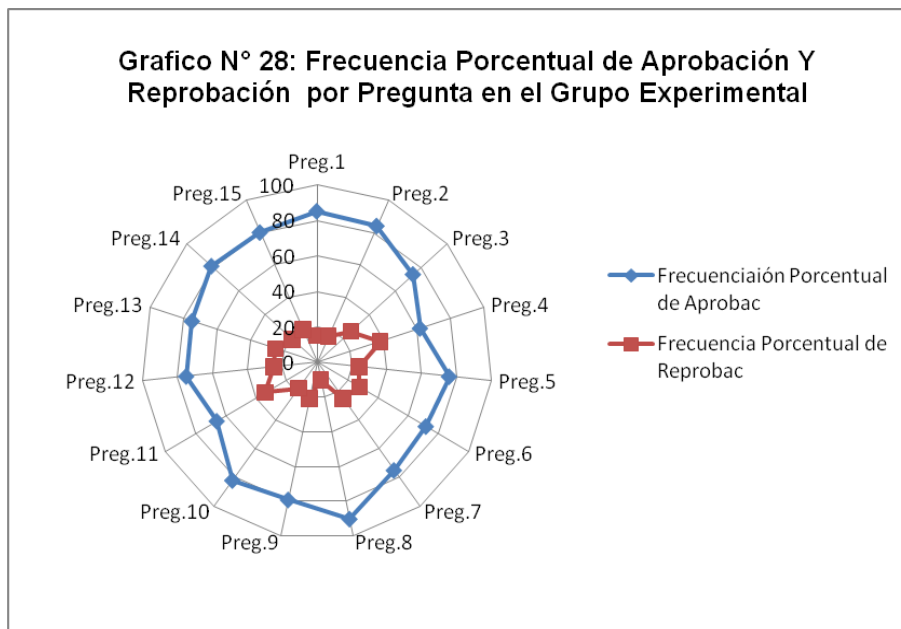
**Tabla N°68: Frecuencia Porcentual de Aprobación y Reprobación por Pregunta Grupo Experimental**

Pregunta	Frecuencia Porcentual de Aprobación	Frecuencia Porcentual de Reprobación
1	85	15
2	84	16
3	74	26
4	62	38
5	76	24

<b>6</b>	72	28
<b>7</b>	75	25
<b>8</b>	90	10
<b>9</b>	79	21
<b>10</b>	82	18
<b>11</b>	66	34
<b>12</b>	75	25
<b>13</b>	75	25
<b>14</b>	81	19
<b>15</b>	80	20

Los resultados anteriores se muestran en el siguiente gráfico:

**Figura N°33: Gráfico de la Frecuencia Porcentual de Aprobación y Reprobación por pregunta del grupo experimental**



En la Figura N°33 se muestra claramente los avances obtenidos en los resultados obtenidos una vez aplicada la secuencia didáctica, cabe destacar que

las preguntas 4 y 11 tuvieron un nivel de aprobación menor del 70%, estas preguntas dicen relación con las propiedades del enlace iónico y covalente.

#### Resultados en el Grupo Control

A continuación indicamos los resultados obtenidos en cada una de las preguntas del cuestionario en términos de aprobación y reprobación del ítem. El cuestionario fue aplicado a 30 estudiantes.

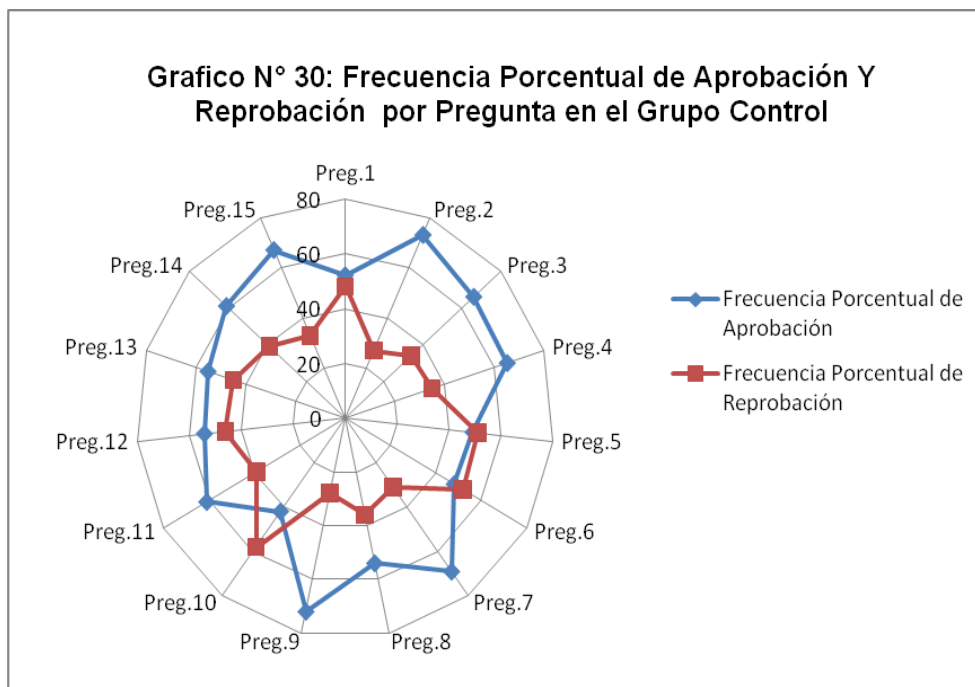
**Tabla N°69: Frecuencia Porcentaje de Aprobación y Reprobación por Pregunta Grupo Control**

Pregunta	Frecuencia Porcentual de Aprobación	Frecuencia Porcentual de Reprobación
Preg.1	52	48
Preg.2	73	27
Preg.3	66	34
Preg.4	65	35
Preg.5	49	51
Preg.6	48	52
Preg.7	69	31
Preg.8	54	36
Preg.9	72	28
Preg.10	42	58
Preg.11	61	39
Preg.12	54	46

Preg.13	55	45
Preg.14	61	39
Preg.15	67	33

Los resultados anteriores se pueden observar en la Figura N°34 , que muestra la Frecuencia porcentual de aprobación y reprobación por pregunta en el grupo control.

**Figura N°34: Frecuencia Porcentual de aprobación y reprobación por pregunta en el grupo de control.**



A partir de la Figura N°34 se observó que las preguntas 2 y 9 sólo alcanzan un nivel de aprobación mayor al 70%, el resto de las preguntas está por debajo de este valor. Las preguntas 5, 6 y 10 presentan una aprobación menor al 50%, estas dicen relación con el modelo que se basa para la formación de los enlaces y las propiedades de los enlace covalentes y metálicos.

### 6.2.11 Comparación de resultados de pre-test y Post-test para el Grupo Experimental y Grupo Control.

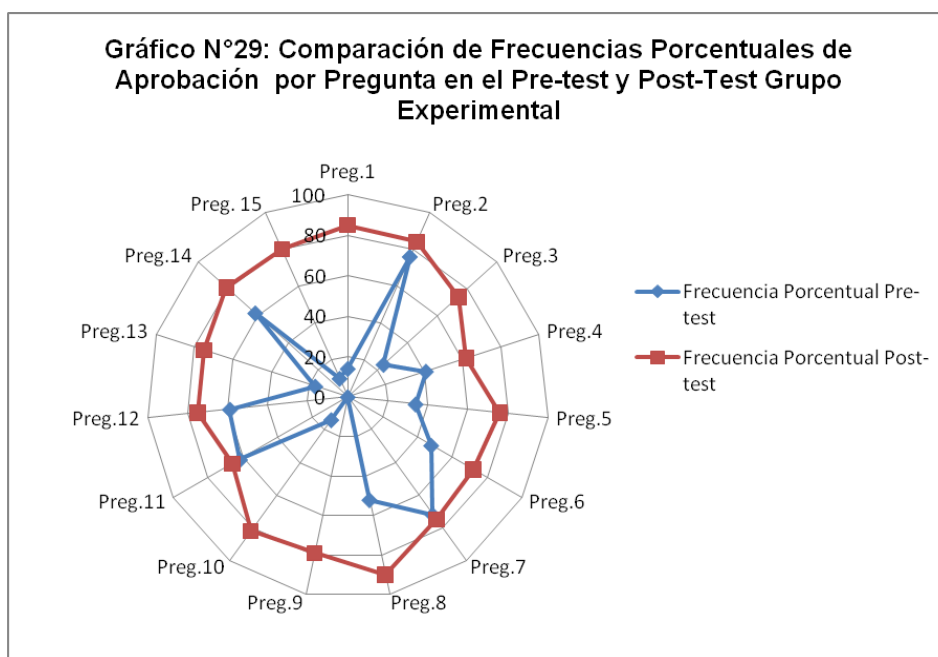
Los resultados obtenidos del Pre test y Post test del Grupo Experimental se observan en la siguiente tabla:

**Tabla N°70: Comparación de Frecuencias Porcentuales de Aprobación por pregunta del Pre y Post test del Grupo Experimental**

Pregunta	Frecuencia Porcentual Pre-test	Frecuencia Porcentual Post-test
Preg.1	14	85
Preg.2	76	84
Preg.3	24	74
Preg.4	41	62
Preg.5	34	76
Preg.6	48	72
Preg.7	72	75
Preg.8	52	90
Preg.9	0	79
Preg.10	14	82
Preg.11	62	66
Preg.12	59	75
Preg.13	17	75
Preg.14	62	81
Preg. 15	10	80

Los resultados anteriores se observan a continuación:

**Figura N°35: Comparación de Frecuencias porcentuales de aprobación por pregunta en el pre-test y 'post-test del grupo experimental.**



A partir del gráfico obtenido podemos realizar un análisis respecto de los objetivos planteados y para cada grupo de preguntas, el cual se muestra a continuación:

Grupo I: Respecto de las preguntas 1 y 5, que se relacionan con el concepto de enlace químico, un 85 y 76% de los estudiantes relacionan exitosamente el concepto de enlace químico con interacciones electroestáticas y el modelo atómico de Bohr. Lo anterior contrasta con el resultado en el pre test donde la mayoría de los estudiantes asocio el enlace covalente con la ganancia o pérdida de electrones y con el modelo de Estructura de Lewis.

Grupo II: En relación con las preguntas 3, 4, 8, 14 relacionadas con las propiedades físicas y químicas de los compuestos iónico y su estructuras. Respecto de la pregunta N°3 un 74% de los estudiantes relaciona este proceso con interacciones electroestáticas, lo que es concordante a un 81% de

aprobación al asociar propiedades como la solubilidad en agua a estos compuestos. En relación a la estructura, modelo tridimensional de un cristal fue aprobado en un 90%, es decir la gran mayoría de los estudiantes logró asociar este modelo al enlace iónico.

Grupo III: Considerando las preguntas 2, 7, 10, 11, 12 asociadas al enlace covalente y sus propiedades de sustancias covalentes podemos indicar que en relación a las preguntas 2 y 12, con un 84% y 75 % de aprobación respectivamente dicen relación con los modelos que representan formación del enlace covalente en algunas moléculas y/o compuestos, lo cual indica que un alto porcentaje de estudiante asocia este tipo de representaciones con los modelos utilizados en los libros de texto. Las preguntas 7, 10 y 11, con un 75%, 82% y 66% de aprobación respectivamente permiten establecer que los estudiantes tienen una idea del enlace químico covalente, sin embargo se les dificulta asociar las características de este tipo de enlaces a ejemplos concretos.

Grupo IV: Las preguntas 6, 9, 13, 15 dicen relación con el concepto de enlace metálico y sus propiedades, las preguntas 6 con un 72% de aprobación indica una clara asociación de las propiedades de los metales con este tipo de enlace. Las preguntas 9 y 15, con un 79% y 80 % de aprobación respectivamente relacionan el enlace metálico con sus características. Debemos indicar que un 25 % de los estudiantes no logra asociar el modelo de mar de electrones con el enlace metálico.

**Al comparar los resultados del Pre test y Post test del Grupo Control se muestra a continuación:**

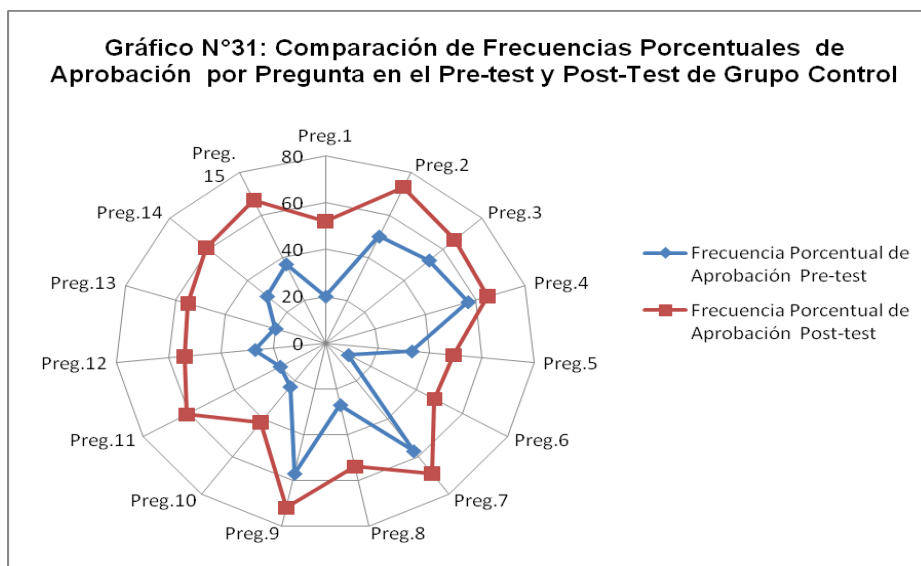


**Tabla N°71: Comparación de Frecuencias Porcentuales de Aprobación por pregunta del Pre y Post test del Grupo Control**

Pregunta	Frecuencia Porcentual de Aprobación Pre-test	Frecuencia Porcentual de Aprobación Post-test
Preg.1	20	52
Preg.2	50	73
Preg.3	53	66
Preg.4	57	65
Preg.5	33	49
Preg.6	10	48
Preg.7	57	69
Preg.8	27	54
Preg.9	57	72
Preg.10	23	42
Preg.11	20	61
Preg.12	27	54
Preg.13	20	55
Preg.14	30	61
Preg. 15	37	67

Los resultados anteriores se observan en la siguiente figura.

**Figura N°36, Gráfico comparativo de frecuencias porcentuales de aprobación por pregunta en el pre-test y post-test del grupo control.**



Respecto del Figura N°36 los resultados serán analizados en relación a cada uno de los Grupos de preguntas que conformo el test aplicado:

Grupo I: En el caso de las preguntas 1 y 5, ambas tuvieron un bajo porcentaje de aprobación, esto implica que sólo un 52% de los estudiantes asocia el concepto de enlace químico a interacciones electroestáticas y un 49% de los aprobados asocia este concepto a el modelo atómico de Bohr.

Grupo II: en este apartado están las preguntas 4 y 14, con 65% y 61% de aprobación respectivamente se relacionan con las propiedades del enlace iónico, alcanzando un mínimo de aprobación. Respecto de las preguntas 3 tiene un 66% de aprobación, el cual dice relación con el modelo que permite explicar el fenómeno de la solubilidad a partir de fuerzas electroestáticas entre iones. y la pregunta 8 con un 54% de aprobación, con menor porcentaje de aprobación que la anterior está relacionada con el modelo que explica la estructura de los compuestos iónicos, como sistemas cristalinos de forma tridimensional, quizás un concepto un poco más abstracto de entender.

Grupo III: considerando las preguntas 2, 7, 10, 11 y 12, en este caso las preguntas 2 (73%) y 12 (54%), tienen relación con el concepto de formación

del enlace covalente por compartición de electrones, en un modelo de representación semiótica de niveles de energéticos en ambos casos, sin embargo con porcentajes de aprobación menores a los del grupo experimental. Respecto de las preguntas 7 (69%), 10 (42%) y 11(61%) se observa una mejora en relación a los resultados del pre-test, sin embargo existe un bajo porcentaje de estudiantes que asocia al enlace covalentes con sus características que lo describen.

Grupo IV: las preguntas 6, 9, 13, 15 están relacionadas con el enlace metálico y sus propiedades. Las preguntas 6 (48%) está asociada a las propiedades de los metales, no logran tener claridad de que propiedades están directamente relacionadas con el enlace metálico y poca claridad. Sobre el concepto de enlace metálico, las preguntas 9 (72%) y 15 (67 %), logran asociar las características presentadas de este enlace. Finalmente la pregunta 13 con un 55% de aprobación, muestra la bajo asociación que los estudiantes realizan en función del modelo utilizado para representar en enlace metálico.

### 6.3 Resultados obtenidos en las preguntas que involucran Representaciones semióticas

En relación a las preguntas relacionadas con este punto los resultados obtenidos se observan en la siguiente figura para el pre- test y post-test:

**Tabla N°72: Comparación de Frecuencia Porcentual de Preguntas relacionadas con las Representaciones Semióticas en el Grupo Experimental**

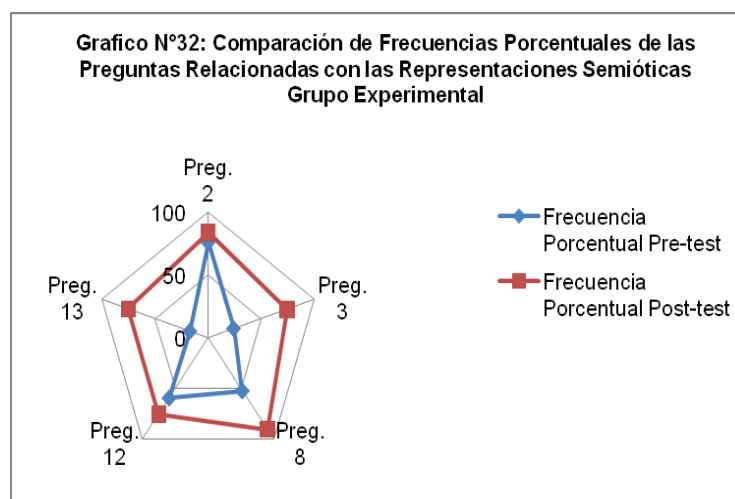
Pregunta	Frecuencia Porcentual Pre-test	Frecuencia Porcentual Post-test
Preg.2	76	84
Preg.3	24	74
Preg.8	52	90
Preg.12	59	75
Preg.13	17	75

**Tabla N°73: Comparación de Frecuencia Porcentual de Preguntas relacionadas con las Representaciones Semióticas en el Grupo Control**

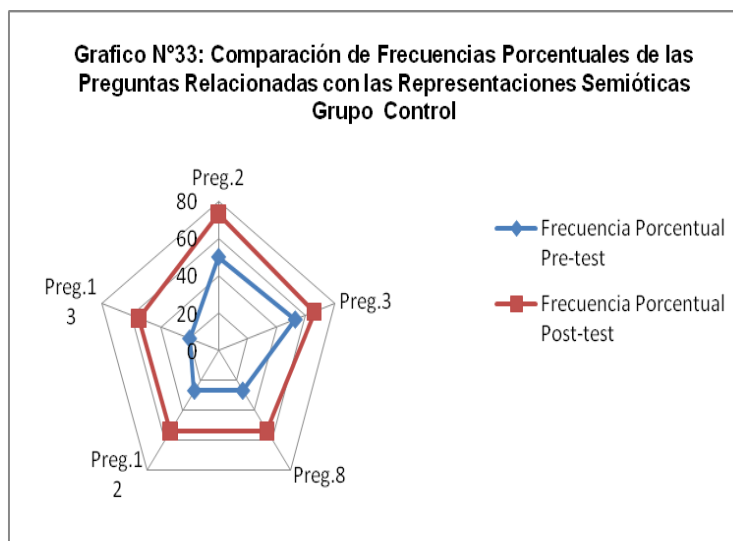
Pregunta	Frecuencia Porcentual Pre-test	Frecuencia Porcentual Post-test
Preg.2	50	73
Preg.3	53	66
Preg.8	27	54
Preg.12	27	54
Preg.13	20	55

Al comparar las preguntas asociadas a las Representaciones semióticas para el pre-test y post-test del grupo experimental y control, se obtuvo los siguientes resultados que se muestran a continuación:

**Figura N°37: Grafico comparativo de frecuencia porcentuales de las representaciones semióticas presentes en el grupo experimental**



**Figura N°38: Grafico comparativo de frecuencia porcentuales de las representaciones semióticas presentes en el grupo control**



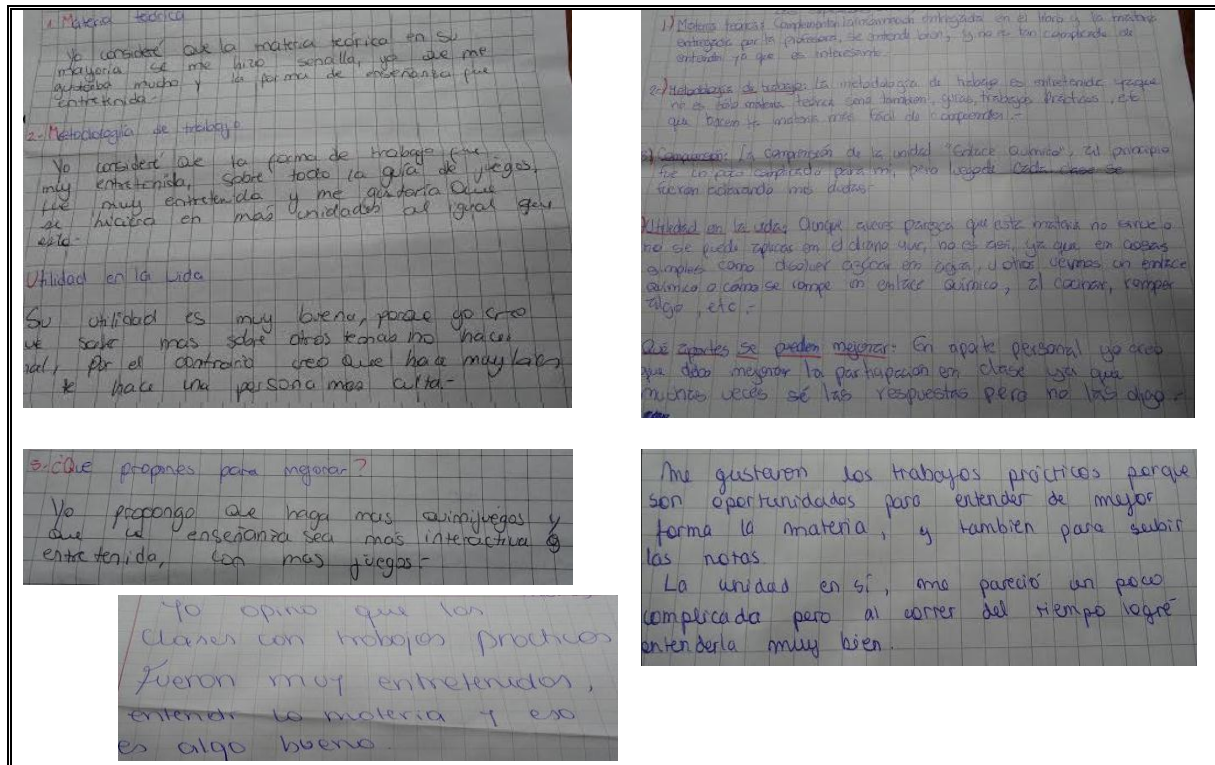
Respectos de las Figuras N°37 y N°38 podemos indicar que en ambos casos mejoran los resultados en los ítem relacionados con las representaciones semióticas, considerando que la unidad de enlace químico existe una carga adicional en enseñar estos contenidos con modelos y/o representaciones presentes en los libros de texto u otro material utilizado en el diseño de la clase. No obstante en el caso del Grupo Experimental los resultados alcanzan un 80% de aprobación en su mayoría, en el caso del Grupo Control apenas alcanzan el 50% en general. Entendemos que estos resultados se deben a la intencionalidad de la intervención didáctica de incorporar, mejorar y reforzar los aprendizajes utilizando las representaciones presentes tanto en libros de texto, como en power point o material de guías de actividades. Respecto a nuestro objetivo planteado podemos indicar que dados los resultados observados, se logró una mejora en los aprendizajes de los estudiantes que participaron en la intervención didáctica.

Respecto a la Autoevaluación con preguntas relacionadas a su propio quehacer y a la metodología planteada. Las preguntas planteadas fueron:

- ✓ **¿Qué opinas de la unidad evaluada en relación a :** Materia teórica, Metodología de trabajo (guías, evaluaciones, trabajos prácticos, etc) , Comprensión, difícil, fácil, etc., Utilidad en la vida

## ✓ ¿Qué aportes se pueden mejorar?

Algunas de las opiniones de los estudiantes se muestran a continuación:



En general de los comentarios realizados por los estudiantes podemos indicar que ellos valoran muy bien las actividades experimentales porque le facilita su aprendizaje y permite tener otra forma de evaluar. También tuvo buena recepción de parte de los estudiantes la incorporación de juegos para reforzar aquellos aspectos estudiados, considerándolos entretenidos. Dentro de las deficiencias según lo expuesto por los estudiantes, no queda claro la relación de este contenido con la vida cotidiana.

## 6.4 Análisis estadísticos realizados

La comparativa entre los resultados del pre-test y post-test en el grupo control y en el grupo experimental se sometió a análisis mediante el paquete estadístico SPSS 15.0

Se trabajó con las medias de aprobación (respuestas correctas) y reprobación (respuestas no correctas) para cada una de las 15 cuestiones planteadas en los dos grupos de alumnos (control y experimental).

En primer lugar dichas medias fueron sometidas a la prueba de Kolmogorov-Smirnov, contrastando su carácter no normal (Tabla 74). Con ello se ratificó el posterior análisis no paramétrico a seguir.

**Tabla N° 74: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Grupo Control pre-test	Grupo Control post-test	Grupo Experimen pre-test	Grupo Experimen post-test
		VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004
N		15	15	15	15
Parámetros normales (a,b)	Media	34,7333	59,2000	39,0000	77,0667
	Desviación típica	16,04666	9,43550	24,66345	7,21572
Diferencias más extremas	Absoluta	,163	,139	,147	,135
	Positiva	,152	,139	,147	,092
	Negativa	-,163	-,131	-,125	-,135
Z de Kolmogorov-Smirnov		,630	,537	,570	,524
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>		<b>,822</b>	<b>,936</b>	<b>,901</b>	<b>,946</b>

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Inicialmente entre los dos grupos de estudiantes no se aprecian diferencias en sus puntuaciones. No hay significación estadística (valor de 0,532 > 0,05), (Tabla 75).

**Tabla N°75: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon**

**Rangos**

		N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00003 - VAR00001	Rangos negativos	7(a)	7,00	49,00
	Rangos positivos	8(b)	8,88	71,00
	Empates	0(c)		
	Total	15		

a VAR00003 < VAR00001

b VAR00003 > VAR00001

c VAR00003 = VAR00001

**Estadísticos de contraste (b)**

	VAR00003 - VAR00001
Z	-,625(a)
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>	<b>,532</b>

a Basado en los rangos negativos.

b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Los resultados de significación nos dan un valor menor a 0,05 al comparar pre y post-test, rechazándose por tanto la hipótesis nula. El efecto de mejora en las puntuaciones no se debe al azar (Tabla 76 y 77).

**Tabla N° 76: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon**  
Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
<b>VAR00002 - VAR00001</b>	Rangos negativos	0(a)	,00	,00
	Rangos positivos	15(b)	8,00	120,00
	Empates	0(c)		
	Total	15		

a VAR00002 < VAR00001

b VAR00002 > VAR00001

c VAR00002 = VAR00001

**Estadísticos de contraste (b)**

	VAR00002 - VAR00001
Z	-3,408(a)
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>	<b>,001</b>

a Basado en los rangos negativos.

b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

**Tabla N° 77: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon**

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
<b>VAR00004 - VAR00003</b>	Rangos negativos	0(a)	,00	,00
	Rangos positivos	15(b)	8,00	120,00
	Empates	0(c)		
	Total	15		

a VAR00004 < VAR00003

b VAR00004 > VAR00003

c VAR00004 = VAR00003



**Estadísticos de contraste (b)**

	VAR00004 - VAR00003
Z	-3,408(a)
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>	<b>,001</b>

a Basado en los rangos negativos.

b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

La aplicación de la secuencia didáctica permite mejorar de forma significativa la aprobación en las cuestiones semióticas y no semióticas (datos de análisis de las tablas 78 y 79, respectivamente).

**Tabla N° 78: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon**  
Rangos

Items semióticos grupo experimental pretest (VAR00005) y post-test (VAR00006)		N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00006 - VAR00005	Rangos negativos	0(a)	,00	,00
	Rangos positivos	5(b)	3,00	15,00
	Empates	0(c)		
	Total	5		

a VAR00006 < VAR00005

b VAR00006 > VAR00005

c VAR00006 = VAR00005

**Estadísticos de contraste(b)**

	VAR00006 - VAR00005
Z	-2,023(a)
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>	<b>,043</b>

a Basado en los rangos negativos.

b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

**Tabla N° 79: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon**

Rangos

Items no semióticos grupo experimental pretest (VAR00009) y post-test (VAR00010)		N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00010 - VAR00009	Rangos negativos	0(a)	,00	,00
	Rangos positivos	10(b)	5,50	55,00
	Empates	0(c)		
	Total	10		

a VAR00010 < VAR00009

b VAR00010 > VAR00009

c VAR00010 = VAR00009

**Estadísticos de contraste (b)**

	VAR00010 - VAR00009
Z	-2,803(a)
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>	<b>,005</b>

a Basado en los rangos negativos.

b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

La comparativa entre los grupos control y experimental tras el post-test también nos indica que hay diferencias significativas entre ambos grupos (Tabla 80)

**Tabla N° 80: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon**  
Rangos

	N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00004 - VAR00002 Rangos negativos	1(a)	1,00	1,00
Rangos positivos	14(b)	8,50	119,00
Empates	0(c)		
Total	15		

a VAR00004 < VAR00002

b VAR00004 > VAR00002

c VAR00004 = VAR00002

**Estadísticos de contraste(b)**

	VAR00004 - VAR00002
Z	-3,352(a)
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>	<b>,001</b>

a Basado en los rangos negativos.

b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

**6.5 Consideraciones finales sobre la secuencia didáctica**

En un contexto general respecto a la implementación de la secuencia didáctica es posible plantear las siguientes ideas:

- ✓ La implementación de esta serie de actividades por parte del profesor y el desarrollo de las mismas por parte de los estudiantes permite favorecer la construcción de conocimiento y familiarizarse con el trabajo científico.
- ✓ El trabajo realizado en algunas de las actividades es desarrollado en grupos de trabajo, considerando la participación de cada uno de ellos y potenciando el

trabajo colaborativo y la motivación del grupo, esto se tradujo en un compromiso con su actividad y compañeros.

- ✓ El profesor en algunas actividades pasa a ser un mediador, es decir en todo momento potencia el desarrollo de las actividades planteadas y reformula aquellas puestas en común, orientando el aprendizaje y corrigiendo aquellos conceptos que presenten mayor dificultad para los estudiantes, es el propio estudiante el constructor de su aprendizaje.

La integración de metodologías en la cual se va evaluando a través del proceso, como por ejemplo la entrega semanal de guías, revisión del trabajo durante la clase, elaboración de modelos en clase, revisión de tareas asignadas, guías de trabajo experimental, etc... permiten que el alumno en forma permanente revise los contenidos y su propio proceso de aprendizaje, de tal manera que se evita la presión de una evaluación final, con una cantidad abrumadora de contenidos y el estudiar sólo para la evaluación en el último minuto.

- ✓ En relación a las representaciones utilizadas en los libros de texto sería necesario en futuras investigaciones revisar las representaciones que se utilizan para fortalecer estos conocimientos en los estudiantes, ya que notamos una carencia de claridad en este aspecto, se debe intencionar el trabajo con representaciones semióticas y además llevar a trabajos prácticos la modelación de moléculas simples que permitan al estudiante salir del campo bidimensional del texto guía; de esta forma desarrollamos capacidades cognitivas que permiten asociar la fórmula de un determinado compuesto o molécula y su forma espacial.
- ✓ El trabajo con modelos tridimensionales debe ser organizado de tal forma que el estudiante pueda indagar acerca de sus ideas previas respecto a las formas de las moléculas y luego una vez adquirido el conocimiento teórico reformular sus estructuras, sin embargo se ha de tomar en cuenta algunos parámetros importantes como el tamaño de los átomos y la longitud de enlaces como conocimientos previos para lograr mejores resultados a la hora de realizar los modelos finales. También se han de entrega la información necesaria respecto del modelo a utilizar, colores de los átomos según normas internacionales.

- ✓ La utilización sistemática de esquemas, dibujos y representaciones de los sistemas de laboratorio, fórmulas de compuestos y/o moléculas, estructuras de compuestos y/o moléculas donde se muestran los átomos y su distribución espacial permite afianzar la idea de discontinuidad de la materia lo cual contribuye a construir de forma correcta sus concepciones sobre un conocimiento determinado.
- ✓ Una última reflexión respecto de los aprendizajes deseados es que los profesores deben cuestionar la ciencia que se debe enseñar, deben replantearse los aprendizajes que desean conseguir, creemos que es la única forma de lograr estructurar sus propias estrategias de aprendizaje, no debe limitarse a sólo descargar los programas estipulados, sino más bien debe ser un agente gestor de su propio conocimiento y labor como educador: Lo anterior le permitirá colocar mayor atención a los aspectos relacionados con el contenido que desea enseñar y la metodología que desea o debe aplicar, llegando a la construcción de su propio actuar como profesor.

## **CAPITULO 7**

### **Discusiones, Conclusiones, Perspectivas de Futuro**

## 7.1 Discusiones

El análisis de libros de texto, es un tema que sin duda puede presentar distintas aristas de estudio, desde sus aspectos formales, el uso del lenguaje, las actividades, el sustento teórico del texto, y por supuesto las representaciones semióticas que estos presentan. Este último punto concordamos con Matus (2011) en que la taxonomía propuesta por Perales y Jiménez Valladares (2004) ha sido fundamental para decodificar las imágenes. Sin embargo la adaptación realizada por Matus, Benarroch y Perales (2008) permite en el caso de algunas categorías, principalmente el grado de iconicidad poder establecer esta clasificación en términos y simbolismos propios de la química.

En relación a las imágenes, llama la atención la tendencia mayoritaria a representar el enlace covalente e iónico, sin embargo son escasas las representaciones sobre el enlace metálico. La explicación y descripción a partir de diferentes modelos e imágenes se ve desfavorecida en relación a este último tipo de enlace, lo cual podría implicar una menor comprensión de este concepto, si consideramos que el dar la explicación de un fenómeno a partir de diferentes imágenes induce según Harrison y Treagust (2000) a establecer nuevas relaciones y favorecer la comprensión tanto de los mismos modelos, como del proceso de modelización.

Desde otro punto de vista, coincidimos con Perales y Jiménez (2002) en relación a la baja conexión que presentan las imágenes con el texto, se da por entendido que el estudiante conoce los simbolismos dentro de la imagen y es por sí sola su interpretación, dejando de lado los aportes en términos que la congruencia y apoyo entre imagen y texto mejoran los aprendizajes, como indican estos autores la minimización de las dificultades de interpretación de la imagen,

En el caso de las funciones de la secuencia didáctica, los resultados concuerdan con los de Matus *et al.* (2008), encontrando que en libros para estudiantes de 15 años muestran que la función que predomina en el texto es la descripción, seguidas de la definición y aplicación, estas dos últimas principalmente en textos de primero medio.

Lo anterior nos permite enfatizar en la idea que es primordial que el docente prepare sus actividades de aprendizaje específicas como por ejemplo comparar, interpretar, analizar imágenes, potenciando los aspectos positivos del uso de las representaciones para la comprensión del contenido y la conversión entre diferentes representaciones, favoreciendo la transferencia de los conocimientos. No se ha de olvidar la elección de otras actividades de indagación, modelización, lúdicas y experimentales, por ejemplo, que le permitan al estudiante comprender finalmente las representaciones que se le proponen.

Con respecto al concepto de enlace químico que se pregunta en el test de ideas previas, desde un marco de la evolución de este concepto en el transcurso de los años, debemos mencionar que aparece en el siglo XVIII, junto a la química como ciencia experimental y cuantitativa. En esos años se conocía el concepto newtoniano de gravedad y se propuso explicar que los elementos que forman parte de las sustancias están vinculados por una fuerza similar a la gravitatoria, lo cual se denominó Afinidad, en base a esto se intentó ordenar la información empírica existente en tablas de afinidad química.

En el caso de nuestra investigación una de las aseveraciones de la pregunta 1 del test, sobre enlace químico asocia este concepto a la afinidad entre las sustancias, sin embargo un bajo porcentaje de estudiantes relacionó el concepto de enlace químico con la afinidad entre los elementos, estaba mucho más arraigada en ellos la idea de ganancia o pérdida de electrones, en este punto subyace la idea que en los átomos hay dos clases de partículas, electrones y protones. Lo anterior, llevo muchos años en poder establecer que la materia estaba compuesta por protones, Goldstein (1850-1930) en 1886 descubrió los rayos anódicos cuyo análisis le permitió postular que los átomos estaban constituidos por partículas con carga positiva, a las que llamo protones. En relación a los electrones J. Stoney le llamo de esta manera, basándose en estudio de los rayos catódicos realizados por Crookes. Entendemos que los estudiantes lo atribuyen a la relación entre electricidad y la materia, el primero en observar que ciertas sustancias en estado líquido sufrían transformaciones

químicas al ser atravesadas por la corriente eléctrica continua fue el físico químico británico Faraday en 1833. (Bensaude- Vicent y Stengers, 1997, en Matus, 2011)

Siguiendo con la idea del concepto de enlace químico, con respecto a la pregunta ¿qué modelo explica de mejor forma el enlace químico?, los estudiantes consideran que es la estructura de Lewis. Para llegar a esta idea que tienen los estudiantes, desde el punto pedagógico, se hace necesario tener presente que no es sino hasta el año 1916 que el físico alemán Walter Kossel (1888-1956) y el químico físico Gilbert Newton Lewis (1876 – 1946) sobre la base de que la reactividad del átomo está determinada por la última órbita incompleta a excepción de los gases nobles, es que presentaron un trabajo que repercute en el concepto de enlace que se tendrá desde ahí en adelante.

Kossel propone una interpretación de la ionización, cada ión ha completado su órbita externa, adoptando de este modo una configuración similar a la del gas noble más próximo, los iones negativos por ganancia y los positivos por pérdida de uno o varios electrones. Lo anterior lleva a Kossel a ser el primero en postular la posible transferencia electrónica desde un átomo electropositivo hacia otro electronegativo como mecanismo de formación del enlace iónico. (Bensaude-Vicent y Stengers, 1997, en Matus, 2011). Lewis describe el enlace mediante el apareamiento de electrones, su aporte permite entender el enlace covalente, sin embargo debemos de mencionar que no es del todo correcta ya que una molécula de hidrógeno,  $H_2$  no es igual a una molécula de flúor,  $F_2$ , hemos de indicar que presentan longitudes y energías de enlaces diferentes (Sánchez González, 2004).

Ambos modelos, el de Kossel y Lewis, desde el punto de vista cualitativo aún se siguen utilizando como una primera visión sobre el enlace químico, no obstante se debe dejar claro en el aula que se desarrollaron otras teorías sobre el enlace químico que permite explicar de forma más completa este concepto.

Por otra parte hay que recordar que la excesiva insistencia en la regla del octeto, como medio para alcanzar la estabilidad de un gas noble, puede llevar a los estudiantes a ideas previas erróneas y a cierta dificultad para explicar las propiedades de las sustancias formadas por los diferentes tipos de enlace químico, en particular el covalente y el iónico (Caamaño, 2016).



En el año 1927, fue planteada la Teoría del enlace de valencia (TVE), por el físico alemán Walter Heitler (1904-1981) y Fritz London (1900 – 1954) quienes desarrollaron el cálculo mecánico cuántico de la molécula de hidrógeno, lo cual permitió dar una explicación cuantitativa (superposición de dos funciones de onda) del enlace químico, lo anterior nos permite entender el mecanismo de formación del enlace. Esta nueva explicación de TEV permite considerar aspectos energéticos del enlace que no había sido considerada por Lewis. Un modelo más actualizado que permite explicar el concepto de enlace químico es la Teoría del funcional de la densidad, desarrollada por Walter Kohn (1923- 2016) (Sánchez González, 2004).

Por último debemos indicar que el desarrollo de las teorías explicativas respecto del enlace químico evoluciono mucho en los últimos 100 años, la teoría del enlace ha mostrado que debemos aunar fuerzas desde el punto metodológico para mejorar los aprendizajes de este concepto que a lo largo de la historia realizo un interesante desarrollo.

En la actualidad estos estudios han permitido grandes avances en el desarrollo de nuevos materiales y procesos biológicos que son capaces de explicarse a nivel molecular. No es de nuestro interés desarrollar en detalle los conocimientos específicos de esta área del conocimiento, sin embargo debemos quedarnos con la reflexión sobre el desarrollo continuo de la ciencia en un camino que permite llegar a la estructura última de la materia y de las leyes que rigen el universo.

Desde el punto de vista de implicancias en la enseñanza se debe explicitar estos aspectos al momento de revisarlos en el aula, González (2017) por ejemplo, propone incorporar la indagación sobre el concepto de enlace químico a partir de la evolución histórica de este, obteniendo mejoras en la comprensión de este concepto. En el caso de nuestro trabajo, hemos incorporado una estrategia la modelización de moléculas simples que permitan a los estudiantes tomar conciencia de estos aspectos al visualizar las moléculas en tres dimensiones. La orientación espacial que adoptan los enlaces y que determinan la forma de la

molécula está dada por la máxima posibilidad de solapamiento de las funciones de onda que participan en la formación del enlace, en este contexto nos parece necesario colocar especial atención en los principios de hibridación de los orbitales atómicos que explica la capacidad de combinación de los átomos y su geometría, sin dejar otros aspectos de la teoría moderna que explica este concepto sin embargo, entendemos que son conocimientos difíciles de entender y visualizar en el aula de secundaria, coincidimos con Matus (2009) en que los enlace químicos requieren de un alto nivel de abstracción y modelización, esto hace imprescindible la mediación del profesor en el proceso de aprendizaje.

En relación a la introducción del juego en la educación (ludificación), específicamente en la enseñanza de las ciencias es un aspecto que hemos incorporado en nuestro trabajo, en general existen distintas motivaciones para introducir este tipo de actividades en el aula, en general se han utilizado para introducir el aprendizaje de conceptos científicos (Li y Tsai ,2013). Si bien coincidimos con este autor, encontramos que incorporar estas actividades lúdicas permite a los estudiantes tener cambios conductuales y motivacionales para enfrentar el nuevo aprendizaje, según se observó en las autoevaluaciones que los estudiantes hicieron de la unidad de enlace químico implementada.

Los propósitos implícitos de la aplicación de estos juegos en la secuencia didáctica implementada es lograr la reflexión del estudiante sobre su propio aprendizaje, según McGonigal (2011) es posible lograr una cognición y metacognición a partir del juego, pensamos que en este sentido se hace necesario incorporar niveles básicos de juegos como un memorice, sopa de letras, hasta la creación misma de un juego como es el quimidomino elaborado por los estudiantes que participaron en nuestra investigación, de esta forma los estudiantes son capaces de realizar procesos más profundos con respecto a su propio aprendizaje, además de fortalecer las relaciones interpersonales que se establecen a través del juego, como la valoración del otro, el trabajo en equipo y colaborativo, la responsabilidad y tomar decisiones en actividades individuales, etc. Sin duda la introducción del juego en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es un tema no acabado, medir los resultados de manera sistemática es

una de las tareas pendientes e introducir en la formación del profesorado la idea de implementar formas creativas de lograr por ejemplo la alfabetización científica, como también competencias científicas, dada la gran versatilidad que presenta el incorporar juegos en el sala de clases.

La incorporación de herramientas de modelización molecular ha permitido grandes avances en la investigación básica y aplicada, prediciendo propiedades de muy diversas entidades químicas. Algunas de esas herramientas como PubChem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>), Models 360 (<http://www.chemeddl.org/resources/models360/models.php>) y Molview (<http://molview.org/>) son de acceso gratuito y pueden ser utilizadas en el aula; sin embargo las limitaciones no proceden tanto de esa disponibilidad sino del propio acceso a la red en los centros educativos y en la propia formación que disponga el profesorado para su uso en sus tareas habituales de enseñanza. En este campo encontramos otro reto para el trabajo y la investigación educativa futura.

## 7.2 Conclusiones

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos en este trabajo, en los capítulos anteriores se han dado a conocer algunas conclusiones referidas a este. En este capítulo se sintetizan y presentan las conclusiones más relevantes referidas a los objetivos planteados y se hacen alcance a las limitaciones de nuestra propuesta de trabajo.

OBJETIVO 1: Realizar un estudio exploratorio, descriptivo de los libros de texto de Química más utilizados por los estudiantes de Octavo Año de Enseñanza Básica y Primer Año de Enseñanza Media, considerando el capítulo referido a enlace químico.

En general los textos presentan actividades de diversos tipos, desde experimentales, analogías, representaciones, problemas etc., debemos de indicar que no es de nuestro interés tratar en este trabajo las actividades que se generan o indican en la unidad de enlace químico, ya que este representaría sin duda un nuevo tema de investigación, haciendo uso de las numerosas investigaciones que existen para el estudio en esta área.

Respecto de los hallazgos encontrados, al hacer el análisis de la representación del enlace metálico, este en tres libros de los diez estudiados no se encuentra presente como parte de la unidad, lo cual nos llama profundamente la atención por la importancia de este concepto por ejemplo en aplicaciones tecnológicas. En base a este mismo concepto, encontramos una escasa presencia de imágenes relacionadas con el enlace metálico, con una marcada presencia mayor se encontraron imágenes relacionadas con el enlace covalente en general en los textos analizados, existiendo un abordaje desigual para cada uno de estos conceptos.

También logramos distinguir una gran diversidad de imágenes, modelos utilizados para explicar el concepto de enlace químico, por lo que el aporte realizado por Matus *et al* (2008) respecto al grado de iconicidad muestra una vez más lo altamente simbólico de la química. Nuestro estudio permitió observar esta diversidad y el aumento potencial del uso de imágenes en relación a los libros de octavo básico, en relación con los de primero medio. Finalmente los estudiantes lograron pasar de un lenguaje simbólico como formulas a un lenguaje icónico de representaciones bidimensionales y tridimensionales.

Algunas reflexiones pedagógicas respecto del análisis realizado dicen relación con que los textos no sólo se exponen los lineamientos teóricos de la disciplina, sino que se le plantea a los estudiantes realizar una serie de actividades que dicen relación con el contenido trabajado, sin embargo no detectamos la evidencia de un apartado donde se explique los tipos de representaciones de las moléculas, lo cual nos parece importante a tener en cuenta en la estructura de la unidad, sin dar por hecho que el estudiante las conoce o que el docente las planteará al inicio del tema.

Por otra parte el Ministerio de Educación chileno se ha preocupado de incluir sistemas de alfabetización multimodal, de tal forma que a partir de distintos modos semióticos logren construir significados que dicen relación con el área del conocimiento en cuestión, sin embargo incluir estos modos no significa necesariamente mejorar los aprendizajes, también se ha de considerar la forma de utilizar estos medios, sin duda lo anterior abre futuras investigaciones en el área.

OBJETIVO 2 - Diseñar, construir, valorar y aplicar un cuestionario que permita detectar las ideas previas de los estudiantes.

El cuestionario diseñado fue elaborado considerando los aportes de otros investigadores e incorporando ítems que creemos eran necesarios para nuestros objetivos de investigación, lo anterior permitió la creación de un test que incorporara las representaciones usadas en los libros de texto en la unidad de enlace químico, con lo cual logramos construir un instrumento a fin con los objetivos perseguidos por los autores.

La utilización de un cuestionario con casi la totalidad de su ítem con respuesta única facilitó su aplicación y posterior análisis. Sin embargo la Pregunta de desarrollo incluida en el cuestionario fue escasamente considerado por los grupos evaluados con el instrumento, lo anterior nos hace pensar que los adolescente de esta edad están más acostumbrados a respuestas de selección única, más que a preguntas de desarrollo. Sin duda es un aspecto por clarificar en futuras investigaciones, dados los modelos de medición de la calidad de los aprendizajes aplicados en Chile, prueba SIMCE y PSU.

El cuestionario resultó ser un instrumento confiable al ser aplicado a un grupo de estudiantes. No obstante, el tamaño de la muestra puede ser insuficiente para su utilización en futura investigaciones, pensamos que se pueden obtener resultados que permitan avanzar en la consolidación del instrumento al someterlo a una muestra de mayor tamaño en futuras investigaciones.

El test de ideas previas nos permitió conocer las pre concepciones de los estudiantes que participaron en el estudio y estructurar su proceso de aprendizaje, sin embargo no podemos conocer a ciencia cierta cuál es su origen, coincidimos con otros autores Pozo *et al.* (1991) que estos, en el caso de la química fundamentalmente están asociados a la enseñanza formal, específicamente en el tema del enlace químico. Además el conocer las preconcepciones del grupo en particular, representó una buena base para conocer las deficiencias conceptuales y su posible incidencia en el aprendizaje deseado en la unidad, mejorando nuestra propuesta didáctica.

En relación al proceso de validación en sí, los expertos evaluadores que han participado en la valoración del cuestionario han manifestado en torno a la claridad y coherencia de los enunciados estar en general de acuerdo, con un alto porcentaje de aprobación. De esta forma se ha logrado cautelar posible coexistencia de significados metafóricos en cuanto a la redacción de las afirmaciones que se presentan en los ítems de las distintas dimensiones estudiadas, lo que ha permitido determinar su validez.

OBJETIVO 3. Diseñar, construir, aplicar y evaluar una secuencia didáctica sobre el enlace químico considerando el análisis semiótico realizado a los libros de texto y las ideas detectadas entre los estudiantes. Esta secuencia debe mejorar el aprendizaje de los alumnos sobre enlace químico aplicando una secuencia didáctica que implique el uso de diversos recursos que utilicen representaciones semióticas apropiadas.

Respecto a la secuencia didáctica diseñada e implementada se pueden establecer las siguientes conclusiones:

Una estrategia didáctica constructivista permite en primer término dar a conocer las ideas previas de los estudiantes, para luego poder discutir, sociabilizar, desarrollar y cambiar dichas preconcepciones. Lo anterior también implica proporcionar al alumno una nueva mirada del conocimiento, formular experiencias significativas, relacionadas con su entorno, con lo cotidiano que les permitan modificar sus ideas y reconstruir el concepto o conocimiento; es decir el inicio de una concepción constructivista del aprendizaje que se entiende como un proceso de construcción interno, activo e individual.

Respecto de las actividades implementadas con el modelo predecir, observar y explicar, el estudiante fue capaz de formular algunas predicciones que le ayudan a comprender lo observado y dar posibles explicaciones, esta forma de enfrentar las actividades en el aula y/o laboratorio favorece la construcción de conocimiento de parte de los estudiantes, no obstante el profesor juega un rol esencial en la retroalimentación, corrección y comprobación de acercarse al conocimiento científico y potenciar el acercamiento del estudiante a algunas

características del quehacer científico para lograr la reestructuración de contenidos, más allá del conocimiento cotidiano, sino más bien estructuras más complejas.

Hemos también de considerar el trabajo colaborativo, en grupo de los estudiantes, esta forma de trabajo permite distribuir tareas y responsabilidades, tomar acuerdos y establecer formas de trabajo, lo que contribuye a que los estudiantes expliciten sus ideas, compartan opiniones y tomen sus propias decisiones, cuestión que fortalece su capacidad de comunicar, exige un ordenamiento interno de los conocimientos, rigurosidad y precisión de lo que se expone. Por lo tanto creemos que el aprendizaje activo y colaborativo es una buena forma de estructurar las actividades en el aula.

En el caso de la realización de representaciones espaciales, tridimensionales, este sistema permitió a los estudiantes comprender la disposición atómica, dando un sentido de espacio-volumen, con una determinada forma, geometría. La química nos muestra la estructura de la materia, sus cambios y características, sin embargo mucha de estas ideas están en un campo no visual, no perceptible con nuestros sentidos, sin embargo las representaciones realizadas por los propios estudiantes cobran gran relevancia para lograr que los alumnos comprendan un tema tan abstracto como el enlace químico. Consideramos que los estudiantes no sólo deben aprender a base de modelos, sino también deben aprender a analizarlos, cuestionarlos, lo cual se logró al utilizar la modelización de compuestos antes de entregar el conocimiento teórico y después de revisar estos aspectos. Ese proceso meta cognitivo que realizó el estudiante en función de las características de las sustancias estudiadas, es un gran paso en su proceso personal de aprendizaje. Dado lo anterior, proponemos la utilización de este tipo de actividades como un posible trabajo de revisión de ideas previas de los estudiantes en contextos muy acotados. En consecuencia, los diseños de procesos de enseñanza aprendizaje deben incluir este tipo de estrategias, especialmente en la asignatura de química. Desde esta perspectiva puede entenderse el cambio conceptual que se provoca en el estudiante desde un punto de vista de cambio de modelos explicativos respecto del fenómeno que está en estudio.

El provocar el aprendizaje del alumnado implica un conjunto de acciones complementarias que inviten al estudiante a incorporar nuevos conocimientos, utilizando estrategias diversas como la indagación, la resolución de problemas, el trabajo cooperativo, la argumentación, el uso de tecnologías, la modelización, etc., son parte de la construcción de su propio aprendizaje.

En resumen, esta propuesta didáctica nos ofrece un ejemplo de cómo se pueden emplear diversas estrategias inspiradas a partir de un determinado marco teórico, para producir mejoras en los aprendizajes de los estudiantes sobre el enlace químico.

Finalmente, respecto de nuestro objetivo de mejora del aprendizaje, podemos indicar que la consistencia en general de la propuesta didáctica permitió mejorar los resultados obtenidos en el pretest, lo que nos permitió concluir que nuestra propuesta responde a las expectativas planteadas, ya que en el caso del grupo control los resultados fueron menos favorables.

Los resultados nos parecen que los estudiantes fueron competentes en la asignatura, fueron capaces de resolver determinadas situaciones problemas que se plantearon y hacer un proceso meta cognitivo de reestructuración de sus propias ideas. El sujeto que aprende requiere de estar consciente de su propia evolución intelectual, ya que aprender implica comprender e interpretar la realidad proyectando o construyendo su propio aprendizaje.

## **7.2 Perspectivas de Futuro**

En relación a este estudio debemos indicar que en general en nuestros tiempos el uso del lenguaje ha ido cambiando conforme a la introducción de nuevas formas de expresar el conocimiento, en el caso de los libros de texto la tendencia a la incorporación de la imagen en ellos se hace cada vez más presente, sin embargo no necesariamente con los objetivos claros respecto a la funcionalidad de la imagen en su aporte a los procesos de aprendizaje, por lo tanto creemos que es necesario colocar especial atención al uso de estas en la enseñanza de las ciencias, futuras investigaciones sobre su uso y aplicabilidad en cada uno de los temas de la química general en los curso de educación



secundaria y universitaria enriquecen la unión indisoluble que se podría lograr entre el texto y la imagen, ya que hoy nos relacionamos en un campo más bien visual que escrito.

Una segunda cuestión es el trabajo en el aula con representaciones, modelos, se hace cada vez más necesario incorporar actividades que permitan a los estudiantes modelar y visualizar aspectos de la química, como el enlace químico, las reacciones químicas, por ejemplo desde una perspectiva más concreta, ayudar a establecer esa interrelación entre lo macro y lo micro de la química, por lo tanto creemos en la necesidad de plantear secuencias didácticas innovadoras, creativas que permitan una mejora en los aprendizajes de los estudiantes.

En tercer lugar, indicar que incorporar actividades lúdicas en el ámbito de la secuencia didáctica sin duda resulta más atractivo para los jóvenes, el juego es una herramienta útil para motivar el aprendizaje y lograr procesos cognitivos desde lo más básico a los más complejos, como partir desde una sopa de letras, o un memorice a la creación de un domino de conceptos y problemas en relación a un tema determinado. En la medida de las posibilidades de los centros para usar las redes e internet, se pueden incorporar actividades de este tipo proporcionadas por la Web mundial.

Por último debemos indicar que queda una gran propuesta por resolver, el uso de la modelización en el ámbito de la determinación de las ideas previas de los estudiantes es un campo que abre futuras investigaciones a realizar, en sí la modelización es un campo de investigación que no está acabado y que queda aún mucho por hacer.

## **CAPITULO 8**

**Referencias Bibliográficas**  
**Anexos**

- Adúriz-Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educación Química*, 23, 1-9. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30151-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30151-9)
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (2009). *Psicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trilla, segunda edición, México, 2009.
- Aguilar, S., Maturano, C. y Núñez, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3). Recuperado de <http://www.saum.uvigo.es/reec>.
- Alonso, M., Gil Pérez, D. y Martínez-Torregrosa, J. (1996). Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en la enseñanza constructivista de las Ciencias. *Investigación en la Escuela*, 30, 15–26.
- Allinger, N., Cava, M., Johnson, C., Lebel, N. y Stevens, C. (1979). *Química Orgánica*. Barcelona, España, Reverté.
- Alzate, M., Gómez, M. y Romero, F. (2000). La iconografía en los textos escolares de Ciencias Sociales. *Revista de Ciencias Humanas*, (22). Recuperado de <http://utp.edu.com>
- Arribas, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas Profesión*, 5 (17), 23-29. Recuperado de [http://enferpro.com/documentos/validacion\\_cuestionarios.pdf](http://enferpro.com/documentos/validacion_cuestionarios.pdf)
- Bello, S. (2008). La búsqueda. Ideas previas en el nivel universitario, evolución y persistencia. Hacia el cambio conceptual en el enlace químico. Propuesta constructivista para mejorar el aprendizaje en bachillerato y licenciatura. México.

- Bello, S. (2013). El enlace químico: uno de los grandes logros del intelecto humano (Capítulo de libro). Recuperado de: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TrabajoFINAL201\\_21540.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TrabajoFINAL201_21540.pdf)
- Bello, S. (2009). ¿Es posible llevar al aula los resultados de una investigación?. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII, 2357-2360 Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, España. Recuperado de <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2357-2360.pdf>
- Borsese, A. (1991). Una matriz conceptual única para los diversos tipos de enlace químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 306–307.
- Bensaude – Vincent, B. y Stengers, I. (1997). *Historia de la Química*. Madrid, España.
- Birch, W. (1986). Towards a model for problem-based learning. *Studies in Higher Education*, 11, 73-82.
- Birk, J., y Kurtz, M. (1999). Effect of experience on retention and elimination of misconception about molecular structure and bonding. En Özmen, Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147-159.
- Boo, H. (1998). Students understanding of chemical reactions. *Journal of research in Science Teaching*, 35(5), 569-581.
- Butts, B. y Smith, R. (1987). "HSC chemistry students' understanding of the structure and properties of molecular and ionic compounds". *Research in Science Education*, 17, 192-201.

- Caamaño, A. y Casassas, E. (1987). La comprensión de la estructura de la materia y del cambio químico en estudiantes de 15 y 16 años. *Enseñanza de las Ciencias, número extra*, 159-160.
- Caamaño, A. (2001). La enseñanza de la química en el inicio del nuevo siglo: una perspectiva desde España. *Revista Educación Química, 12*(1), 7-17.
- Caamaño, A. (2016). Un enfoque para vencer errores y ambigüedades. Enlace químico y estructura de las sustancias en secundaria. *Alambique, 86*, 8-18.
- Campanario, J. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias, 17*(2), 179-192.
- Calatayud, M., Gil, D. y Gimeno, J. (1992). Cuestionando el pensamiento docente espontáneo del profesorado universitario: ¿Las deficiencias en la enseñanza como origen de las dificultades de los estudiantes? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 14*, 71-81.
- Carrascosa, J. y Gil, D. (1985). La «metodología de la superficialidad» y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 3*, 113-120.
- Carrillo, M., Cuevas, C., Estrada, F., Martínez, C. & Riveros, C. (2013). *Comprensión y multimodalidad: análisis descriptivo del texto escolar de primer año medio de lenguaje y comunicación año 2009* (tesis de pregrado). Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.
- Cureton, E. E. (1951). Validity. In: E. F. Lindquist (Ed.), *Educational measurement*, 621–694. Washington, DC: American Council on Education. En Pedrosa, I., Suarez-Álvarez y García-Cueto, E. Evidencias sobre la Validez de Contenido: Avances Teóricos y Métodos para su Estimación. *Acción Psicológica, 10*(2), 3-18.

- Chamizo, J.A. (1992). Modelos de enlace químico, *Elementos*, 2, 28-32.
- Chamizo, J. A. (2006). Los modelos de la química, *Educación Química*, 17, 476-482.
- Ciliberti, N., Galagovsky, L. (1999). Las Redes conceptuales como instrumento para evaluar el nivel de aprendizaje conceptual de los alumnos: un ejemplo para el tema de dinámica. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 17-29.
- Coll, R., and Taylor, N. (2001). Alternative conceptions of chemical bonding help by upper secondary and tertiary students. *Research in Science and Technological Education* 19, 171-191.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P. and Mortimer, E. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational researcher*, 23, 5-12
- Dumon, A. y Merlin, A. (1988). Difficulties with molecular orbitals. *Education in Chemistry*, 25(2), 49-52.
- De Posada, J.M. de (1993). Concepciones de los alumnos de 15-18 años sobre la estructura interna de la materia en el estado sólido. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 12-19.
- De Posada, J.M. DE (1993b). Estudio de los constructos de los alumnos y análisis secuencial de libros de texto en los niveles BUP y COU en relación con la estructura de la materia y enlace químico. Tesis doctoral. Universidad de Málaga. España. São Paulo, Brasil: Miguel de Cervantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 351-35.

- De Posada, J.M. de (1994). Reflexiones didácticas sobre el enlace químico en la enseñanza secundaria superior española y brasileña. International Conference Science and Mathematics Education for the 21st century: Towards innovatory approaches, pp. 239-248. Chile: Universidad de Concepción.
- De Posada, J.M. DE (1997). Conceptions of high school student s concerning the internal structure of metals and their electric conduction: Structure and evolution. *Science Education*, 81(4), 445-467.
- De Posada, J. M. (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), pp. 227-245.
- De Arquer, M. (1995). Fiabilidad Humana: métodos de cuantificación, juicio de expertos. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp\\_401.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_401.pdf)
- Díaz de Bustamante, J. y Jiménez, M. (1996). ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 183-194.
- Di Giacomo, M., Castelo, V. y Galagovsky, L. (2009). De la mente al discurso: ¿qué comunicamos los docentes cuando utilizamos dibujos? Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII*, 192-197.
- Ding, C., y Hershberger, S. (2002). Assessing content validity and content equivalence using structural equation modeling. *Multidisciplinary Journal*, 9 (2), 283-297. Recuperado en <https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902>

- Escobar Pérez, J. y Cuervo Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, (1), 27-36. Recuperado de [http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3\\_Juicio\\_de\\_expertos\\_27-36.pdf](http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf)
- Ezquerro, A. (2005). Utilización de vídeos para la realización de medidas experimentales. *Alambique*, 44,113-119.
- Fanaro, M., Otero, M. y Greca, I (2005 a). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2). Recuperado de <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumen4/art2>
- Fox, J., y Bouchet-Valat M., (2019). *Rcmdr: R Commander*. R package version 2.6-0, Recuperado de <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/>.
- Galagosky,L., Rodríguez,M., Stamatí,N. y Morales, L.(2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (1),107-121. Recuperado de <http://www.bib.uab.es/pub/enseñanzadelasciencias/02124521v21n1p107.pdf>
- Galagovsky, L. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 2: Derivaciones comunicacionales y didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), pp. 349-365.
- Gagliardi, P.J. y Giordan, A. (1986). La historia de las Ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(3), pp. 253-258.



- Galagovsky, L., Di Giacomo, M. A., Castelo, V (2009), Modelos vs. Dibujos: el caso de la enseñanza de fuerzas intermoleculares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 1-22.
- Garcés, S., Herrera, A. y Velázquez, L. (2008). *Hacia un cambio conceptual del enlace químico. Propuesta constructivista para mejorar el aprendizaje en bachillerato y licenciatura*. México, Fomento editorial.
- García, S. (2008). La formación del profesorado de Educación Infantil. *Actas del XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 246-255. Almería. Editorial Universidad Almería.
- García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2001). El estudio de la célula, punto de partida o de llegada en la formación docente. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 73, 44-52. En Pérez Vadillo, Educación para una correcta alimentación en alumnos adolescentes. Diagnóstico de conductas alimentarias y propuesta de actividades de enseñanza-aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*, 31, (3).
- García-Franco, A. y Garritz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 111-124
- García, J. y Cañal, P. (1995). ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. *Investigación en la Escuela*, 25, pp. 5-16.
- Gil, D. (1983), "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias", *Enseñanza de las Ciencias*, 1, (1), 26-33.
- Gil, D. (1987). Los programas-guía de actividades: Una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 3, 3-12.

- Gil, D. et al. (1994). Formación del profesorado de las ciencias y las matemáticas: tendencias y experiencias innovadoras, Madrid: Editorial Popular.
- Grupo Orion: Esquema conceptual Enlace químico. Recuperado de [http://grupoorion.unex.es:8001/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1102932950464\\_783546278\\_2984&partName=htmltext](http://grupoorion.unex.es:8001/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1102932950464_783546278_2984&partName=htmltext)
- Gil, D. (1987). Los programas-guía de actividades: Una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 3, 3-12.
- Gómez Crespo, M. (1996). Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. *Revista Alambique*, 7, 37-44
- González Astudillo, M. y Sierra Vásquez, M. (2004). Metodología de análisis de libros de texto de matemáticas: los puntos críticos en la enseñanza secundaria en España durante el siglo XX. *Enseñanza de las ciencias*, 22(3), 389-408
- Gutiérrez, R. (1999). La causalidad en los razonamientos espontáneos, *Enseñanza de las Ciencias*, Nº extra, 31-61.
- Ózmen, H. (2004). Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (2). Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/225227224\\_Some\\_Student\\_Misconceptions\\_in\\_Chemistry\\_A\\_Literature\\_Review\\_of\\_Chemical\\_Bonding](https://www.researchgate.net/publication/225227224_Some_Student_Misconceptions_in_Chemistry_A_Literature_Review_of_Chemical_Bonding)
- Hernández, R., Collado, C. y Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. D. F., México, MacGraw
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: MacGraw – Hill. Interamericana.

- Hyrkäs, K., Appelqvist-Schmidlechner, K & Oksa, L. (2003). Validating an instrument for clinical supervision using an expert panel. *International Journal of nursing studies*, 40(6), 619 -625.
- Izquierdo, M., y Adúriz-Bravo, A. (2005). Los modelos teóricos para la ciencia escolar. Un ejemplo de química. Actas del VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, n<sup>o</sup> extra.
- Jensen, W. (1984). Abegg, Lewis, Langmuir and the octet rule. *Journal of Chemical Education*, 61(3), 191-200.
- Jiménez Valladares, J y Perales, F. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustración de los libros de Física y Química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 3-19.
- Jiménez, J. (1998). Los medios de representación gráfica en la enseñanza de la Física y la Química, Tesis Doctoral, Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada, Granada-España.
- Johnstone, A. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Johnstone, A. (1999). The nature of chemistry. *Education in Chemistry*, 45-47.
- Justi, R. y Gilbert, J. (2002). Modelling teacher's views on the nature of modelling and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>

- Kind, V. (2004). Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química. Editorial Santillana, 107-110.
- Lazo, L. y Zúñiga, N. (2013). Estudio sobre las concepciones alternativas de Enlace Químico en los alumnos de Enseñanza Media y Enseñanza Universitaria. IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Girona, España.
- Leiva, D. (2000). El texto escolar: Una alternativa para aprender en la escuela y en la casa. Santiago, Chile, Andros Impresiones.
- Levy, N., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A. Taber, K., (2010). Teaching and Learning the Concept of chemical bonding. *Studies in Science Education*. 46, (2), 179-207.
- Li, M. y Tsai, C. (2013). Game-Based Learning in Science Education: A Review of Relevant Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 877–898.
- Lopes, B. y Costa, N. (1996). Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: Fundamentación, presentación e implicaciones educativas. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 45-61.
- McGonigal, J. (2011). Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World. Nueva York: Penguin. En Manassero, M. A. Vázquez-Alonso, A., Enseñando la naturaleza del conocimiento mediante juegos, X Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, Sevilla, Recuperado de [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2017nEXTRA/30\\_-Ensenando\\_la\\_naturaleza\\_del\\_conocimiento\\_cientifico\\_mediante\\_juegos.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/30_-Ensenando_la_naturaleza_del_conocimiento_cientifico_mediante_juegos.pdf)

- Marzábal, A., Hernández, C., Izquierdo, M. (2014). ¿De qué hablan los libros de texto? El problema de la identificación de los referentes. *Cadernos CEDES*, 34 (92), 99-124.
- Martínez Losada y García Barros (2003). Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares: ¿qué objetivo persiguen?, ¿qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias* 21 (2), 243-264
- Matute, S. (2011). Concepciones de los estudiantes sobre las sustancias ácidas y básicas. *Revista de Educación y Humanismo*, 13 (21), 17-33.
- Matus, L. (2003). El uso del mapa semántico en relación con el aprendizaje de las uniones químicas. Tesis de Magister. Universidad de Alcalá España.
- Matus, L., Benarroch, A. y Perales, J. (2008). Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las ciencias*, 26 (2), pp.149-172.
- Matus, L., Benarroch, A. y Nappa, N. (2011). La modelación del enlace químico en los libros de texto de distintos niveles educativos. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 178-201.
- Mellado, V., Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la Didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), p.331-339
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 289-302. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21460/93425>
- Mottet, G. (1996). Images et activités scientifiques. Reintegrer l'image. *Aster*, 22, 3-13. En Perales, La imagen en la enseñanza de las Ciencias: Algunos

Resultados de Investigación en la Universidad de Granada, España.  
Formación Universitaria, 1(4), 13-22.

Moreira, M., Greca, I. y Rodríguez Palmero, M. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(3), 37-57. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/vergnaudespanhol.pdf>

Muñoz, M. (2010). *Conociendo los modelos materiales sobre enlace químico a través de una unidad didáctica basada en la enseñanza de los modelos y modelaje Científico, para nivel medio Superior*, (tesis grado de maestra) Universidad Autónoma de México, México.

Oliva, J. y Aragón Méndez, M. (2009). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. *Enseñanza de las ciencias*, 27(2), 195-208.

Oliva, J., Aragón Méndez, M., Jiménez-Tenorio, N., Aragón Nuñez, L. (2018). La modelación como enfoque didáctico y de investigación en torno a la educación científica. *International Journal for 21<sup>st</sup> Century Education*, 5(1), 3-18.

Otero, R., Greca, I. y Silveira, L. (2003). Imágenes visuales en el aula y el rendimiento escolar en Física: Un estudio comparativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 1-30. Recuperado de <http://www.reec.uvigo.es>

Otero, R. y Greca, I. (2004). Las imágenes en los textos de Física: entre el optimismo y la prudencia. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 21(1), 37-67.

Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147-159

- Pedrosa, I., Suarez-Álvarez, J. y Garcia-Cueto, E. (2013). Evidencias sobre la Validez de Contenido: Avances Teóricos y Métodos para su Estimación. *Acción Psicológica*, 10(2), 3-18. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5944/ap.10.2.11820>
- Pandiella, S. y Perales, F. (2007). Skills involved in understanding science textbook illustrations. A case study, *In Science Education in Focus* by M. V. Thomase, Nova Science Publishers.
- Perales, F. y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. Análisis de libros de textos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369-386.
- Perales, F. y Jiménez, J. (2004). Las ilustraciones en los libros de Física y Química de la ESO. *Educación abierta. Aspectos didácticos de Física y Química* 12, 11-65
- Perales, F. (2008), La imagen en la enseñanza de las Ciencias: Algunos Resultados de Investigación en la Universidad de Granada, España. *Formación Universitaria*, 1(4), 13-22. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062008000400003>
- Perales, F. y Vílchez, J.M. (2012). Libros de texto: ni contigo ni sin ti tienen mis males remedio. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 70, 75-82.
- Pérez de Eulate, L., Llorente, E. y Andreu, A. (1999). Las imágenes de la digestión y excreción en los textos de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), pp. 165-178.
- Peterson, F. y Treagust, F. (1989). Grade-12 student's misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*, 66(6), pp. 459-460. En Riboldi *et al.* El enlace químico: una conceptualización poco

comprendida. Investigación didáctica. *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), 195-212. Recuperado de <https://vianete.files.wordpress.com/2011/03>

Paoloni, L. (1979). Toward a culture-based approach to chemical education in secondary schools: The role of chemical formulae in the teaching of chemistry. *European Journal of Science Education*, 1(4), 365-377. doi: [10.1080/0140528790010402](https://doi.org/10.1080/0140528790010402)

Pozo, I., Gómez-Crespo, A., Limón, M. y Sanz-Serrano, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de las ciencias: ideas de los adolescentes sobre la química*. MEC. Madrid.

Pozo, I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid, Ed. Morata.

Pozo, I. y Gómez-Crespo, M.A. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencias*. Madrid, Ed. Morata.

Pintó, R. (2002). Introduction to the Science Teacher Training in an Information Society (STTIS). *Project International Journal of Science Education Special Issue*, 24, (3), 227-234.

Pintó, R. y Ametller, J. (2002). Students' difficulties in reading images. Comparing results from four national research groups. *International Journal Science Education*, 24, 333-341. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/09500690110078932?scroll=top&needAccess=true>

Puelles Benítez, M. (1997). Vieja y nueva política: los liberales ante la educación popular (1834-1857): los liberales ante la educación popular (1834-1857). *Revista ciencias de la Educación*, 172, 297-316.



- Prats, J. (2012). Criterios para la elección del libro de texto de historia. *Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 70, 7-13.
- Pro Bueno, A., Sánchez Blanco, G. y Valcárcel, V. (2008). Análisis de los libros de texto de física y química en el contexto de la reforma LOGSE. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26(2), 193-209.
- Pro Bueno, A., Sánchez, G., Valcárcel, V. (2007): “Los contenidos de los libros de texto de Física y Química en la implantación de la Reforma LOGSE”. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 367-386.
- Pro Chereguini, C., Pro Bueno, A. (2011). ¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de Tecnología en 3° ESO. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 8 (2), 149-170.
- Programa de Estudio Ciencias Naturales (2011). Octavo Año Básico, Unidad de Currículum y Evaluación ISBN 978-956-292-338-5 Ministerio de Educación (MINEDUC), Santiago, Chile.
- Programa de Estudio Química (2011). Primer Año Medio, Unidad de Currículum y Evaluación ISBN 978-956-292-315-6 Ministerio de Educación (MINEDUC), Santiago, Chile.
- Programa de Estudio Ciencias Naturales (2016). Unidad de Currículum y Evaluación ISBN 978-956-292-338-5 Ministerio de Educación (MINEDUC), Santiago, Chile.
- Quero, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *Telos*, 12(2), 248-250. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99315569010>
- Rentería, M.(2013) *Construcción de una unidad didáctica orientada a la enseñanza y aprendizaje del concepto Enlace Químico utilizando un*

*grupo de moléculas de interés ambiental y validado con estudiantes de Grado Décimo de la Institución Educativa Mariscal Robledo*, (tesis de grado), Medellín, Colombia. Recuperado de Junio 2015 en URL : <http://core.ac.uk/download/pdf/11058509.pdf>.

Riboldi, L., Pliego, Ó. y Odetti, H. (2004). El enlace químico: una conceptualización poco comprendida. *Investigación didáctica. Enseñanza de las ciencias* 22(2), pp.195-212. Recuperado de <https://vianete.files.wordpress.com/2011/03>

Sánchez, G. y Valcárcel, V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 33-44.

Sánchez Blanco, G. y Valcárcel, V. (2000). Relación entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico del contenido: un problema en la formación inicial del profesor de secundaria. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 24, 78-86.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid, España, Ed. Síntesis.

Sánchez González, A. (2004). *Estudios teóricos sobre la naturaleza del enlace químico en iluros de nitrógeno y sus análogos de boro*. (trabajo de Investigación tutelada), Universidad de Granada, España.

Shayer, M. y Adey, P. (1981). *Towards a science of science teaching*. Heinemann Educational Books, London, Inglaterra.

Shulman, S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

- Shulman, L.S.(1993). Renewing the pedagogy of teacher education: The impact of subject-specific conceptions of teaching. En Mellado, Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- Sierra, L. (2003). *Estudio de la influencia de un entorno de simulación por ordenador en el aprendizaje por investigación de la Física en Bachillerato*, (tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada, España.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1991). Análisis de la introducción de la teoría de enlaces y bandas. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 53-58.
- Strike, K. y Posner, A. (1985). Conceptual change view of learning and understanding. En: West, L. & Pines, L. Cognitive structure and conceptual change. Academic Press, 211-231.
- Taber, S. (1994). Misunderstanding the ionic bond. *Education in Chemistry*, 31(4), 100-103.
- Taber, S. (1997). Student understanding of ionic bonding: molecular versus electrostatic framework? *School Science Review*, 78(285), 85-95.
- Taber, S. (1999). Alternative frameworks in chemistry. *Education in Chemistry* 36, 135-137.
- Taber, K. (2001). Shifting sands: A Case Study of Conceptual Development as Competition Between Alternative Conceptions, *International Journal of Science Education*, 23(7), pp. 731-753.
- Talanquer, V. (2006) Common sense chemistry: A model for understanding students' alternative conceptions. *J. Chem. Educ.* 83(5), 811. En Lazo, L., Zúñiga, N. Estudio sobre las concepciones alternativas de Enlace Químico en los alumnos de Enseñanza Media y Enseñanza Universitaria.

- Tan, D. y Treagust, D (1999). Evaluating students understanding of chemical bonding. *School Science Review*, 81 (294), 75-83
- Tejada, L. (1981). El libro de texto: Problemática de los materiales educativos impresos. Guadalajara, Centro de Capacitación Docente El Macaro.
- Harrison, A. y Treagust, D. (2000): A typology of school science models, *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1080/095006900416884>
- Thiele, B. y Treagust, B. (1995). Analogies in chemistry textbooks. *International Journal of Science Education*, 17(6), 783-795.
- Valcárcel, V., Sánchez, G., Ruiz, M. (2000). *El estudio del átomo en la educación secundaria. Alambique*, 26, p. 83.
- Valcárcel, V., Sánchez Blanco, G. y Zamora Barranco, A. (2005). Conocimientos de los alumnos de ESO y bachillerato (14-18) sobre modelo iónico del enlace químico. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VII Congreso.
- Varela, M. (2010). Sobre los manuales escolares. *Revista Escuela Abierta*, 13, 97-114.
- Velasco, R. y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación química*, 14(2), 72-85.
- Voutilainen, P. y Liukkonen, A. (1995). Senior Monitor - laadun arviointimittarin sisällön validiteetin määrittäminen. *Hoitotiede*, 1, 51-56. En Hyrkäs, K., Appelqvist-Schmidlechner, K & Oksa, L. Validating an instrument for clinical supervision using an expert panel. *International Journal of nursing studies*, 40(6), 619 -625.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change.  
En Bello, Cambio conceptual ¿Una o varias teorías? México: Facultad de  
Química CCADET, UNAM.

## ANEXO 1. Instrumento de Exploración de Ideas Previas y Conocimiento de Enlace químico enviado a Juicio de Expertos

Distinguido juez

Junto con saludar y agradecer su cooperación, usted ha sido invitado para evaluar el instrumento **Cuestionario de Ideas Previas sobre Enlace Químico**, que forma parte de la Investigación “Las Representaciones usadas en los Libros de Texto para la Enseñanza del Enlace Químico, Análisis semiótico de la unidad de Enlace Químico en los libros de texto e Intervención didáctica en estudiantes de Educación Media en Chile”.

La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de estos sean utilizados eficientemente, aportando en el área de investigación educativa, específicamente en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

<b>Agradecemos su valiosa colaboración</b> <b>OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN</b>	El objetivo General de este trabajo es mejorar la enseñanza del enlace químico de estudiantes entre 13 y 15 años.
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar un estudio exploratorio, descriptivo de los libros de texto de Química más utilizados por los estudiantes entre 13 y 15 años. (No abordado en este cuestionario)</li><li>• Diseñar y construir una secuencia didáctica sobre el enlace químico considerando el análisis semiótico realizado a los libros de texto.</li><li>• Aplicar y evaluar una secuencia didáctica sobre el enlace químico</li></ul>
<b>Objetivo del juicio de expertos</b>	Validar el contenido en una prueba o cuestionario diseñado para el tema Enlace químico para la exploración de ideas previas y evaluación final de unidad didáctica.
<b>Objetivo del cuestionario (prueba)</b>	Obtener información relativa al tema del enlace químico, lo cual nos permite evaluar las ideas previas y competencias cognitivas de este grupo de estudiantes antes (pretest) y después de la aplicación de la unidad didáctica (postest).

### Tabla de Registro de la Validación realizada por los expertos

Lea atentamente cada una de las preguntas (1 al 16) y opciones (A, B, C, D, E), luego valore cada una de estas en una escala Likert de 1 al 4, los cuales representan su grado de desacuerdo o acuerdo respecto a cada uno de los ítem planteados. El significado de cada uno de ellos se detalla a continuación:

1	2	3	4
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	<b>Parcialmente en desacuerdo</b>	<b>Parcialmente de acuerdo</b>	<b>Totalmente de acuerdo</b>

Su valoración debe ser considerando dos aspectos de importancia para nuestra investigación:

- **COHERENCIA:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.
- **CLARIDAD:** El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.

A continuación le presentamos cada uno de las preguntas con cada una de las siguientes planillas:

**PREGUNTA N°1:** El enlace químico se entiende como:

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo										
Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.										
COHERENCIA					CLARIDAD					
CONSIGNA	1	2	3	4	1	2	3	4	OBSERVACIONES	
A. La unión física entre diferentes sustancias										
B. Fuerzas de atracción entre átomos										
C. La afinidad entre diferentes sustancias										
D. La ganancia o pérdida de electrones										
E. Interacciones eléctricas entre núcleos y electrones o entre iones vecinos										

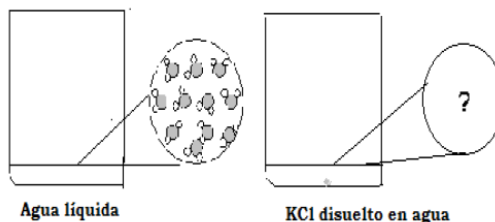
**PREGUNTA N°5: ¿Cuál de los siguientes modelos atómicos es el mejor para explicar al enlace químico?**

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo

Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.

CONSIGNA	COHERENCIA				CLARIDAD				OBSERVACIONES
	1	2	3	4	1	2	3	4	
A. Modelo de Demócrito									
B. Modelo de Thomson									
C. Modelo de Dalton									
D. Modelo de Bohr									
E. Modelo de Lewis									

**PREGUNTA N°3:** El círculo a la derecha muestra una vista aumentada de una porción muy pequeña de agua líquida en un recipiente:



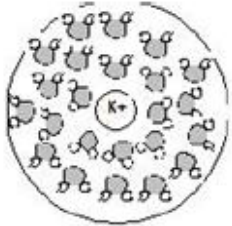
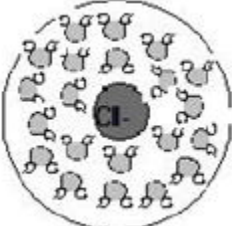
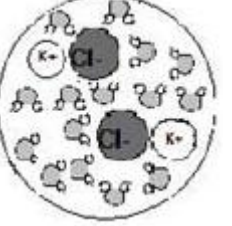
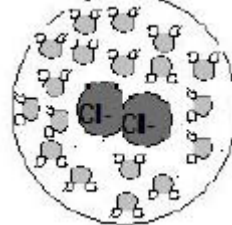
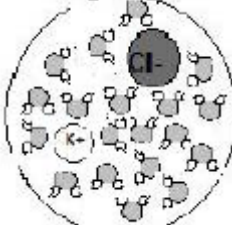
¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales corresponde al cloruro de potasio (KCl) disuelto en agua?

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo

Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.

CONSIGNA	COHERENCIA				CLARIDAD				OBSERVACIONES
	1	2	3	4	1	2	3	4	



<p>A.</p> 																
<p>B.</p> 																
<p>C.</p> 																
<p>D.</p> 																
<p>E.</p> 																

**PREGUNTA N°4:** Los cristales microscópicos de cloruro de sodio (NaCl) se pueden caracterizar de acuerdo con las siguientes propiedades de la tabla:

- I.- Color
- II.- Tamaño
- III.- Conductividad eléctrica en estado sólido
- IV.- Conductividad eléctrica en disolución acuosa
- V.- Forma
- VI.- Temperatura de Fusión

**¿Qué propiedades de la tabla anterior permiten clasificar a esta sustancia mediante el modelo de enlace iónico?**

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo

Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.

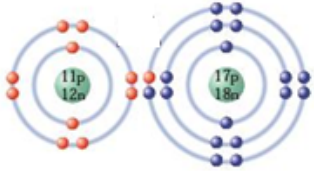

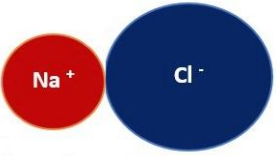
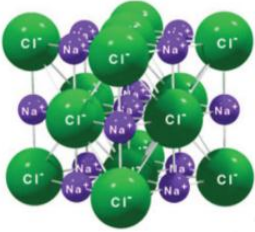
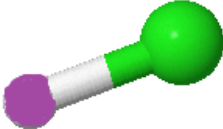
CONSIGNA	COHERENCIA				CLARIDAD				OBSERVACIONES
	1	2	3	4	1	2	3	4	
A. I y III (color y conductividad eléctrica en estado sólido)									
B. I y V (color y forma)									
C. IV y VI (conductividad eléctrica en disolución acuosa y temperatura de fusión)									
D. V y VI (forma y temperatura de fusión)									
E. II y IV (tamaño y conductividad eléctrica en disolución acuosa)									

**PREGUNTA N°8:** Las propiedades del Cloruro de sodio (NaCl) sólido se pueden explicar mediante un modelo de enlace iónico, ¿cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado para representar el NaCl?

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo

Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.

CONSIGNA	COHERENCIA				CLARIDAD				OBSERVACIONES
	1	2	3	4	1	2	3	4	

<p>A.</p> 												
<p>B.</p> 												
<p>C.</p> 												
<p>D.</p> 												
<p>E.</p> 												

**PREGUNTA N°14:** Los compuestos iónicos poseen

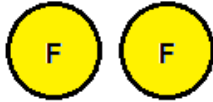
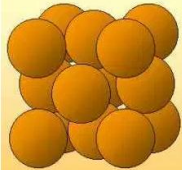
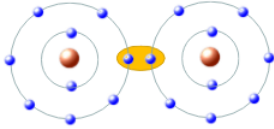

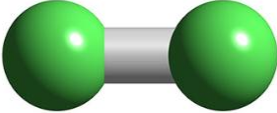
1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo

Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.

CONSIGNA	COHERENCIA				CLARIDAD				OBSERVACIONES
	1	2	3	4	1	2	3	4	
A. Alta solubilidad en agua									

B. Alto punto de fusión													
C. Muy baja o nula conductividad eléctrica en estado sólido													
D. Alto punto de Ebullición													
E. Todas las anteriores son correctas													

**PREGUNTA N°2: En el F<sub>2</sub> los electrones que enlazan a los átomos se comparten por igual, indica cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado (completo) para representar el F<sub>2</sub>:**

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo													
Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.													
COHERENCIA					CLARIDAD				OBSERVACIONES				
CONSIGNA	1	2	3	4	1	2	3	4	OBSERVACIONES				
A. 													
B. 													
C. 													
D. 													
E. 													

**PREGUNTA N°7:** Un enlace covalente puede dar lugar a

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo										
Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.										
COHERENCIA					CLARIDAD					
CONSIGNA	1	2	3	4		1	2	3	4	OBSERVACIONES
A. Sustancias moleculares										
B. Cristales covalentes										
C. Redes Cristalinas metálicas										
D. Redes Cristalinas iónicas										
E. A y B son correctas										

**PREGUNTA N°10:** Un compuesto que presenta enlace covalente se caracteriza por

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo										
Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.										
COHERENCIA					CLARIDAD					
CONSIGNA	1	2	3	4		1	2	3	4	OBSERVACIONES
A) Tener un enlace formado por compartición de pares de electrones										
B) Ser muy buen conductor de la electricidad										
C) Estar formado por elementos no metálicos y/o hidrógeno										
D) Presentar altos puntos de ebullición										
E) Tanto A como B son verdaderas										

**PREGUNTA N°11:** Los cristales macroscópicos de sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) se pueden caracterizar de acuerdo con las siguientes propiedades de la tabla:

- I.- Conductividad eléctrica de la disolución acuosa
- II.- Temperatura de Fusión
- III.- Forma
- IV.- Color
- V.- Conductividad eléctrica en estado sólido
- VI.- Tamaño

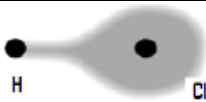
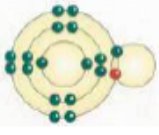

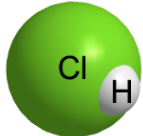
**¿Qué propiedades de la tabla anterior permiten clasificar a estas sustancias mediante un modelo de enlace covalente?**

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo

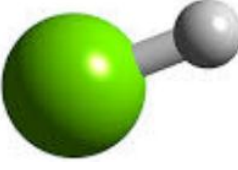
Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.

CONSIGNA	COHERENCIA				CLARIDAD				OBSERVACIONES
	1	2	3	4	1	2	3	4	
A. I y III (Conductividad eléctrica de la disolución acuosa y forma)									
B. I y V (Conductividad eléctrica de la disolución acuosa y Conductividad eléctrica en estado sólido)									
C. IV y VI (Color y tamaño)									
D. V y VI (Conductividad eléctrica en estado sólido y Tamaño)									
E. I y II (Conductividad eléctrica de la disolución acuosa y Temperatura de Fusión)									

**PREGUNTA N°12:** Las propiedades del HCl, se pueden explicar mediante un modelo de enlace covalente polar, de acuerdo con el cual los electrones se comparten de modo desigual. ¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado para el HCl?

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo										
Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.										
CONSIGNA	COHERENCIA				CLARIDAD				OBSERVACIONES	
	1	2	3	4	1	2	3	4		
A. 										
B. 										
C. 										
D. 										

**PREGUNTA N°6:** Acerca del Enlace Metálico, ¿qué propiedades no pueden ser explicadas por este tipo de enlace?

E. 										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo										
Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.										
COHERENCIA				CLARIDAD						

CONSIGNA	1	2	3	4		1	2	3	4	OBSERVACIONES
A. Maleabilidad y ductibilidad										
B. Brillo metálico										
C. Conductividad del calor										
D. Conductividad eléctrica										
E. Punto de fusión										

**PREGUNTA N°9:** ¿Cuál de las siguientes descripciones caracteriza mejor el enlace metálico?

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo

Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.

**COHERENCIA**

**CLARIDAD**

CONSIGNA	1	2	3	4		1	2	3	4	OBSERVACIONES
A. los electrones se comparten entre los átomos										
B. la formación de iones										
C. la unión entre moléculas de distinta carga										
D. los electrones están deslocalizados en todo el cristal										
E. los electrones no se comparten entre los átomos										

**PREGUNTA N°13:** ¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales representa el enlace metálico?

1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Parcialmente de acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo

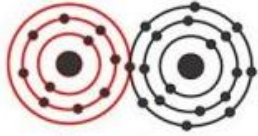
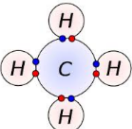
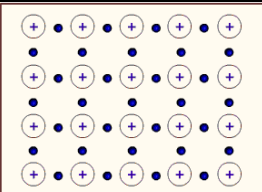
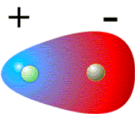
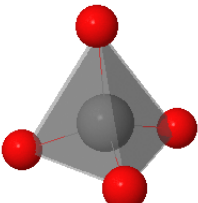
Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.

**COHERENCIA**

**CLARIDAD**

CONSIGNA	1	2	3	4		1	2	3	4	OBSERVACIONES
----------	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---------------



**PREGUNTA N°15:** En un enlace metálico los electrones perdidos por los átomos...

<p>1: <b>Totalmente en desacuerdo</b>, 2: <b>Parcialmente en desacuerdo</b>, 3: <b>Parcialmente de acuerdo</b>, 4: <b>Totalmente de acuerdo</b></p> <p>Si considera necesario hacer alguna modificación, señálelo en la casilla de observaciones.</p>												
<b>COHERENCIA</b>										<b>CLARIDAD</b>		
<b>CONSIGNA</b>	1	2	3	4		1	2	3	4	<b>OBSERVACIONES</b>		
A. Los ganan otros átomos												
B. Se pierden												
C. Se quedan entre los cationes manteniendo la estructura												
D. Se comparten												
E. Se quedan como aniones												

**16.- Finalmente te invitamos a responder la siguiente pregunta: ¿Conoces algún otro tipo de enlace químico además de los presentados en este cuestionario?      Sí – NO**

**Si tu respuesta es Sí, ¿Cuál o cuáles?**

---

---

**Observaciones adicionales:**

## ANEXO 2. Instrumento de Exploración de Ideas Previas y Conocimiento de Enlace químico

### Cuestionario de Indagación de ideas Previas y Conocimiento sobre Enlace Químico

**INSTRUCCIÓN: Encierra en un círculo la alternativa correcta**

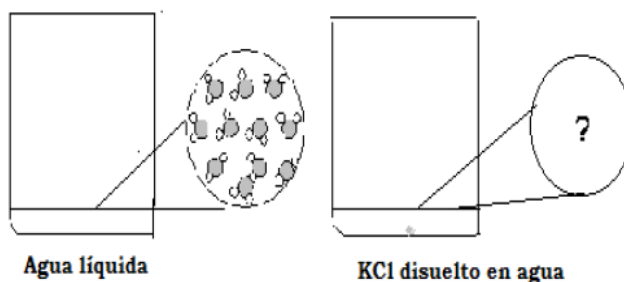
**1.- El enlace químico se entiende como:**

- a) La unión física entre diferentes sustancias
- b) Fuerzas de atracción entre átomos
- c) La afinidad entre diferentes sustancias
- d) La ganancia o pérdida de electrones
- e) Interacciones eléctricas entre núcleos y electrones o entre iones vecinos

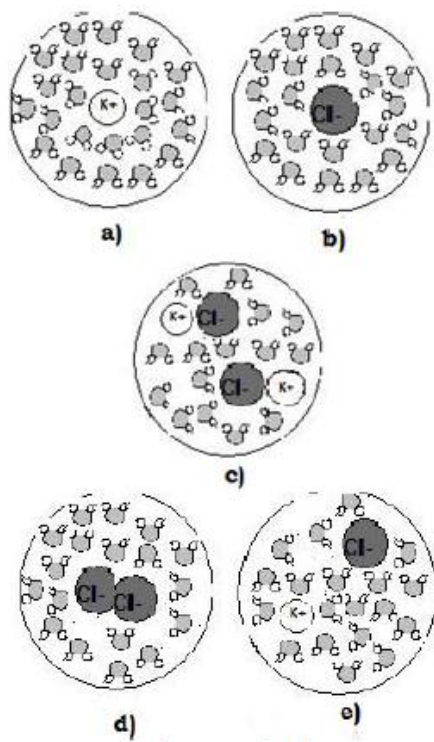
**5.- ¿Cuál de los siguientes modelos atómicos es el mejor para explicar al enlace químico?**

- a) Modelo de Demócrito
- b) Modelo de Thomson
- c) Modelo de Dalton
- d) Modelo de Bohr
- e) Modelo de Lewis

**3.- El círculo a la derecha muestra una vista aumentada de una porción muy pequeña de agua líquida en un recipiente:**



**¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales corresponde al cloruro de potasio (KCl) disuelto en agua?**



4.- Los cristales microscópicos de cloruro de sodio (NaCl) se pueden caracterizar de acuerdo con las siguientes propiedades de la tabla:

I.- Color

II.- Tamaño

III.- Conductividad eléctrica en estado sólido

IV.- Conductividad eléctrica en disolución acuosa

V.- Forma

VI.- Temperatura de Fusión

¿Cuáles propiedades de la tabla anterior permite clasificar a esta sustancia, mediante el modelo de enlace iónico?

a) I y III

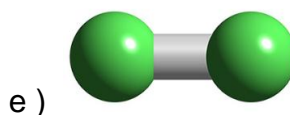
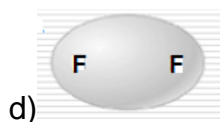
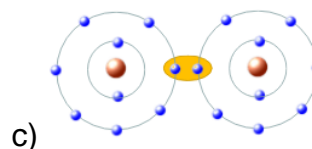
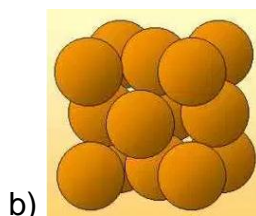
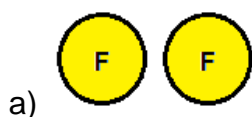
b) I y V

c) IV y VI

d) V y VI

e) II y IV

2.- En el  $F_2$  los electrones que enlazan a los átomos se comparten por igual, indica cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado para representar el  $F_2$ :



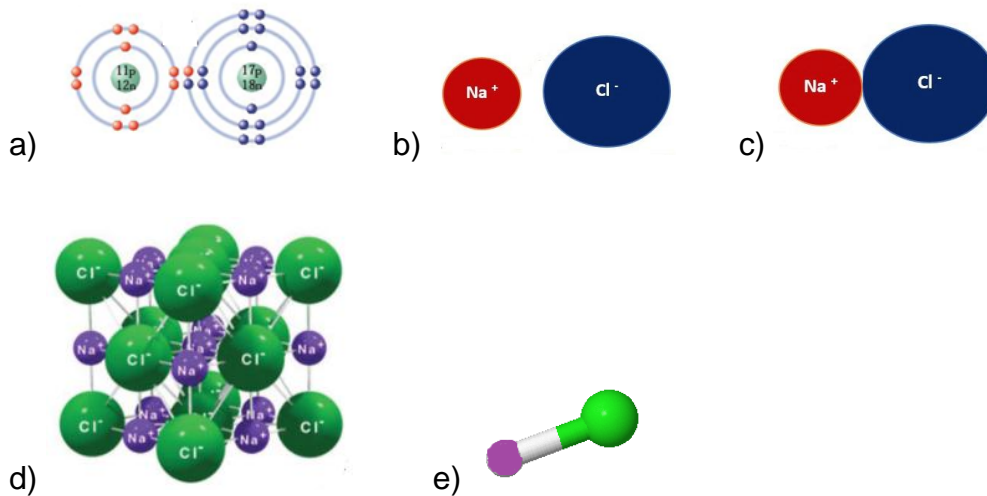
6. Acerca del Enlace Metálico, ¿qué propiedades no pueden ser explicadas por este tipo de enlace?

- a) Maleabilidad y ductilidad
- b) Brillo metálico
- c) Conductividad del calor
- d) Conductividad eléctrica
- e) Punto de fusión

7.- Un enlace covalente puede dar lugar a:

- a) Sustancias moleculares
- b) Cristales covalentes
- c) Redes Cristalinas metálicas
- d) Redes Cristalinas iónicas
- e) a) y b) son correctas

8.- Las propiedades del Cloruro de sodio ( $NaCl$ ) sólido se pueden explicar mediante un modelo de enlace iónico, ¿cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado para representar el  $NaCl$ ?



**9.- ¿Cuál de las siguientes descripciones caracteriza mejor el enlace metálico?**

- a) los electrones se comparten entre los átomos
- b) la formación de iones
- c) la unión entre moléculas de distinta carga
- d) los electrones están deslocalizados en todo el cristal
- e) los electrones no se comparten entre los átomos

**10.- Un compuesto que presenta enlace covalente se caracteriza por:**

- a) Tener un enlace formado por compartición de pares de electrones
- b) Ser muy buen conductor de la electricidad
- c) Estar formado por elementos no metálicos y /o hidrógeno
- d) Presentar altos puntos de ebullición
- e) Tanto a) como c) son verdaderas

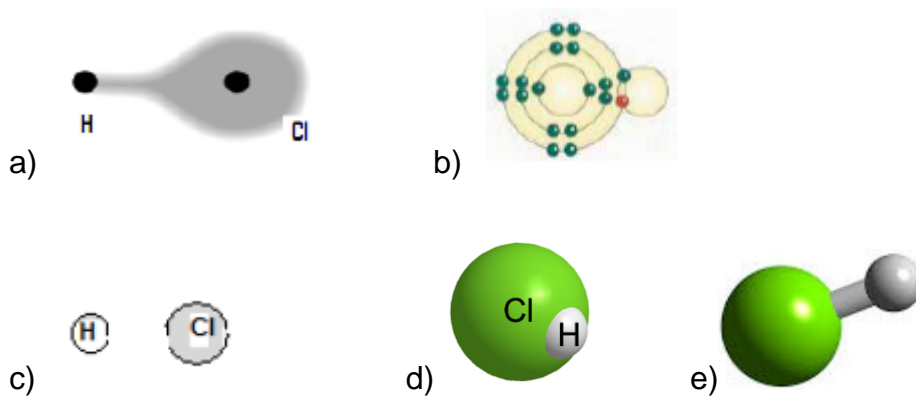
**11.- Los cristales macroscópicos de sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) se pueden caracterizar de acuerdo con las siguientes propiedades de la tabla:**

- I.- Conductividad eléctrica de la disolución acuosa
- II.- Temperatura de Fusión
- III.- Forma
- IV.- Color
- V.- Conductividad eléctrica en estado sólido
- VI.- Tamaño

¿Cuáles propiedades de la tabla anterior permiten clasificar a estas sustancias mediante un modelo de enlace covalente?

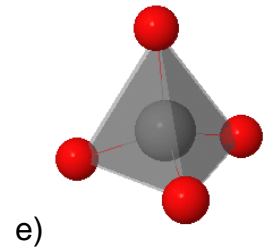
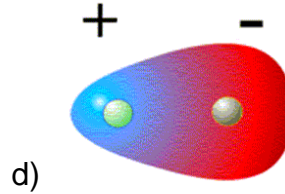
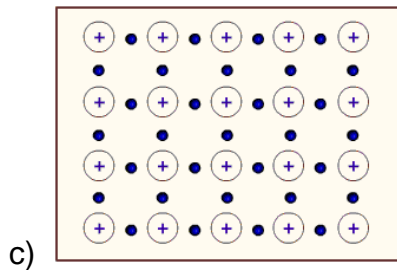
- a) I y III
- b) I y V
- c) IV y VI
- d) V y VI
- e) I y II

12.- Las propiedades del HCl, se pueden explicar mediante un modelo de enlace covalente polar, de acuerdo con el cual los electrones se comparten de modo desigual. ¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales es el más adecuado para el HCl?



13.- ¿Cuál de los siguientes modelos materiales bidimensionales representa el enlace metálico?





**14.- Los compuestos iónicos poseen:**

- a) Alta solubilidad en agua
- b) Alto punto de fusión
- c) Muy baja o nula conductividad eléctrica en estado sólido
- d) Alto punto de Ebullición
- e) Todas las anteriores son correctas

**15.- En un enlace metálico los electrones perdidos por los átomos...**

- a) Los ganan otros átomos
- b) Se pierden
- c) Se quedan entre los cationes manteniendo la estructura
- d) Se comparten
- e) Se quedan como aniones

**16.- Finalmente te invitamos a responder la siguiente pregunta: ¿Conoces algún otro tipo de enlace químico además de los presentados en este cuestionario? Sí – NO**

**Si tu respuesta es Sí, ¿Cuál o cuáles?**

---



---



## **ANEXO 3. UNIDAD DIDÁCTICA**

### **Guías de Actividades Realizadas**

#### **GUÍA DE LABORATORIO: ENLACE QUÍMICO**

##### **INTRODUCCIÓN**

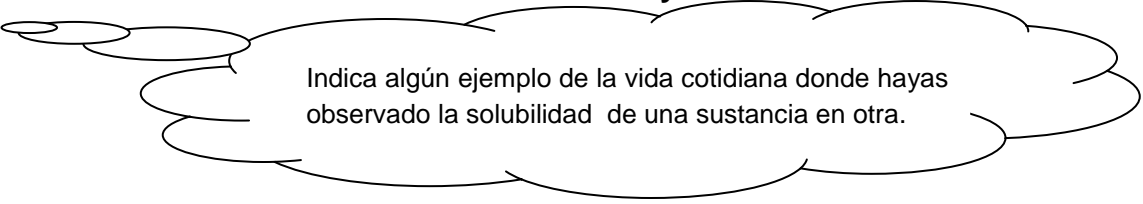
*En la naturaleza existe una gama diversidad de sustancias, algunas presentes en estado sólido, como los minerales, líquidos como el agua y gaseoso como el aire que respiramos. Cada uno de estas sustancias tienen diferentes características en términos de color, olor, sabor, textura, etc.*

*El que cada uno de estos materiales sean diferentes unos de otros y presente diferentes características no se debe solamente a que están presentes distintos tipos de elementos, sino más bien a la presencia de distintas propiedades, lo cual está determinado por la forma en que se unen o enlazan para formar estas y nuevas sustancias y cómo estos agregados de átomos interactúan entre sí.*

*A continuación aprenderás la relación que existe entre el enlace químico y sus propiedades.*

*El estudio de la forma de cómo se enlazan los átomos ha permitido al hombre lograr grandes avances, por ejemplo en las telecomunicaciones, en la producción de nuevos materiales, más livianos y resistentes, en medicina en la producción de medicamentos más específicos para atacar cierta enfermedad o bien en la producción de productos o sustancias que facilitan la vida cotidiana, como las sustancias utilizadas en la higiene personal, aseo del hogar, artefactos domésticos, etc.*

##### **Actividad N°1: Solubilidad de sustancias iónicas y covalentes**



Indica algún ejemplo de la vida cotidiana donde hayas observado la solubilidad de una sustancia en otra.

**Materiales y reactivos:** Sal (NaCl), cloruro de cobre II, azúcar, almidón, aspirina, agua y alcohol. Gradilla, tubos de ensayo, espátula.

**Procedimiento:**

1.- Se dispone de un set de tubos de ensayo enumerados del 1 al 5, Vierta en cada uno de ellos una pinta de espátula de las siguientes sustancias:

Tubo	Sustancia
1	Cloruro de sodio
2	Azúcar
3	Almidón
4	Cloruro de cobre
5	Aspirina

2.- Compruebe la solubilidad de cada una de las sustancias agregando 5 mL de H<sub>2</sub>O a cada uno de los tubos. Agite Suavemente.

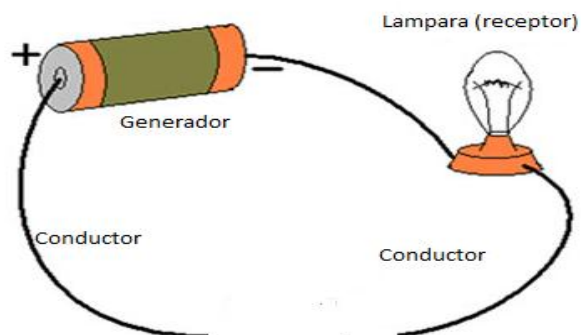
Sustancia	Agua	Registre Observaciones
Cloruro de sodio	5 mL	
Sacarosa (azúcar)	5 mL	
Almidón	5 mL	
Cloruro de cobre	5 mL	
Aspirina	5 mL	

Pregunta:

- 1) ¿A qué se debe que algunas sustancias se disuelvan en agua y otras no? Fundamente su respuesta. \_\_\_\_\_

## Actividad N°2: Conductividad eléctrica de las soluciones

Observa el siguiente Circuito



¿Para qué se prueba el circuito abierto con los materiales de madera, plástico y metales?  
¿Qué sucederá?

Materiales y reactivos: Circuito eléctrico abierto provisto de una ampolla, vaso de precipitado, bagueta, madera, plástico, metales. Alcohol, Almidón, Sulfato de cobre, Cloruro de Sodio, vinagre, Agua.

### Procedimiento:

1.- Compruebe la conductividad eléctrica de cada una de las siguientes sustancias en estado sólido.

OBSERVACIONES		
Sustancia	Sustancia Sólida	Sustancia en solución acuosa
Cloruro de sodio		
Azúcar		
Almidón		
Cloruro de cobre		
Aspirina		

## Preguntas

1) ¿Por qué se usa una ampolleta en el circuito? Explica

---

---

2) ¿A qué se debe que algunas sustancias conduzcan la electricidad en estado sólido y otras no?

---

---

3) ¿Por qué existen sustancias, como el NaCl, que no conducen cuando están sólidas y sí lo hacen cuando están disueltas en agua?

---

---

## **ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN: Punto de fusión**

En el sistema que se muestra en la figura, se colocará a fundir:

Materiales y reactivos: mechero, gradilla, rejilla de asbesto, cápsula de porcelana.



### **1.- Cloruro de Sodio (sal común)**

OBSERVACIONES:

---

---

---

### **2.- Sacarosa (azúcar)**

OBSERVACIONES:

---

---

---

De acuerdo a lo observado, responde:

1.- ¿A qué se debe que las sustancias tengan tan distintos puntos de fusión?

---

---

2) ¿A qué se deben las fuerzas que mantienen unidas a las partículas que componen las sustancias?

---

---

### **TRABAJO DE INDAGACIÓN**

1. Explica a partir de tus conocimientos de enlaces, por qué se produce la conductividad eléctrica en algunas soluciones y en otras no.

2.- ¿Qué principio se ha mostrado o qué destreza se ha desarrollado o qué principio se ha afianzado?

3.- Analiza la siguiente tabla de puntos de Fusión y luego responde:

Sustancia	Punto de Fusión (°C)
Cloruro de sodio	801
Sacarosa (azúcar)	170
Naftaleno	80
Cloruro de cobre II	498
Aspirina	138

a) De acuerdo a los datos de la tabla, explica por qué el cloruro de cobré presenta un punto de fusión mucho mayor que el naftaleno?

---

---

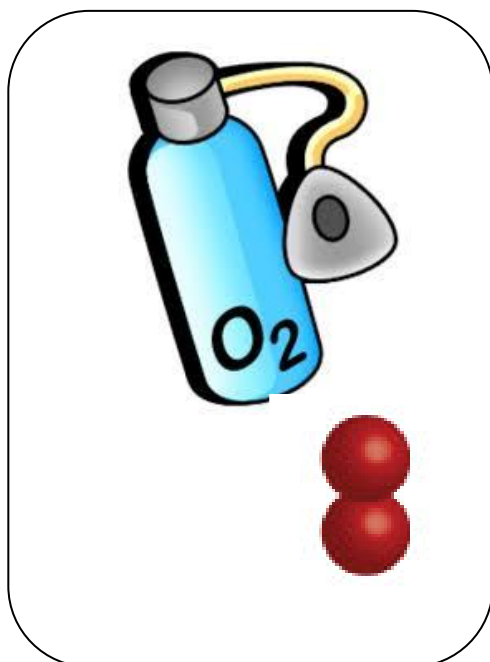
b) Clasifica las sustancias de la tabla en sólidos iónicos y covalentes.

---

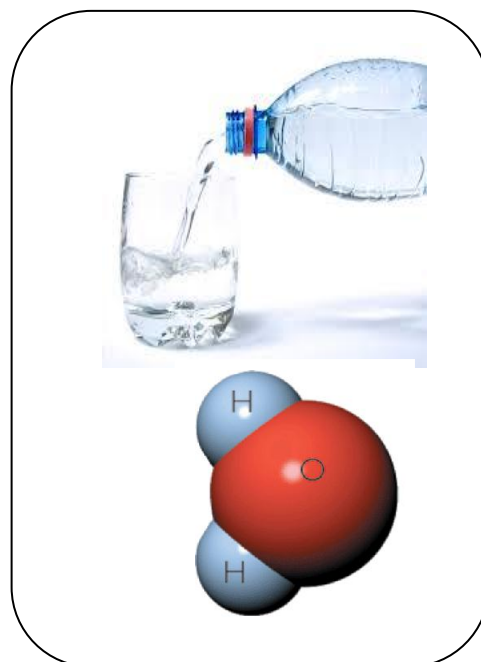
---

# Enlace Químico

**OBSERVA, PIENSA Y RESPONDE**



**El oxígeno que respiramos es una molécula compuesta por dos átomos**



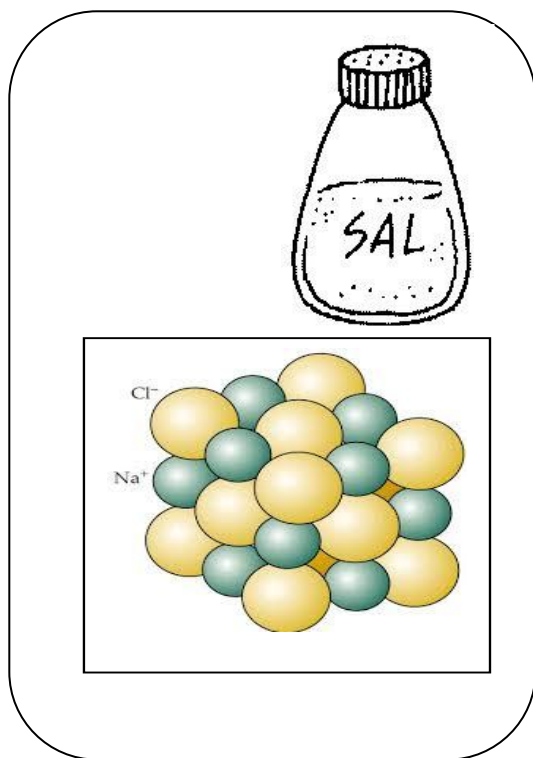
**El agua que bebemos está formada por tres átomos, uno de oxígeno y dos de hidrógeno.**



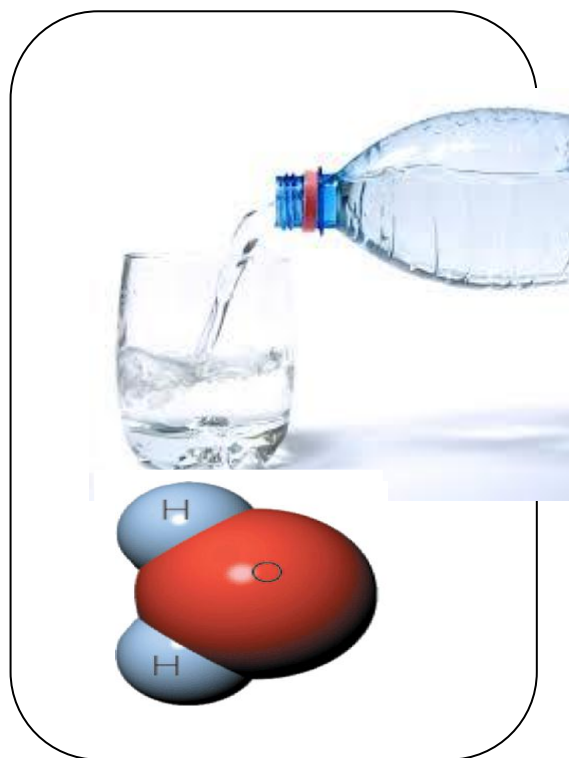
**¿Por qué se enlazan de esa manera los átomos?**

# Enlace Químico

OBSERVA, PIENSA Y RESPONDE



La Sal de mesa está formada de una multitud de iones de sodio con iones cloruro, perfectamente ordenados.



El agua que bebemos está formada por tres átomos, uno de oxígeno y dos de hidrógeno.



¿Por qué se enlazan de esa forma los átomos?

# Enlace Químico

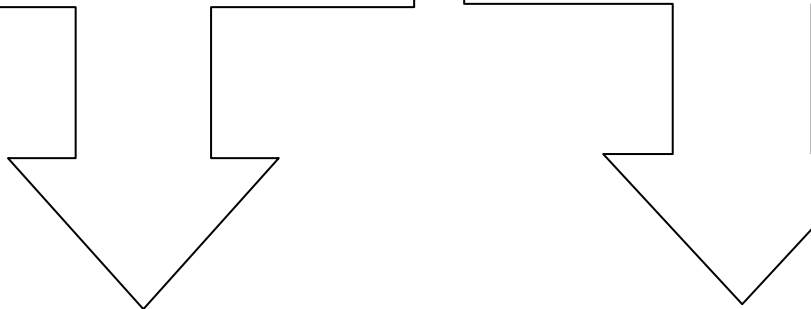
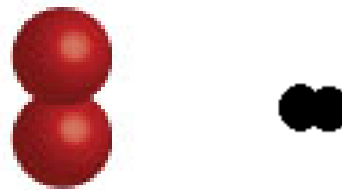
OBSERVA, PIENSA Y RESPONDE

Carbono: sólido negro



Gases incoloros e inodoros

Oxígeno e Hidrógeno



PUEDEN FORMAR

AZÚCAR



ETANOL



¿Por qué se forman estas sustancias diferentes?



# Enlace Químico

**OBSERVA, PIENSA Y RESPONDE**

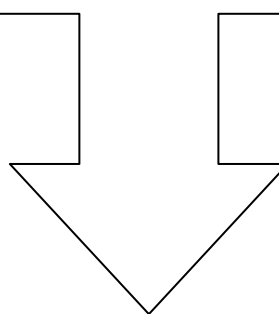
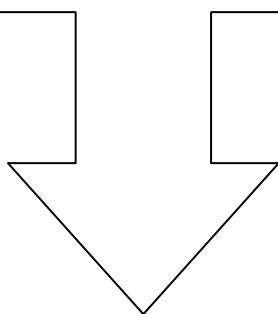
**Sodio**

**Metal gris, blando y  
extraordinariamente reactivo**



**Cloro**

**Gas verde y tóxico**



**PUEDEN FORMAR**

**CLORURO DE SODIO (sal de mesa, blanca y sólida,  
fundamental para nuestra dieta.)**

## Presentación de contenidos

# Guía de estudio: Enlace Químico

### Instrucciones: resuelva los siguientes ejercicios

2.- ¿Cuáles de los siguientes pares elementos pueden formar compuestos iónicos?

a) Iodo y Bromo : \_\_\_\_\_

b) Sodio y Cloro : \_\_\_\_\_

c) Potasio y Flúor : \_\_\_\_\_

d) Bromo y Magnesio: \_\_\_\_\_

3.- ¿Cuáles de los siguientes compuestos son iónicos y cuáles no. Marca con una cruz y justifica tu respuesta.

H <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CaS	SO <sub>2</sub> .

4.- ¿Cuáles de los siguientes pares de elementos no forman compuestos iónicos. Marca con una cruz y justifica tu respuesta.

Se y O	Li y Ca	K y S	O y I	SO <sub>3</sub> .

6.- Clasifique los siguientes compuestos como iónicos o covalentes: MgCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, Cl<sub>2</sub>, NaCl, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, KI, CsCl.

Iónicos	
Covalentes	

7.- Investiga acerca de otros tipos de uniones existentes como las fuerzas intermoleculares: puentes de hidrógeno, ion dipolo, dipolo-dipolo, fuerzas de dispersión de London

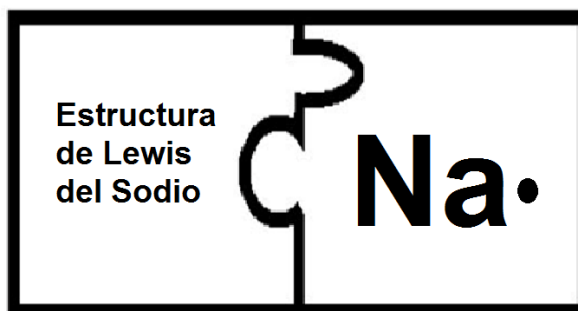
**8.- INSTRUCCIONES:** realiza un **QUIMIDOMINO** utilizando la base que a continuación se indica, para elaborar el juego (tu puedes crear otra base) con los conceptos y ejemplos que aprendiste en la unidad de enlace químico.

Criterios de evaluación: ¡¡¡ **DESARROLLA TODA TU CREATIVIDAD !!!**

**PAUTA DE VALORACIÓN**

ITEMS	Puntaje Ideal (puntos)	Puntaje Obtenido
✓ Crear 10 plantillas, utilizando cinco conceptos diferentes en cada una de las plantilla.(dos puntos c/u)	20	
✓ Conceptos o símbolos desarrollados utilizando un vocabulario científico.	10	
✓ Las piezas deben calzar perfectamente.	5	
✓ Utilización de letra clara, legible, fácil de leer.	3	
Puntaje total	38	

Ejemplo:



**QUIMI JUEGOS**

**INSTRUCCIÓN:** Observa el video que encontrará en <https://www.youtube.com/watch?v=6RJbS1dleAc>

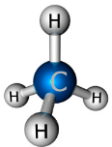
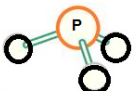
Te ayudará a recordar algunos aspectos fundamentales de la clase de química sobre enlace químico, luego realiza las siguientes actividades.

## ACTIVIDAD I: QUIMISOPA DE LETRAS

1.- Encuentra los siguientes conceptos: enlace, iónico, covalente, geometría molecular, Estructura Lewis, cristales, sólidos, átomo.

E	D	R	T	F	C	D	S	E	R	T	F	G	V	C	D	E	D	R	T	E	B
T	G	T	W	U	U	O	P	R	Y	F	M	Z	P	C	W	S	R	I	O	S	B
F	H	E	Q	M	J	N	L	F	S	O	L	I	D	O	S	E	F	U	Z	T	V
F	V	G	O	T	E	U	J	V	V	G	C	V	N	V	B	T	F	Y	A	R	N
G	N	H	S	M	L	T	H	B	F	B	Q	T	H	A	C	U	D	T	D	U	D
V	B	V	Z	Y	E	L	A	H	D	Y	W	R	G	L	G	Y	C	T	Z	C	R
V	J	B	I	G	L	T	F	L	R	T	A	E	H	E	H	Y	X	X	W	T	E
S	E	F	R	O	R	P	R	U	O	U	M	N	B	N	B	R	T	T	Y	U	D
T	Y	E	G	G	N	J	K	I	L	O	U	G	U	T	T	U	O	P	I	R	C
Y	Y	N	H	H	J	I	R	U	A	M	M	O	L	E	C	U	L	A	R	A	C
U	N	L	T	O	P	R	C	W	T	O	R	T	D	D	F	H	H	J	K	L	V
F	T	A	G	T	Y	U	H	O	S	T	E	R	T	Y	Y	U	O	I	O	E	E
S	E	C	T	T	C	R	I	S	T	A	L	E	S	E	D	R	D	E	T	W	F
E	R	E	C	C	G	H	Y	J	K	L	R	F	R	T	E	D	R	R	p	I	E
A	S	E	R	X	Z	V	D	N	H	J	U	K	B	F	F	G	T	Y	D	S	E



<b>LiCl</b>	<b>Na•</b>	ENLACE IÓNICO	<b>KH</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	
		<b>CO</b>	REGLA OCTETO	<b>Be:</b>	<b>MgO</b>
<b>H—F̈:</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>H—Ō—H</b>		ENLACE COVALENTE	
		ESTRUCTURA DE LEWIS	<b>He:</b>		GEOMETRÍA ANGULAR

## Representación de estructuras de Lewis

### GUÍA DE APLICACIÓN: ENLACE QUÍMICO

1.- Para cada una de las siguientes estructuras, completa la información solicitada:

Molécula	Nº electrones de valencia	Nº electrones enlazados	Nº electrones NO enlazados	Estructura de Lewis	Tipo de Enlace	Polaridad del enlace
CO <sub>2</sub>						
HF						
O <sub>2</sub>						
SeO <sub>2</sub>						
N <sub>2</sub>						
H <sub>2</sub> O						
PCl <sub>3</sub>						

## GEOMETRIA MOLECULAR

### GUÍA DE APLICACIÓN: ENLACE QUÍMICO

Completa el siguiente cuadro con la información solicitada:

Sustancia	Fórmula Molecular	Formada por...	Representa la molécula de forma bidimensional (papel)
Hidrógeno Gaseoso	$H_2$		
Agua	$H_2O$		
Oxígeno	$O_2$		
Monóxido de Carbono	$CO$		
Dióxido de Carbono	$CO_2$		
Nitrógeno gaseoso	$N_2$		
Amoniaco	$NH_3$		
Cloro Gaseoso	$Cl_2$		
Cloruro de Hidrógeno	$HCl$		



¿Cómo será la molécula tridimensionalmente?

## MANOS A LA OBRA.....

Considera las indicaciones de tu profesor y confecciona el modelo tridimensional del compuesto. **RECUERDA:**

1.- Utilizar el color indicado para representar cada átomo, por ejemplo **Rojo – Oxígeno, Blanco – Hidrógeno, Azul – nitrógeno, verde – cloro, Amarillo – Azufre.**

2.- Considera los ángulos de enlace, la longitud, tipo de enlace, tamaño de cada átomo, color y geometría de la molécula..

**Pauta de Evaluación: Escala de Valoración**

Items	Especificaciones	Puntaje ideal	Puntaje Obtenido
Identificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nombre de integrantes</li> <li>✓ Curso</li> <li>✓ Fecha</li> <li>✓ Profesor</li> <li>✓ Letra clara y legible</li> </ul>	3 puntos	
Estructura tridimensional	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tamaño de los átomos</li> <li>✓ Ángulo de enlace</li> <li>✓ Longitud de enlace</li> <li>✓ Color indicado</li> <li>✓ Geometría (nombre)</li> </ul>	45 puntos	
Puntaje total		48 puntos	

**PAUTA DE AUTO EVALUACIÓN**

**PREGUNTAS ABIERTAS:** responde con la mayor sinceridad la siguiente pregunta:

¿Qué opinas de la unidad evaluada?

Registra en una hoja tus apreciaciones en relación a los siguientes aspectos:

- ✓ Materia teórica
- ✓ Metodología de trabajo (guías, evaluaciones, trabajos prácticos, etc)
- ✓ Comprensión, difícil, fácil, etc.
- ✓ Utilidad en la vida
- ✓ ¿Qué aportes se pueden mejorar?



## **ANEXO 4. Currículum Chileno de Octavo básico y Primer año de enseñanza Media sobre el enlace químico**

### **Octavo año de Enseñanza Básica**

#### **UNIDAD: Materia y sus Transformaciones- Modelos atómicos y gases ideales**

##### Propósito

En esta unidad se busca que los estudiantes comprendan la estructura interna de la materia, basándose en el estudio de los modelos científicos desarrollados a través del tiempo, que dan explicación a la constitución microscópica de la materia. Por otro lado, se espera que comprendan el comportamiento de los gases, reconociendo sus características y las variables que inciden en él, y entendiendo en profundidad la teoría cinético-molecular como modelo para explicar su comportamiento a nivel microscópico y las consecuencias de las variables que lo afectan a nivel macroscópico. Se promueve que los alumnos desarrollen habilidades de pensamiento científico, como la formulación de problemas relacionados con el comportamiento de los gases en diversos fenómenos del entorno, la exploración de alternativas de solución, y también la conducción de investigaciones diseñadas por ellos mismos para comprobar o refutar hipótesis relacionadas con gases.

##### Conocimientos Previos

- ✓ Constitución microscópica de la materia: El átomo y la molécula.
- ✓ Elementos y compuestos como sustancias puras con propiedades definidas.
- ✓ Factores que permiten la formación de diversas sustancias: cantidad de sustancia, volumen, presión, temperatura.
- ✓ Transformaciones fisicoquímicas en la vida cotidiana.
- ✓ Representación de las reacciones químicas por medio de ecuaciones químicas.
- ✓ Ley de conservación de la materia en transformaciones fisicoquímicas.

### Palabras Claves

Teoría atómica, modelo atómico, transformaciones fisicoquímicas, molécula, macromolécula, gases ideales, modelo cinético, emisión, absorción, diseño de una investigación e informe de investigación.

### Contenidos

- ✓ Teoría atómica de Dalton, modelos atómicos de Thompson, Rutherford y Bohr.
- ✓ Constitución atómica de la materia.
- ✓ Transformaciones fisicoquímicas de la materia, formación de moléculas y macromoléculas.
- ✓ Emisión y absorción de luz en términos del modelo atómico.
- ✓ Gases, comportamiento, características, leyes que los modelan: Boyle, Gay-Lussac, Charles y la ley del gas ideal.
- ✓ Teoría cinético-molecular.

### Habilidades

- ✓ Formulación de hipótesis verificables.
- ✓ Diseño y conducción de investigaciones simples.
- ✓ Redacción de informes para comunicar las etapas de investigación desarrolladas sobre los contenidos planteados en la unidad.
- ✓ Formulación de problemas y exploración de alternativas de solución sobre los conocimientos planteados en la unidad.
- ✓ Toma de decisiones adecuadas en beneficio de la solución de los problemas propuestos.

### Actitudes

- ✓ Manifestar interés por conocer y comprender más de la realidad a través de investigaciones simples.
- ✓ Utilizar herramientas tecnológicas para organizar y comunicar eficientemente sus ideas sobre un tema afín a la unidad.

## **Primer año de enseñanza Media**

### **UNIDAD: Materia y sus Transformaciones- Teoría del Enlace**

#### Propósito

Esta unidad busca que los alumnos comprendan la capacidad de interacción de los diferentes átomos para la formación de distintas sustancias. El estudio del enlace químico es central y dentro de este, los dos principales enlaces; esto es, el enlace iónico y el enlace covalente. Junto con lo anterior, se espera que los estudiantes describan la distribución espacial de las moléculas a partir de las propiedades electrónicas de los átomos constituyentes, y el reconocimiento de fuerzas intermoleculares que permiten mantener unidas diversas moléculas entre sí y con otras especies. Asimismo, se desarrollan habilidades de pensamiento científico relacionadas con la organización de datos y formulación de explicaciones, que integran conceptos y modelos teóricos de años anteriores y propios del nivel, entre otras habilidades.

#### Conocimientos previos

- ✓ Las propiedades periódicas de los elementos y su variación en el sistema periódico: electronegatividad, potencial de ionización, radio atómico, radio iónico, volumen atómico, electroafinidad.
- ✓ Construcción de la configuración electrónica de distintas sustancias, a partir del principio de exclusión de Pauli, el principio de mínima energía de Aufbau y la regla de Hund.
- ✓ Electrones de valencia y sus números cuánticos.

#### Palabras clave

Electrones de valencia, estructura de Lewis, dueto, octeto, enlace iónico, electronegatividad, enlace covalente, redes cristalinas, estructura resonante, enlace covalente dativo, pares electrónicos, geometría electrónica, geometría molecular, fuerzas intermoleculares, atracción dipolo-dipolo, atracción ión-dipolo, fuerzas de Van der Waals, puentes de hidrógeno, punto de ebullición, punto de fusión, tensión superficial, adhesión y cohesión.

### Contenidos

- ✓ Formación del enlace químico a través de los electrones de valencia.
- ✓ Enlace iónico y propiedades fisicoquímicas de las sustancias que poseen este tipo de enlace.
- ✓ Enlace covalente y propiedades fisicoquímicas de las sustancias que poseen este tipo de enlace. Estructuras resonantes.
- ✓ Representación del enlace químico a través de estructuras de Lewis.
- ✓ Distribución espacial de moléculas a partir de las propiedades electrónicas de los átomos constituyentes. Geometría molecular y electrónica.
- ✓ Modelo de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia.
- ✓ Fuerzas intermoleculares que permiten mantener unidas diversas moléculas entre sí y con otras especies: atracción dipolo-dipolo, atracción ión-dipolo, fuerzas de atracción de Van der Waals, fuerzas de repulsión de London y puente de hidrógeno.

### Habilidades

- ✓ Organizar e interpretar datos relacionados con las propiedades periódicas de los elementos.
- ✓ Formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos relacionados con el enlace químico.

### Actitudes

- ✓ Manifestar interés por conocer más de la realidad y utilizar sus conocimientos al estudiar los fenómenos abordados en la unidad.
- ✓ Mostrar una actitud de cuidado y valoración del medioambiente asociada al estudio de conocimientos desarrollados en la unidad.