



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR  
FACULTAD DE QUÍMICA**

**“SECUENCIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE REPRESENTACIONES  
DE LEWIS”**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN DOCENCIA PARA  
LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR, QUÍMICA.**

**PRESENTA**

**QFB Alma Delia Ramírez Ramírez**

**Tutor:**

**Dr. Plinio J. Sosa Fernández - Facultad de Química, UNAM**

**Comité Tutor:**

**Dra. Ofelia Contreras Gutiérrez – FES Iztacala, UNAM**

**Dr. Carlos Mauricio Castro Acuña - Facultad de Química, UNAM**

**Ciudad de México, marzo 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

***“La vida es como andar en bicicleta, hay que seguir avanzando para mantener el equilibrio” A. Einstein***

***“En realidad yo no puedo enseñar nada a nadie. Yo sólo puedo hacerlos pensar”***

***Sócrates***

## **AGRADECIMIENTOS**

***A Dios por el maravilloso regalo de la vida.***

***A mis ángeles:***

***A mi madre, por su amor y su ejemplo de vida de dedicación e incansable esfuerzo en la docencia.***

***Mi hija por ser mi mayor motor de la vida en búsqueda de un mundo mejor.***

***Mi esposo, por todo el apoyo, amor y comprensión. Para ellos todo mi amor.***

***Agradezco el apoyo y afecto de mis hermanos y sus familias.***

***Beca CEP (Coordinación de Estudios de Posgrado) por el apoyo económico recibido***

***durante la maestría.***

***A aquellas personas que merecen toda mi admiración por mostrarme lo valioso de la docencia:***

***A los miembros de mi comité tutor. Gracias Dr. Plinio por sus enseñanzas de vida.***

***M. en D. Martín Mata por permitirme trabajar con él y dejarme sus valiosas enseñanzas.***

***Ing. Jorge Viques por su paciencia y apoyo.***

***Todo el equipo de colaboración de la Dra Ofelia Contreras.***

***A mis compañeros de la MADEMS por su apoyo moral y profesional. Gracias Alan.***

***Agradezco a familiares, amigos y personas cercanas que han aportado experiencias invaluable en mi vida.***

## ÍNDICE

Resumen/ Abstract.....	1
Introducción.....	3
Antecedentes.....	4
Planteamiento del problema.....	4
Justificación.....	5
Objetivo general de la Tesis.....	8
Objetivos específicos.....	8
<b>Capítulo I. MARCO TEÓRICO</b>	
<b>1.1 Marco Disciplinar.....</b>	<b>10</b>
1.1.1 Modelos en Química.....	10
1.1.2 Representaciones de Lewis.....	12
1.1.3 Reseña histórica de Representaciones de Lewis.....	14
<b>1.2 Marco Pedagógico</b>	
1.2.1 Educación en ciencias.....	16
1.2.1.1 Zona de desarrollo próximo.....	21
1.2.2 Actividades lúdicas en la enseñanza de la Química.....	22
1.2.3 Secuencia didáctica.....	23
1.2.4 Enseñanza de Estructura de Lewis.....	25
<b>1.3 Marco Curricular</b>	
1.3.1 Educación Química en México.....	30
1.3.2 Educación Química en la ENP.....	31
1.3.3 Ubicación del tema “Representaciones de Lewis” en el Programa de la ENP.....	32
<b>Capítulo II. METODOLOGÍA</b>	
2.1 Tipo de Investigación.....	35
2.2 Población y Muestra.....	35
2.2.1 Caracterización de la muestra.....	36
2.3 Descripción de la metodología utilizada.....	36
2.4 Desarrollo del primer plan de acción (secuencia didáctica propuesta).....	40

<b>2.5 Instrumentos para recolección de datos.....</b>	<b>50</b>
<b>2.5.1 Instrumentos para la recolección y el análisis de datos de la actividad 1 (Pretest) y actividad 8 (Postest) del primer ciclo.....</b>	<b>51</b>
 <b>Capítulo III RESULTADOS y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	
<b>3.1 Cuestionario Piloto.....</b>	<b>56</b>
<b>3.2 Primer Ciclo de Acción.....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.1 Actividad 1 (Pretest) y 8 (Postest).....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.2 Actividad 1.....</b>	<b>61</b>
<b>3.2.3 Actividad 2 .....</b>	<b>63</b>
<b>3.2.4 Actividad 3 .....</b>	<b>67</b>
<b>3.2.5 Actividad 6.....</b>	<b>68</b>
<b>3.2.6 Actividad 8.....</b>	<b>69</b>
<b>3.3 Segundo Ciclo de Acción. Nuestra Propuesta.....</b>	<b>71</b>
 <b>Capítulo IV CONCLUSIONES</b>	
<b>Conclusiones.....</b>	<b>73</b>
 <b>REFERENCIAS.....</b>	 <b>76</b>
 <b>ANEXOS</b>	
<b>Índice de Anexos.....</b>	<b>79</b>

## Resumen

Desde hace casi un siglo que fueron propuestas las Estructuras de Lewis han sido un modelo muy útil para presentar al enlace químico de manera didáctica al alumno (Gillespie, 2006). Un adecuado reconocimiento del código de las Representaciones de Lewis nos permite interpretar adecuadamente la enorme diversidad de la química (fórmulas, reacciones, mecanismos de reacción, etcétera). El objetivo principal de este trabajo es el diseño de una secuencia didáctica, en la que se incluye una estrategia lúdica, para que los alumnos puedan reconocer de manera apropiada las Estructuras de Lewis.

En esta tesis, fundamentada en la investigación-acción con metodología mixta (Mc Kernan, 2001) (Hernández, 2010), se llevó a cabo una investigación preexperimental de prueba y posprueba con un solo grupo. Las etapas de este trabajo fueron dos: primer ciclo de acción y segundo ciclo de acción:

- Primer Ciclo: abarca desde la definición del problema; siguiendo con la evaluación de necesidades (a través de la revisión de la bibliografía concerniente a la enseñanza de la Química de nivel medio superior) y con una reflexión personal. A continuación se lleva a cabo el desarrollo del plan de acción (secuencia didáctica propuesta) con base en lo planteado en el marco teórico; siguiendo con la puesta en práctica de la secuencia en la muestra mencionada, la evaluación de la acción y la toma de decisiones para su posterior modificación.
- Segundo Ciclo: abarca desde la redefinición del problema y la evaluación de necesidades con base en los resultados obtenidos, la revisión del plan y la propuesta de una nueva secuencia.

Los resultados cuali y cuantitativos demuestran el avance notorio de los alumnos ubicados en bajo nivel, por el pretest. No se registran cambios relevantes en los otros niveles: superior, alto y medio. Por lo que se llega a la conclusión que esta propuesta puede beneficiar a mayor número de estudiantes si se lleva a cabo en Química básica. Considerando que, es crucial que el tema "Representaciones de Lewis" se siga utilizando a lo largo de todos los cursos de Química para familiarizar aún mas al estudiante con dicho tema, promover su adecuado uso e interpretación y para apoyo de temas mas complejos en la Química.

## **Abstract**

For almost a century ago were proposed Lewis Structures, it have been a very useful model to introduce the chemical bond to students in a didactic way (Gillespie, 2006). The appropriate recognition of the Lewis representations allows us to interpret in the right way the enormous diversity of chemical (formulas, reactions, reaction mechanisms, etc.). This work's main aim is to design a didactic sequence, which included a playful strategy, so that students can recognize appropriately Lewis Structures.

In this thesis, based on research- action with mixed methodology (Mc Kernan, 2001) (Hernández, 2010), was conducted a pre-experimental research test and post-test with one group. The stages of this study were two phases: first action cycle and second action cycle:

First Cycle: from defining the problem to the needs assessment (through the literature review concerning to the chemistry teaching in high school level) and with a personal cogitation. Then it carried out the development of the action plan (didactic sequence proposed) based on the issues raised in the theoretical framework. Following with the implementation of the above-mentioned sequence in the sample, action assessment and decision making for further modification.

Second Cycle: from the redefinition of the problem and needs assessment based on the results, review the plan and a new sequence proposal.

The qualitative and quantitative results demonstrate the remarkable progress of students placed in low level by the pretest. No significant changes are recorded in the other levels: upper, middle and high. So we conclude that this proposal can benefit more students if it carried out in basic chemistry. Whereas, it is crucial that the issue "Representations of Lewis' continued use through all chemistry courses to even more familiarize the student with this theme, promoting their proper use and interpretation and support of most complex issues in the chemistry.



## INTRODUCCIÓN

En este trabajo, se presenta una propuesta didáctica para introducir a los alumnos al estudio de las Estructuras de Lewis, a partir de los dos factores principales que determinan la formación de partículas polinucleares: la carencia de electrones y la estabilidad de las Configuraciones Electrónicas Tipo Gas Noble<sup>1</sup> (CETGN).

Además, al finalizar, se incluye un estudio mixto (Hernández, 2010) (sin ser una investigación formal) que consiste en una serie de datos cualitativos y cuantitativos (estos últimos en menor cantidad) que pueden apoyar a futuras investigaciones para la enseñanza de las Estructuras de Lewis.

En el primer capítulo se plantea el marco disciplinar, pedagógico y curricular donde se fundamenta la secuencia propuesta. El marco disciplinar expone la importancia del uso de modelos en química como lo son las Representaciones de Lewis. El marco pedagógico expone la influencia del conductismo en la enseñanza actual; así como algunos de los factores que influyen en el aprendizaje. También se hace un breve análisis de la enseñanza actual de las Estructuras de Lewis en México, tema presente en programas de estudio de educación media superior y textos de apoyo para su enseñanza.

En el capítulo dos, se da una descripción de la metodología, así como el tipo de investigación, población y muestra. Las etapas de este trabajo fueron dos: primer ciclo de acción y segundo ciclo de acción. En este capítulo se detalla el desarrollo del primer plan de acción (secuencia didáctica propuesta) y los instrumentos para recolección de datos.

En el tercer capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del primer plan de acción descrito en el capítulo anterior: análisis cuantitativo y cualitativo y detalle de los resultados en cada actividad donde se llevó a cabo la recolección de datos. En este trabajo también se incluye la propuesta para completar un segundo ciclo de acción y las recomendaciones que se derivaron de dicho trabajo.

En el último capítulo, se incluyen conclusiones derivadas de los análisis de resultados de este trabajo.

---

<sup>1</sup> Una de estas configuraciones tipo gas noble es la de 8 electrones en la última capa, es decir, la conocida *regla del octeto*. Por supuesto que también se detecta una gran estabilidad para 2, 18 y 32 electrones.

## ANTECEDENTES

### Planteamiento del problema

De acuerdo con el Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos (PISA por sus siglas en inglés),

*Un alto porcentaje de los problemas, situaciones y asuntos a los que deben hacer frente las personas en sus vidas cotidianas requieren un cierto grado de conocimiento de las ciencias y la tecnología antes de poder ser valorados, comprendidos o abordados. (SEMS, 2014)*

Por lo que comprender las ciencias y la tecnología influye de manera significativa en la vida personal, social, profesional y cultural de todas las personas.

PISA expresa los resultados por niveles (del uno al seis), siendo el nivel 6 el más alto. El grado de competencias va descendiendo conforme el nivel se aproxima a 1. En el nivel 5 y 6 PISA, se considera que los estudiantes pueden identificar, explicar y aplicar de manera consistente el conocimiento científico; mientras que en el nivel 2 se considera que los estudiantes tienen un conocimiento científico solamente adecuado para ofrecer explicaciones posibles en contextos que conocen por lo que se considera un nivel de competencia básico; y en el nivel 1 se considera que los estudiantes tienen un conocimiento científico tan limitado que sólo se puede aplicar a pocas situaciones conocidas por ellos. (SEMS, 2014)

De acuerdo con los resultados de la evaluación aplicada en 2012, el 47% de los alumnos mexicanos no alcanzan el nivel de competencias básico (nivel 2) en ciencias (siendo el 18% el promedio en todos los países participantes el calculado por la OCDE). Menos del 0.5% de los alumnos mexicanos de 15 años alcanza los niveles de competencia más altos (niveles 5 y 6) en ciencias (promedio OCDE: 8%) (PISA 2012). Por lo que podemos decir que es necesario desarrollar una alfabetización científica en la escuela, entendida como la capacidad para utilizar los conocimientos y los procesos científicos, no sólo para comprender el mundo natural, sino también para participar en las decisiones que lo afectan (PISA. 2006). Para utilizar los conocimientos científicos el estudiante deberá contar con un marco conceptual que le permita conocerlos e interpretarlos de manera adecuada. (SEMS, 2014)

Como docentes, esta situación nos compromete a la revisión de planes de estudio y al diseño de nuevas estrategias didácticas para mejorar el desempeño de nuestros estudiantes en el aprendizaje de las materias científicas. Considerando que la calidad

educativa debe de estimular el desarrollo intelectual, cultural y personal del individuo para satisfacer los requerimientos de las sociedades actuales y los “lugares de trabajo no académico”<sup>2</sup>; es necesario diversificar y replantear las acciones educativas del docente (Díaz Barriga, 2006).

Por otro lado, en su artículo titulado “Are We Serious about Preparing Chemists for the 21st Century Workplace or Are We Just Teaching Chemistry?”, los autores Kerr & Runquist (2005) enlistan 16 características valiosas en los “lugares de trabajo no académico” que los gerentes de diferentes industrias consideran importantes para la para la contratación de un químico. Entre las características (competencias y habilidades) enlistadas se encuentran las siguientes: demostrar buena comunicación (escrita, hablada), habilidades de trabajo en equipo, competencia en solución de problemas y pensamiento crítico, etc. En cuanto al campo de la educación en ciencias, Pozo & Gómez (2001, p31) establecen cinco finalidades de la educación científica en los que resalta: la construcción de modelos, el desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamiento científico y la capacidad de resolución de problemas. Por lo que es importante considerar estas competencias y finalidades al diseñar una secuencia.

## **Justificación**

Los modelos esenciales de enseñar y aprender en el aula de ciencias son los modelos teóricos característicos de cada disciplina, que para Couso (2011, p.72) “deberían ser muy pocos, básicos, centrales y con potencialidad para predecir, interpretar, comunicar y actuar con respecto a una multitud de fenómenos cotidianos. Estos modelos esenciales serían lo fundamental de la contribución cultural de la ciencia”.

Para numerosos investigadores el concepto de enlace químico es considerado crucial dentro de la química. El enlace químico es un término incluyente que nos ayudará a comprender otros temas en el ámbito de la química. (L. Rincón, 2005) (Logan, 2001). Dentro de las ideas fundamentales que Gillespie (1997) propone como contenido esencial en Química General, se encuentra el enlace químico. Este autor argumenta que la Química en los niveles básicos no debe de estar dirigida a futuros químicos, sino a cada ciudadano. Del mismo modo, Bell (2009) y Logan (2001), opinan que el tema de las “Representaciones de Lewis” es uno de los conceptos que son todo lo que necesitamos para hablar de los enlaces químicos en el nivel introductorio.

---

<sup>2</sup> El artículo de Kerr & Runquist ( 2005) utiliza este término para referirse a los lugares de trabajo que no se encuentran en las escuelas, como las industrias.

Esto es así porque las Estructuras de Lewis sirven para representar<sup>3</sup> partículas poliatómicas (partículas que consisten de varios átomos enlazados entre sí). La interacción eléctrica entre núcleos y electrones es la responsable de que los átomos permanezcan unidos formando una partícula poliatómica (predominan las atracciones sobre las repulsiones). Se dice que los electrones (negativos) mantienen enlazados a los núcleos (positivos). O, dicho de otro modo, que los electrones son el enlace entre los núcleos.

En las Estructuras de Lewis, los electrones de los enlaces se representan explícitamente mediante rayas que unen a los núcleos correspondientes. Esto permite visualizar las pequeñísimas partículas químicas (imposibles de ver para el ojo humano) sin necesidad de abordar las complejas interacciones eléctricas entre núcleos y electrones que solo se pueden describir adecuadamente mediante la física cuántica.

Contar con una manera simple de representar las partículas químicas es útil no solo para los especialistas sino también para la docencia. Teniendo a la mano un pizarrón o lápiz y papel, la mayoría de los fenómenos químicos se pueden explicar fácilmente mediante las estructuras de Lewis.

Para poderlas usar con los alumnos, lo único que se necesita es enseñarles qué representa cada parte de las Estructuras de Lewis. Es muy simple: los símbolos químicos representan a los núcleos (positivos), las rayas a un par de electrones entre dos núcleos y cada puntito a un electrón atraído por un solo núcleo. Eso es todo.

Una vez que los alumnos aprenden a interpretar dicho código, es muy fácil representar las pequeñas partículas químicas, las cuales es imposible verlas debido a su tamaño nanoscópico<sup>4</sup>. Es decir, las Representaciones de Lewis permiten ver lo invisible y hacer concreto lo abstracto.

Además que, como ya se ha mencionado, dicho tema es incluyente y puede formar parte de los conceptos básicos que se pueden abordar de manera transversal en todas las asignaturas relacionadas con la Química.

En efecto, las Representaciones de Lewis se han convertido en un modelo escolar ideal para la descripción de las partículas y, por lo tanto, para la comprensión del enlace químico. A casi un siglo de ser propuesto, las Representaciones de Lewis siguen siendo un modelo útil que nos permite introducir al alumno de manera didáctica al enlace químico.

---

<sup>3</sup> Para resaltar que, en la práctica, las Estructuras de Lewis se usan principalmente para representar partículas químicas, en este trabajo muchas veces nos referiremos a ellas como Representaciones de Lewis. (Sosa, 2007)

<sup>4</sup> La escala nanoscópica es de alrededor de  $10^{-9}$  m, es decir de una mil millonésima de metro.

Hay información química básica que un estudiante puede deducir a partir de la estructura de Lewis de una partícula, como los elementos presentes, número y tipo de enlaces entre los átomos que la forman, carga formal, ángulo de enlace, polaridad, fuerzas intra e intermoleculares, carácter ácido o básico y propiedades físicas (Cooper, 2012). Además algunos conceptos fundamentales en Química –como lo son la geometría molecular, las reacciones químicas y la energía involucrada en ellas (Gillespie, 1997), así como el número de oxidación (Sosa, 2014)– se pueden explicar de una manera muy simple a partir de las Estructuras de Lewis. Sin embargo, estudios recientes muestran que muchos estudiantes fallan en reconocer la relación entre las propiedades de las sustancias y las estructuras de sus moléculas, además de no poseer la habilidad de decodificar la información contenida en las estructuras de Lewis. (Cooper, 2012) En este trabajo se pretende abordar dicho problema.

Por otra parte, la importancia del diseño de una secuencia didáctica es crucial para el progreso en la docencia ya que a través de ella se concretan las intenciones educativas del docente con un impacto real en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Diversos autores coinciden que las nuevas orientaciones en el campo educativo basadas en puntos de vista constructivistas implican que los profesores deben tener amplia autonomía para el diseño de secuencias didácticas, así como la toma de decisiones curriculares. (Couso, 2011) (García & Garritz, 2006) (Sanmartí, 2000) (Valcárcel Pérez & Sánchez Blanco, 1993)

Por otra parte, en diversos trabajos se ha demostrado que el uso de actividades lúdicas (entendidas como fuente de placer, diversión y alegría) en la enseñanza incrementa el aprendizaje ya que, además de implicar emociones, muestra un carácter holístico por estar vinculado a acciones del desarrollo humano como la creatividad, la solución de problemas, el desarrollo de lenguajes, la determinación del rol social, el aprendizaje, la comunicación, entre otras. (Palacino, 2007) (González, 2003) Por lo que se ha considerado la incorporación de actividades lúdicas como una gran herramienta para la enseñanza.

## **Objetivo General de la Tesis**

Diseñar una secuencia didáctica para la enseñanza de las Representaciones de Lewis, incorporando actividades lúdicas, para que los estudiantes puedan reconocer:

Que es la carencia de electrones de los átomos aislados (debido a la cual no pueden tener una configuración electrónica estable como la de los átomos de los gases nobles<sup>5</sup>) la que provoca la formación de los enlaces químicos.

Que la formación de enlaces le da estabilidad a cada átomo en las partículas puesto que así adquieren una CETGN.

Que las propiedades macroscópicas de las sustancias dependen de cómo estén enlazados los átomos en las partículas que las integran.

## **Objetivos específicos**

Utilizar una actividad lúdica como herramienta motivadora para la enseñanza de las Representaciones de Lewis.

Conseguir que los alumnos identifiquen que una manera de alcanzar la estabilidad, para los átomos que no tienen un número suficiente de electrones, es mediante la formación de enlaces con otros átomos.

Lograr que los alumnos identifiquen que distintos arreglos estructurales de las partículas dan lugar a distintas propiedades de las sustancias.

---

<sup>5</sup> Tradicionalmente, en la enseñanza de la química, solo se habla de la Regla del Octeto. Aquí nos referimos a configuraciones estables a aquellas que se conforman de: 2, 8, 18 y 32 electrones. De esto se hablará de manera más extensa en la sección 1.1.2

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

## Capítulo I. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Marco Disciplinar

#### 1.1.1 Modelos en Química

Es importante recordar que las Representaciones Lewis constituyen un modelo didáctico útil en la actualidad (Gillespie, 2006). Por lo que es crucial la comprensión del término “modelo”.

Para explicar las propiedades y el comportamiento de la materia, los químicos se ven en la necesidad de recurrir a modelos. “Aprender ciencia debe de ser por tanto una tarea de comparar y diferenciar modelos, no de adquirir saberes absolutos y verdaderos” (Pozo y Gómez, 2001, p25).

De acuerdo a Cruz, Chamizo, & Garritz (1986) el éxito de un modelo depende de la correspondencia entre las manifestaciones del sistema real que intenta representar y los resultados del modelo mismo.

Un modelo, acorde a Chamizo (2013) y a Justi (2011)), es una representación parcial de un objeto, un evento, una entidad, un evento, un proceso o una idea; basada generalmente en una analogía que se constituye contextualizando cierta porción del mundo con un objetivo específico. Justi enlista las implicaciones de las representaciones parciales:

- No son la realidad
- No son copias de la realidad
- Tienen limitaciones

De acuerdo con la Real Academia de la Lengua Española, una “representación” significa:

- *Figura, imagen o idea que sustituye a la realidad.*
- *Cosa que representa otra.*

Entonces, en relación con lo mencionado anteriormente una representación es una figura, imagen o idea que sustituye de manera parcial a la realidad.

Como se menciona en este trabajo, los modelos son necesarios en la enseñanza de la química, por la utilidad que señala Justi (2011, p. 87):

En Química, los principales objetivos de los modelos son éstos:



- Simplificar entidades complejas de manera que sea fácil pensar en ellas.
- Ayudar a la comunicación de ideas.
- Favorecer la visualización de entidades abstractas.
- Fundamentar la proposición y la interpretación de experimentos sobre la realidad.

Puede haber dos o más modelos para una misma entidad. Justi (2011) explica que esto se debe a dos motivos: cada modelo puede representar uno o más aspectos diferentes de la misma entidad; y existen varios modos de representación (concreto, verbal, visual, matemático, gestual).

Con respecto a lo anterior, existen diferentes consideraciones para clasificar los modelos,

Los modelos pueden clasificarse de acuerdo con dos parámetros: la representación y el contexto. Según la representación, los modelos pueden ser mentales y materiales. De acuerdo con el contexto, pueden ser científicos o didácticos.

Los modelos mentales son representaciones plasmadas en la memoria episódica, contruidos por nosotros para dar cuenta de una situación. Los modelos materiales son aquellos a los que tenemos acceso empírico y han sido contruidos para comunicarse con otros individuos. Los modelos materiales son modelos mentales expresados de diferentes maneras y por ello pueden ser: \*Simbólicos \*Experimentales \*Icónicos...  
(Chamizo, 2013, p. 97)

A cada representación privada y personal (individual o en grupo) se le llama modelo mental; los cuales son inaccesibles a los demás. Cuando este tipo de modelo se da a conocer al público se le llama modelo expreso; y si este forma parte de un acuerdo de un grupo social se convierte en un modelo consensuado. Si este grupo social fuese el de los científicos se llamaría modelo científico. Un modelo científico que haya sido aceptado en un contexto ajeno al actual se le llama contexto histórico. Por lo general lo que se enseña en las clases de ciencias son simplificaciones de estos modelos, convirtiendo a estos en modelos científicos escolares, modelos curriculares y modelos de enseñanza. Estos últimos son representaciones creadas con el objetivo específico de ayudar a los alumnos a aprender algún aspecto de un modelo curricular, siendo los más frecuentes dibujos, simulaciones y analogías. (Justi, 2011).

Por lo que el autor citado considera que el lenguaje de la química es un modelo material simbólico y, como tal, tiene limitaciones frente al mundo. Las Representaciones de Lewis

son consideradas un modelo (idealizado) material simbólico que, como ya se ha mencionado, a casi un siglo de ser propuesto, siguen siendo un modelo didáctico útil que nos permite introducir al alumno al enlace químico (Gillespie, 2006).

Como muchos temas planteados en la enseñanza de la Química el abordaje de modelos y modelaje es imprescindible para este tema. En el modelaje, es decir, en la construcción de modelos, existe la abstracción y la idealización. La primera no incluye todas las propiedades objetivas que se reconocen en un objeto, fenómeno o sistema. Mientras que la idealización caracteriza un objeto, fenómeno o sistema, distorsionándolo deliberadamente. Chamizo (2013) expone como un ejemplo de idealización en Química, el de concebir los electrones como puntos en el caso de las Representaciones de Lewis.

*Algunos autores, como Justi, consideran que es necesario implicar a los alumnos en actividades de creación de modelos; es decir, actividades en la que los alumnos tengan que elaborar modelos mentales, expresar dichos modelos, probarlos, reformularlos y utilizarlos. Además que existen investigaciones que han evidenciado que unidades basadas en la creación de modelos desarrollan una serie de habilidades en el estudiante como: la selección e integración de conocimientos previos, comunicación de ideas con coherencia y claridad, comprensión de las convenciones de representación, etc. (Contreras, 2014)*

En la secuencia propuesta en este trabajo se incluye una dinámica que promueve las actividades anteriormente mencionadas.

### **1.1.2 Representaciones de Lewis**

El modelo atómico cúbico propuesto por Lewis (Lewis, 1916) aunado a la teoría del octeto de Langmuir (Langmuir, 1919) se ha convertido en un modelo sencillo que da explicación a múltiples fenómenos químicos. Por ejemplo, las propiedades y la reactividad de los compuestos orgánicos se pueden explicar sin ningún problema con las Representaciones de Lewis dado que siempre aplica la regla del octeto (Cruz D., 1986).

En las Representaciones de Lewis, utilizadas actualmente, las letras representan a los distintos núcleos y sus electrones internos; cada raya representa “un enlace”<sup>6</sup>, es decir, a dos electrones interactuando eléctricamente con dos núcleos; y cada punto a un electrón de la capa externa del átomo representado. En la siguiente figura se muestra la representación de una molécula de agua (Sosa, 2007).

---

<sup>6</sup> Esta convención fue utilizada por vez primera por el químico escocés A. S. Couper en 1858 y utilizada poco después por Crum-Brown en 1861. (Gillespie & Robinson, 2006)

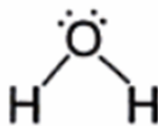


Fig.1.1 “Representación de Lewis de una molécula de agua. Este tipo de representación es muy útil porque muestra los electrones más externos de la partícula (los puntos y las rayas) y distingue claramente los distintos tipos de núcleos mediante las letras” (P. Sosa, 2007, Figura 3.2).

En los átomos aislados, los electrones se distribuyen por capas alrededor del núcleo. En la mayoría de los átomos, la última capa está parcialmente llena. Solo los átomos de los gases nobles tienen el número exacto de electrones para que la última capa esté completamente llena. Los átomos y los iones que tienen llena su última capa son especialmente estables. Tan es así que son los únicos de toda la tabla periódica que pueden existir en forma aislada, es decir sin necesidad de formar ni moléculas discretas ni redes extensas. Tradicionalmente este fenómeno se ha presentado didácticamente como la “Regla del Octeto”. Sin embargo, dado que también puede haber capas llenas con 2 y con 18 electrones, en este trabajo se prefiere hablar de CETGN (Sosa, 2014).

Cabe aclarar que en el lenguaje químico la palabra “enlace” se utiliza para expresar la idea de que dos átomos se encuentran unidos por una fuerza, sin embargo este concepto da lugar a concepciones alternativas.

En la representación de la molécula del agua ilustrada anteriormente los tres átomos tienen una CETGN, es decir, el átomo de oxígeno tiene 8 electrones a su alrededor del mismo modo que el átomo de neón tiene 8 electrones en su última capa y los átomos de hidrógeno tienen, cada uno, a su alrededor 2 electrones tal y como el helio tiene 2 electrones en su última capa.

### 1.1.3 Reseña histórica de las Representaciones de Lewis

En el año 1916, el norteamericano Gilbert Newton Lewis publicó en el “Journal of American Chemical Society” el artículo titulado “The Atom and the Molecule”. Dicho artículo contiene una de las más importantes aportaciones a la Química hecha por Lewis, donde explica que el enlace simple consiste en un par de electrones compartidos en la capa de valencia de dos átomos unidos (la regla de dos), el doble enlace consiste en dos pares de electrones compartidos y que esta compartición dejaba ocho electrones totales en la capa de valencia de cada uno de los átomos participantes en el enlace (la regla de ocho) salvo algunas excepciones (Lewis, 1916).

Lewis ideó el concepto de enlace covalente, que fue descrito por el también norteamericano Irving Langmuir (1919) al introducir dicho término para describir el enlace o unión por los electrones apareados o compartidos, que según Lewis era lo esencial del enlace para obtener la estructura de gas noble. Al mismo tiempo de la propuesta de Lewis, Kossel notó que los iones estables tienen un arreglo electrónico similar al de los gases inertes (Gillespie & Robinson, 2006).

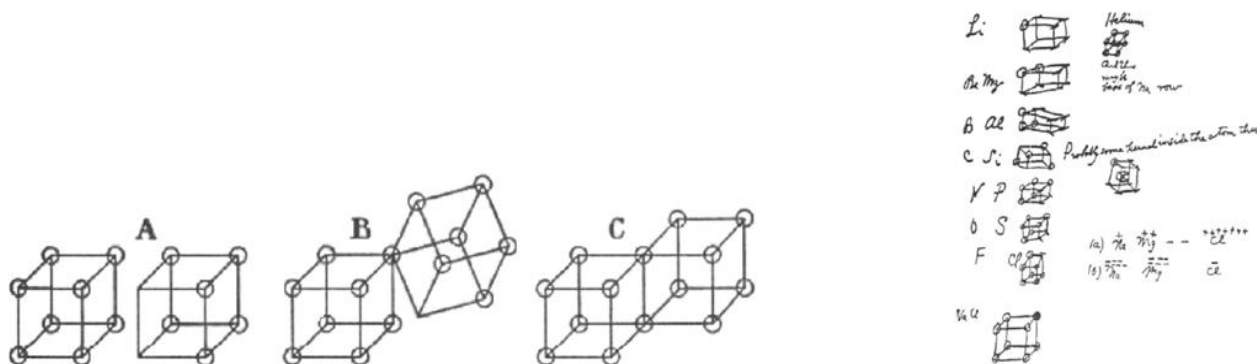


Fig. 1.2 Estructuras originalmente propuestas por Gilbert N. Lewis. Tomado de (Lewis, 1916) (Rosas & González, 2004)

Es importante considerar el estado de conocimiento de la Física y la Química; así como los eventos relevantes en el mundo en el periodo de tiempo en el que se dio la propuesta de Lewis y Langmuir.

El conocimiento de fenómenos eléctricos data de varios siglos antes de Cristo; sin embargo los descubrimientos relevantes sobre estos fenómenos son la Ley de Coulomb<sup>7</sup> (establecida en 1784) y la invención de la pila eléctrica por Humphrey Davy en 1806. Este trabajo no solo contribuyó al descubrimiento de nuevos elementos, sino que permitió romper enlaces entre átomos en un compuesto mediante una corriente eléctrica, y así dar evidencia del carácter eléctrico del enlace entre átomos; idea que Newton ya había postulado casi un siglo antes.

Para principios del siglo XIX, el conocimiento en el área de la Química se encontraba consolidándose; por ejemplo, la tabla periódica propuesta por D. Mendeleiev en 1871 ya era aceptada, utilizada y se encontraba completando los espacios que él mismo había predicho que se ocuparían con elementos que faltaban por descubrir. Inclusive ya se tenía una idea de cómo era el interior de los átomos la cual había ido evolucionando desde el modelo (sin estructura interna) propuesto por J. Dalton, pasando por el modelo atómico con electrones incrustados en una esfera positiva de J. Thompson en 1904 hasta llegar al modelo atómico con un núcleo positivo y electrones girando a su alrededor propuesto por E. Rutherford (Gillespie & Robinson, 2006).

En 1916, el año de la publicación del artículo “The Atom and the Molecule” muchos países se encontraban afectados (entre ellos Norteamérica) por la Primera Guerra Mundial iniciada en 1914 con el asesinato del heredero al trono de Austria, así como revoluciones nacionales como la Revolución Rusa (1917) y la consecuente llegada del socialismo. También hubo evidentes avances en la ciencia como la Teoría de la Relatividad propuesta por A. Einstein; mientras que en México se encontraba naciendo una nación después de la Revolución Mexicana, se estaban formando las bases para que el siguiente año, 1917, se promulgara la Constitución de este país. (Aguirre, 2003)

---

<sup>7</sup> La cual Lewis, de manera errónea, supuso inválida a cortas distancias. (Gillespie & Robinson, 2006)

## 1.2 Marco Pedagógico

### 1.2.1 Educación en ciencias

El número de investigaciones en esta área es muy grande y sería poco prudente intentar abordar todas. Debo resaltar que en este capítulo se abordan aquellas que se consideran relevantes para el desarrollo de este trabajo y que no se pueden ignorar en el desempeño docente actual.

A lo largo de la historia, la educación se ha visto influida por diferentes corrientes psicológicas del aprendizaje. El conductismo fue una de las más influyentes en la educación del siglo pasado. Esta corriente se basa en el poder del reforzamiento en la conducta (sistema de recompensas y castigos) del individuo ante respuestas generadas por estímulos; empleando para esto el método científico para estudio de la conducta manifiesta en animales y aplicada en las respuestas condicionadas que se pueden dar en el ejercicio de la docencia. Sin embargo, más tarde se hizo evidente que este método no es tan eficaz para la educación de los seres humanos. De hecho, se afirma que a veces no sólo no se consiguen los aprendizajes deseados, sino que se pueden obtener resultados indeseables. (Pozo & Gómez, 2001; Pozo, 2006).

El conductismo en la enseñanza, útil durante mucho tiempo, ya no es suficiente en la actualidad. Coincidiendo con Pozo y Gómez, la educación va cambiando junto con la cultura y revolución de tecnologías de la información. Por lo que es importante ubicarnos en la cultura actual y con ayuda de las bases de la psicopedagogía del aprendizaje contemporánea poder guiar nuestra práctica docente. Actualmente, en la enseñanza existe una nueva perspectiva llamada constructivista:

*La idea básica del llamado enfoque constructivista es que aprender y enseñar, lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican transformar la mente de quien aprende, que debe de reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos. (Pozo & Gómez, 2001, p23)*

Para mejorar nuestra práctica en la enseñanza de las ciencias, numerosos autores (Anderson, 1997; Pozo & Gómez, 2001; Contreras, 2014) coinciden en que es importante cuestionarnos primeramente en qué consiste el aprendizaje de los alumnos.

La psicología contemporánea define el aprendizaje como aquella actividad intelectual que se pone en práctica cuando se enfrentan situaciones que constituyen un reto intelectual.

Hay características del aprendizaje que no deben de olvidarse en el momento de planear nuestras estrategias de enseñanza que Anderson (1997) plantea de manera concisa:

*El aprendizaje se orienta a objetivos; los alumnos hábiles se comprometen activamente en la construcción del sentido y en la tarea de convertirse en aprendientes independientes.*

*Aprender es vincular la información nueva con los conocimientos previos.*

*Aprender es organizar los conocimientos.*

*El aprendizaje es estratégico; los alumnos expertos deben desarrollar un repertorio de estrategias de aprendizaje eficientes, así como también ser conscientes de las actividades que realizan y controlarlas.*

*El aprendizaje se da en etapas pero es no-lineal y recursivo; los alumnos deben de pensar en lo que ya saben, anticipar lo que van a aprender, asimilar nuevos conocimientos y consolidarlos.*

*El aprendizaje es influido por el desarrollo y existen importantes diferencias evolutivas entre los alumnos.*

(Anderson, 1997, p111)

El primer punto abarca la importancia de la conciencia y, por lo tanto, de la participación del alumno en su proceso de aprendizaje

Los últimos dos puntos se desarrollan a partir de los planteamientos hechos por Vigotsky (1988) de los que más adelante se hará mención.

En los textos consultados sobre educación de las ciencias (las referencias mencionadas en el presente capítulo) se encontró que no es uno solo, sino que son varios los problemas que enfrentan docentes y estudiantes para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias respectivamente. A continuación se hace un resumen de lo planteado por Alvarado (2012), Anderson (1997), Contreras (2014), Cooper (2012), Palacino (2007), Pozo & Gómez, 2001)

- ❖ **Falta de interés y motivación de los estudiantes.** La falta de aplicabilidad de los conocimientos científicos que los alumnos perciben influye de manera contundente en la actitud que estos toman hacia sus estudios. Muchas veces los alumnos no conciben la ciencia afuera de espacios académicos. La falta de interés suele ir acompañada de una actitud pasiva, de esperar la respuesta y de suponer que la única respuesta correcta es la que el libro o el profesor ofrece. Y de ninguna manera se vincula la vida cotidiana con lo visto en el aula. En los casos más afortunados,

saben hacer cosas pero no entienden por qué lo hacen y por consiguiente no logran explicarlas ni aplicarlas a nuevas situaciones. (Contreras, 2014) (Pozo & Gómez, 2001). Actualmente, es preciso que el docente muestre y motive a sus educandos la necesidad de los aprendizajes como herramientas útiles que pueden ayudar a desarrollar habilidades y competencias que se relacionen con su realidad (Palacino, 2007).

Si todo lo que busca el alumno en la ciencia es el ser aprobado, una vez que lo tenga olvidará cómodamente lo aprendido. La verdadera motivación por la ciencia es descubrir el interés, el valor, que tiene acercarse al mundo, indagando sobre su estructura y naturaleza, descubrir el interés de hacerse preguntas y buscar las propias respuestas. Entre los tres componentes principales para un aprendizaje significativo mencionados por Cooper (2012) se encuentra la relevancia del conocimiento para el estudiante, si este no le encuentra un significado importante para su vida, rápidamente lo olvidará.

- ❖ **El problema curricular en la enseñanza de las ciencias.** Retomando lo dicho al inicio de este capítulo: "El problema es precisamente que el currículo de ciencias apenas ha cambiado, mientras que la sociedad a la que va dirigida esa enseñanza de la ciencia y las demandas formativas de los alumnos sí han cambiado" (Pozo & Gómez, 2001, p23). Ya que la enseñanza de las ciencias se puede abordar simplemente con hechos, reglas y definiciones; o inclusive como habilidades de pensamiento. Sin embargo, al no ser esto suficiente, la enseñanza de la ciencia es posible abordarla como explicación; pero para esto es primordial primero someter al alumno a un conflicto cognitivo. "Centrarse en la ciencia como explicación tiene muchas ventajas. Este enfoque devuelve a las teorías científicas su propósito original, propósito que con excesiva frecuencia se pierde en la ciencia que se enseña en las escuelas. Los científicos desarrollan teorías porque tienen interrogantes sobre cómo y por qué funciona el mundo. Con demasiada frecuencia, enseñamos a nuestros alumnos las respuestas sin decirles cuáles son las preguntas" (Anderson, 1997, p115). Lo mismo pasa con la necesidad de plantear modelos, como se vio en el apartado 1.1.1 del presente trabajo. En este trabajo la pregunta dada a los alumnos (por supuesto antes de la respuesta) es "¿Cómo y por qué se agrupan los átomos?".
- ❖ **No tomar en cuenta los conocimientos previos de los alumnos y cómo deben cambiar.** "En parte, los conocimientos previos son los cimientos del aprendizaje significativo en ciencias. Los alumnos deben de relacionar las teorías científicas con



sus propias ideas sobre el mundo, para poder ver la ciencia como un medio para comprender el mundo, más que como un conjunto de hechos arcanos e inconexos” (Pozo & Gómez, 2001, p118). Entre los tres componentes principales para un aprendizaje significativo mencionados por Cooper (2012) está el conocimiento previo del alumno para relacionarlo al nuevo conocimiento, o para modificarlo en caso de ser necesario. Frecuentemente, los profesores no tomamos en cuenta las ideas previas de los estudiantes, hay veces que ni siquiera las conocemos, y lo que es peor, no estamos conscientes de su importancia para el aprendizaje. La mayoría de las veces los textos utilizados para la enseñanza y los docentes nos comportamos como si los estudiantes no supieran absolutamente nada sobre el tema. Las explicaciones que muchas veces dan los alumnos a fenómenos que ven en la vida cotidiana no son falsas ni irracionales, pero tampoco resultan plenamente satisfactorias. Para dar una respuesta científicamente satisfactoria al alumno le hace falta adquirir un vocabulario rico, los principios básicos de la ciencia y la capacidad de manejar e interpretar la información. (Pozo & Gómez, 2001) (Anderson, 1997)

- ❖ **Falta de estrategias de los alumnos para procesar la nueva información en ciencias, así como la omisión por parte del docente para proporcionarle dichas estrategias.** Como ya se mencionó anteriormente, la memorización ya no es suficiente para el aprendizaje actual en ciencias. Actualmente, existen diferentes clases de estrategias. Las estrategias de aprendizaje son la serie de “ayudas” internalizadas en los individuos que poseen y emplean para recordar, aprender y aplicar información. Entre ellas se pueden hallar estrategias de adquisición, estrategias de interpretación, estrategias de análisis y razonamiento, estrategias de comunicación y estrategias de comprensión y organización. Algunas de éstas son tomadas en cuenta para la propuesta incluida en el presente trabajo. Entre las estrategias de adquisición se encuentran búsqueda de información (manejo de fuentes documentales y bases de datos) y selección de información. Entre las estrategias de interpretación, se encuentran decodificación de la información, aplicación de modelos para interpretar situaciones y uso de analogías y metáforas. Entre las estrategias de análisis y razonamiento, se encuentran la realización de inferencias, investigación y solución de problemas. Finalmente las estrategias de comunicación incluyen la expresión oral y escrita. (Alvarado, 2012)

Por otra parte, tomando en cuenta que la argumentación es el proceso de involucrarse en una discusión crítica para resolver una diferencia de opinión y dar productos simbólicos (premisas y conclusiones) que se construyen o critican durante una investigación; y que la *argumentación* es la capacidad de evaluar el conocimiento con base en las pruebas

disponibles, (Alvarado, 2012); es de suma importancia incluir la argumentación en la planeación y desarrollo de estrategias de enseñanza–aprendizaje en nuestras prácticas docentes de manera continua. De este modo, el profesor da oportunidad a que los estudiantes desarrollen su habilidad para comprender, discutir, construir y evaluar argumentos. De esta manera, se procuró incluir el ejercicio de argumentación en las actividades 2 y 6 de la secuencia didáctica propuesta. Una estrategia sugerida es la del cambio conceptual que se expone a continuación. Algunos autores como Anderson (1997) y Pozo (2001) sugieren abordar la enseñanza desde “el cambio conceptual”: que el alumno progrese desde sus conocimientos intuitivos hacia los conocimientos científicos. La tesis que plantea el constructivismo es que el conocimiento no es una copia de la realidad que representa, es decir, que la copia o reproducción de los conocimientos por parte de los alumnos ya no es suficiente, ni necesaria considerando que la información es muy accesible: ¡está a un *click* de sus celulares y computadoras! Por lo que se considera que los alumnos en la actualidad no necesitan tanto la información, como la capacidad de organizarla, interpretarla y darle sentido. Coincido con estos autores que consideran que el aprendizaje de las ciencias es un complejo proceso donde se da el cambio conceptual. De tal manera que los estudiantes exitosos en ciencias reconstruyen gradualmente su comprensión del mundo natural, siendo nuestro deber como docentes la promoción de dicho cambio.

Desde el enfoque constructivista los mecanismos de aprendizaje operan a través del uso de conocimientos previos y estrategias específicas para construir nuevos conocimientos. (Contreras, 2014)

Entonces, se sugiere que la enseñanza para el cambio conceptual consta de un proceso de tres etapas (Anderson, 1997):

La primera etapa consiste en una preparación, en la que el alumno se somete a un conflicto conceptual y se promueve a pensar en fenómenos que intentarán explicar con sus propias ideas. Esta etapa se aborda en la propuesta incluida en este trabajo en la actividad 1y 2 (véase Capítulo 3).

La segunda etapa es una presentación, en la que los docentes explican los principios y teorías científicas fundamentales. “... es necesario que los conceptos científicos se enseñen explícitamente. Los alumnos deben de ver que son importantes, significativos y comprensibles; deben de entender que son diferentes de sus propias ideas, pero no tan extraños o difíciles que no se puedan comprender” (Anderson, 1997, p126). Esta etapa se aborda principalmente en las actividades 3, 4 y 5 de la propuesta incluida en este trabajo (véase Capítulo 3).

La tercera etapa consiste en aplicación e integración. Esta etapa se pretende abordar con las actividades 7 y 8 de la propuesta incluida (véase Capítulo 3). En esta etapa los estudiantes tienen que integrar los principios científicos con sus conocimientos personales y aplicarlos en un contexto diferente.

Definitivamente, “nosotros creemos que las aproximaciones convencionales para introducir a los estudiantes en la habilidad de dibujar estructuras de Lewis significativas está en conflicto directo con el entendimiento de cómo las personas aprenden en la actualidad...” (Cooper & Grove, 2010, p. 869)<sup>8</sup>

### **1.2.1.1 Zona de desarrollo próximo**

Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) se puede definir como la distancia de los individuos que ya son capaces de hacer y los que aún no lo logran realizar de manera independiente. En otras palabras es lo que el estudiante puede hacer con ayuda de un experto. El concepto de ZDP, introducido por Lev Vygotski, es la distancia entre el nivel de desarrollo efectivo del alumno (aquello que es capaz de hacer por sí solo) y el nivel de desarrollo potencial (aquello que sería capaz de hacer con la ayuda de un adulto o un compañero más capaz). Este concepto sirve para definir el margen de incidencia de la acción educativa (Vigotsky, 1988).

Este autor argumenta que es posible que dos personas con el mismo nivel evolutivo real (misma edad), ante situaciones problemáticas que impliquen tareas que lo superen, puedan realizar las mismas con la guía de un maestro, pero que los resultados varían en cada caso. Surge entonces el concepto de Zona de Desarrollo Próximo como “la distancia en el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz” (Vigotsky, 1988, p.133)

Lo que en un principio un estudiante puede hacer o aprender con ayuda, después podrá lograrlo por sí solo. Así el conocimiento es resultado de la interacción social y cultural (Contreras, 2014).

Para Vigotsky “lo que crea la Zona de Desarrollo Próximo es un rasgo esencial de aprendizaje; es decir, el aprendizaje despierta una serie de procesos evolutivos internos

---

<sup>8</sup> Traducción hecha por la autora

capaces de operar cuando la persona está en interacción con otras personas de su entorno y en cooperación con algún semejante.” (Vigotsky, 1988, p.138). Sin embargo, no se considera eficiente a todo trabajo en cooperación con alguien que sabe más; la idea es que se trabaje con alguien que sabe más sobre un concepto que la persona desarrollará e internalizará en un futuro próximo. Es importante mencionar que la noción de ZDP hace referencia a trabajar sobre un nivel evolutivo por desarrollarse, no sobre lo ya desarrollado, es decir que no es una mera práctica. “El desarrollo mental pone en marcha una serie de procesos evolutivos que no podrían darse nunca al margen del aprendizaje” (Vigotsky, 1988, p.139).

### **1.2.2 Actividades lúdicas en la enseñanza de la Química**

Algunos modelos educativos actuales dan poca importancia a los espacios didácticos y prácticos debido a que no han reconocido aún la existencia de una serie de sistemas simbólicos (como los sistemas del movimiento, juegos, recreación, imágenes música y tecnología); esto hace que los procesos de enseñanza–aprendizaje se tornen monótonos y poco efectivos. Otro factor muy importante que influye en la carencia de espacios lúdicos en la educación media superior es, sin duda, la concepción generalizada en algunas sociedades que el juego es efectivo para personas de corta edad, y que para la enseñanza en adolescentes y adultos no lo es. (Palacino, 2007)

La relevancia de la inclusión de actividades lúdicas en el proceso de enseñanza–aprendizaje ha sido estudiada y demostrada hace mucho tiempo, y Palacino (2007) sintetiza en su trabajo su importancia:

*Como primera medida, se debe entender el juego como actividad lúdica, fuente de placer, diversión y alegría, que por lo general es exaltada por quien la realiza. Se lleva a cabo de manera espontánea, voluntaria y libre, debido a que no admite imposiciones externas. Quien juega puede sentirse libre para actuar como quiera, elegir el personaje a representar y los medios con los cuales va a trabajar... Estas características del juego, son las que han permitido abordarlo como medio para la creación de hábitos que den a los estudiantes, las herramientas para vivir en una comunidad en gran parte científica y tecnológica en la cual se siguen reglas, normas, libertad, autonomía y responsabilidad en los espacios de convivencia que se crean con los demás... Si bien el juego es una realización que no tiene finalidades externas, puede abordarse como medio para conseguir un fin, que no necesariamente sea conocido por quienes lo practican y que no sea de estricto cumplimiento. Sino que puede tomarse como “disculpa” para aprender pero sin la presión de obtener determinados resultados,*

*impidiendo así que los estudiantes lo encuentren como medio de fracaso. Debe ser visto más bien como una actividad de disfrute, donde se use adecuadamente el tiempo y la energía para que el estudiante actúe y se desenvuelva con sus propias normas y reglas que por voluntad propia acepta y cumple. (Palacino, 2007, p.280,281)*

El juego, como tal, incrementa el aprendizaje ya que, además de implicar emociones, muestra un carácter holístico por estar vinculado a acciones del desarrollo humano como la creatividad, la solución de problemas, el desarrollo de lenguajes, la determinación del rol social, el aprendizaje, la comunicación, entre otras. De acuerdo a González (2003), la condición de estudiantes en el nivel medio superior (en general adolescentes) es muy efectiva la motivación en el sentido de generar ese sentido de independencia y pertenencia en actividades que les pueden parecer atractivas y gratificantes. Esto último concuerda con la teoría de Vigotsky (1988) en la importancia de la socialización en el aprendizaje.

En algunas propuestas actuales se han tomado en cuenta dichas consideraciones por lo que hay evidencia de material didáctico con base a la lúdica que sirve como material de apoyo y repaso de temas de química relacionados con enlace químico y estructuras de Lewis (Myers, 2003) (Bell, Adkins, & Gamble, 2009)

### **1.2.3 Secuencia didáctica**

Se entiende por secuencia didáctica, secuencia enseñanza–aprendizaje o unidad didáctica a la planeación de situaciones de enseñanza–aprendizaje correspondientes a un tema o contenido curricular determinado. (Couso, 2011)

Dicha secuencia, generalmente incluye los contenidos y objetivos concretos a los que va dirigida la secuencia didáctica, materiales y recursos que requerirá el docente y estudiantes, el contexto y las actividades estructuradas para cumplir los objetivos planteados inicialmente. Para esto, el docente requiere hacer un previo análisis científico y didáctico, una selección de objetivos, de estrategias didácticas y de evaluación. (Couso, 2011) (Sanmartí, 2000) (Valcárcel Pérez & Sánchez Blanco, 1993)

Es relevante tener en consideración que en todo diseño didáctico se enseña y aprende a través de actividades, sin embargo, se sabe que una actividad por sí sola no puede promover un conocimiento. Lo que sí es posible es estructurar las actividades, organizarlas y secuenciarlas de tal manera que se planteen situaciones propicias para que las ideas de los estudiantes evolucionen en función a su situación personal. (Sanmartí, 2000)

*La selección y secuenciación de actividades depende del modelo o enfoque que cada profesor tiene acerca de cómo mejor aprenden sus alumnos...desde modelos constructivistas serán fundamentales las actividades que tiendan a promover que el alumnado autoevalúe y regule sus formas de pensar y actuar, como será las que favorezcan la expresión de sus ideas, su contrastación...etc...actualmente las diferentes propuestas de selección y secuenciación de actividades tienen en común algunos rasgos que se pueden destacar. Así se diferencia entre:*

*Actividades de iniciación, exploración, de explicación, de planteamiento de problemas o hipótesis iniciales....*

*Actividades para promover la evolución de los modelos iniciales, de introducción de nuevas variables, de identificación de otras formas de observar y de explicar, de reformulación de los problemas...*

*Actividades de síntesis, de elaboración de conclusiones, de estructuración del conocimiento...*

*Actividades de aplicación, de transferencia a otros contextos, de generalización...  
(Sanmartí, 2000, pag 255)*

Es así como en el presente trabajo se toma como guía general los compendios hechos por Sanmartí (2000) y Valcárcel Pérez & Sánchez Blanco (1993) incluyendo, de tal modo, una secuenciación de actividades resultado de las reflexiones de la autora y su tutor.

La importancia del diseño de una secuencia didáctica es crucial para el progreso en la docencia ya que a través de ella se concretan las intenciones educativas del docente. “La planeación y el desarrollo de unidades didácticas es un elemento inmejorable para preparar un conjunto de clases basadas en un enfoque constructivista, dentro del marco de un conocimiento pedagógico del contenido que impacte sobre el aprendizaje de la ciencia” (García & Garritz, 2006). Diversos autores (aquí citados) coinciden que las nuevas orientaciones en el campo educativo basadas en puntos de vista constructivistas<sup>9</sup> implican que los profesores deben tener amplia autonomía para el diseño de secuencias didácticas, así como la toma de decisiones curriculares. Sanmartí (2000) remarca que esto no excluye la utilidad de libros y materiales didácticos prediseñados, con su debida adaptación al contexto.

Existe una variedad de propuestas para el diseño de secuencias didácticas derivado de la investigación en el área de educación; como el modelo de reconstrucción educativa, el

---

<sup>9</sup> Considerando el contraste de las concepciones ,de transferencia y construcción, del proceso de enseñanza-aprendizaje incluidas en el anexo 1

modelo de demanda de aprendizaje y el de modelización (Couso, 2011). También es importante tener en cuenta que "...cualquier propuesta de modelo de enseñanza es tan solo una hipótesis de trabajo" (Sanmartí, 2000, p. 242). Y, aunque no nos basamos en ninguna propuesta en particular; el considerar reflexiones y constructos que aportan estas nos fue de gran utilidad para el diseño de una secuencia. Por mencionar un ejemplo; de la propuesta de modelización para el diseño de la secuencia didáctica descrita en este trabajo nos hemos centrado en la reflexión sobre el hecho de que los contenidos no pueden ser conjuntos de conceptos aislados, sino "constructos explicativos" que se pueden utilizar para comprender una gran variedad de fenómenos. De tal manera que no se pretende que el tema de "Representaciones de Lewis" una vez aprendido por separado, el estudiante pueda utilizarlo de manera experta.

#### **1.2.4 Enseñanza de Estructura de Lewis**

Como, anteriormente se mencionó, hoy en día las Estructuras de Lewis son consideradas un tema crucial (Gillespie, 1992; Cooper & Underwood, 2010; Logan, 2001).

La versión más simple de la unión covalente sería el enfoque totalmente empírico, que la mayoría de los átomos tienen una capacidad de compartir electrones con otro átomo, cada par de electrones compartidos constituyen un enlace químico...

Si uno está tratando de capacitar a químicos teóricos, entonces uno tiene que dar un curso completo en la mecánica cuántica. Pero si uno está apuntando simplemente para lograr una mejor comprensión de la unión de moléculas covalentes, orgánico o inorgánico, preferiblemente sin las matemáticas difíciles o demasiados conceptos oscuros, entonces el rigor puede razonablemente ser sacrificado en aras de la simplicidad. (Logan, 2001, p.1457)<sup>10</sup>

Es de gran importancia considerar la tendencia en la enseñanza actual de las Estructuras de Lewis, ya que de esta se desprenderán las concepciones alternativas que tienen los estudiantes. "Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el enlace químico, en general, no puede considerarse que se forman fuera del salón de clases, dado el nivel de abstracción del concepto" (Valcárcel & Sánchez, 1993, pag114)

Dado que los docentes en el área de química e investigadores consideramos las Representaciones de Lewis como tema crucial en la enseñanza de la química, este es

---

<sup>10</sup> Traducción hecha por la autora

incluido en los programas y libros actuales; así como nuevas propuestas para su enseñanza y repaso. A continuación procuramos dar una ubicación general de este tema en programas de enseñanza y la manera que se abordan en algunos textos utilizados en la enseñanza de la Química General.

El tema de Estructuras de Lewis se enseña desde el último año del nivel de educación secundaria (jóvenes entre 14 y 15 años) en Ciencias III (con énfasis en Química), específicamente en el bloque II y III ([curriculobasica.sep.gob.mx](http://curriculobasica.sep.gob.mx), 2015). En cuanto al nivel medio superior (jóvenes entre 15 y 18 años); en el Colegio de Ciencias y Humanidades (mejor conocido como CCH) este tema se ubica en Química I, que junto con Química II, son las asignaturas obligatorias de esta área en los semestres iniciales del bachillerato, a estas asignaturas “corresponde aportar los conocimientos básicos de la disciplina y colaborar en el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que permitirán alcanzar los propósitos del área de Ciencias Experimentales” ([cch.unam.mx](http://cch.unam.mx), 2015, p.2).

Los programas de estudio de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) señalan que el tema de Estructuras de Lewis se aborda en el penúltimo año de manera obligatoria en la asignatura de Química III y en el último año en la asignatura optativa en Química IV ([dgenp.unam.mx](http://dgenp.unam.mx), 2015). Más adelante, en el presente trabajo se ahondará un poco en dichos programas, ya que constituyen un factor relevante.

Desde una apreciación personal de la autora, los programas de Química en México, abordan el tema de Estructura de Lewis como un tema aislado, con la excepción de que se utiliza para introducir al tema de los tipos de enlaces y Química Orgánica.

Al igual que en los programas, la bibliografía utilizada para la enseñanza de Estructuras de Lewis lo aborda para explicar los tipos de enlaces químicos o como introducción para Química Orgánica. Por mencionar un ejemplo Rodríguez, Carmona, & Gutiérrez (2009) y Flores Jasso (2009) tocan el tema en la unidad de Fundamentos Química Orgánica; mientras que Andrés & Antón (2003), Mosqueira (2003) y Recio del Bosque (2001) tratan el tema en el capítulo de Enlaces Químicos.

Y al mismo tiempo, la mayoría de libros de texto y propuestas didácticas, considerados para la enseñanza de este tema, tienen la pretensión de que el alumno al final de este tema pueda construir representaciones complejas con el uso de esta simbología. A continuación (figuras 1.3, 1.4, 1.5 y 1.6) se ilustran ejemplos de esto:



### Ejercicio

5.4.1 Representar la configuración electrónica y el símbolo de Lewis de los siguientes elementos:

- a) Al      b) Ca      c) P      d) Cl      e) Ar

Fig. 1.3 Ejercicio al finalizar subcapítulo de Estructuras de Lewis (Flores Jasso, 2009, p.128)<sup>11</sup>

✳ Representa con diagramas de Lewis las moléculas de los siguientes compuestos covalentes:  $\text{PF}_5$  y  $\text{IF}_7$ . ¿Cumplen la regla del octeto? Halla el número de oxidación del P y del I en dichos compuestos.

Fig. 1.4 Ejercicio al finalizar subcapítulo de Estructuras de Lewis (Andres & J.L., 2003, p.97)

### Cuestionario

1. Representar por medio del modelo electrónico de Lewis la molécula polar del cloruro de hidrógeno.

Fig. 1.5 Ejercicio al finalizar subcapítulo de Estructuras de Lewis (Mosqueira, 2003, p.178)

Inclusive podemos encontrar la misma pretensión en propuestas más modernas:

## ***OrganicPad: an interactive freehand drawing application for drawing Lewis structures and the development of skills in organic chemistry***

Melanie M. Cooper<sup>\*a</sup>, Nathaniel P. Grove<sup>a</sup>, Roy Pargas<sup>b</sup>, Sam P. Bryfczynski<sup>b</sup> and Todd Gatlin<sup>a</sup>

Received 2nd March 2009, Accepted 27th August 2009

DOI: 10.1039/b920835f

Lewis structures are important for learning chemistry as they serve as an essential link between the structure of chemical compounds and their function. Unfortunately, the creation of valid Lewis structures remains an elusive goal for many students. In recent years, several web-based programs have been created that allow students to receive immediate feedback on the structures that they draw; however, the interface in most of these programs is not naturalistic, and there is a significant learning curve for students. This article describes the development, features, and pilot testing of OrganicPad, an innovative and user-friendly program that has been designed to allow students to draw Lewis structures by using the natural user interface of a Tablet PC.

**Keywords:** Lewis structures, organic chemistry, information technology

and to correct what may seem, to the student, to be

Fig. 1.6 Propuesta de enseñanza de estructuras de Lewis (Cooper & Grove, 2009)

Actualmente se cuenta con una serie de estudios publicados (Cooper & Grove, 2009) (Cooper, Nathaniel, & Sonia, 2010; Cooper, Underwood, & Caleb, 2012; Brady & Milbury, 1990; Bell, Adkins, & Gamble, 2009; Logan, 2001) que nos permite ahondar en la comprensión de las estructuras de Lewis en estudiantes de nivel bachillerato (16 a 18 años). Por ejemplo el equipo de Cooper (2012, 2010, 2009) a lo largo de varios años de investigación enlista la serie de problemas que los alumnos de diferentes niveles (entre ellos estudiantes de bachillerato y de nivel licenciatura) tienen para construir Estructuras de Lewis, como lo son: la complejidad en seguimiento de reglas propuestas en diferentes textos utilizados para su enseñanza y sus excepciones, problemas pedagógicos en su enseñanza (anteriormente mencionados), etc. También, el equipo de Cooper (2010) al igual que Bell y sus colaboradores (2009) proporcionan una serie de recomendaciones en la enseñanza de dicho tema, como lo son: abordar desde un inicio la importancia de la estabilidad en el sistema (apoyándose de la entalpía de formación y rompimiento de enlaces), relacionarlo con propiedades físicas de la sustancia, fomentar la práctica en la elaboración de dichas estructuras, y empezar la enseñanza por compuestos sencillos (de pocos elementos y que cumplan la regla del octeto). En este último punto, Brady & Milbury (1990) aportan una taxonomía y niveles de dificultad de estructuras de Lewis a partir de su estudio realizado en la universidad de Delaware. Como puede notarse en la metodología descrita, se incluyen estructuras de Lewis clasificadas por estos investigadores en los tres niveles (fácil, promedio y difícil). Tenemos la hipótesis, que puede ser objeto de trabajos futuros, que los problemas mencionados por Brady & Milbury (1990) pueden ser superados mediante la familiarización con las Representaciones de Lewis y su práctica.

En la actualidad, se han creado muchos programas virtuales para la elaboración de estructuras de Lewis que permite que el estudiante reciba inmediata retroalimentación sobre lo que ellos elaboran. (Cooper & Grove, 2009).

Es importante remarcar que todas las propuestas mencionadas (con material didáctico, de modo interactivo, virtual, etcétera) tienen como propósito en común que el estudiante logre adquirir la habilidad de construir Estructuras de Lewis.

*Para muchos, el primer paso hacia la comprensión de la relación estructura–propiedades, es la habilidad de dibujar y manipular la estructura química simple conocida como estructura de Lewis... Sin embargo, a pesar de casi cuatro décadas de literatura que describe maneras mejoradas de la enseñanza de las estructuras de Lewis, la creación de representaciones válidas sigue siendo un objetivo difícil de alcanzar para muchos estudiantes de química. (Cooper & Grove, 2010, p. 869)<sup>11</sup>*

Sin embargo, considerando el marco pedagógico, este trabajo no pretende que en unas cuantas sesiones el estudiante adquiera esta habilidad; sino que pretende introducirlo de una manera amigable para que se continúe fomentando esta habilidad a lo largo del curso de Química general.

Por lo que es importante considerar el uso de las Representaciones de Lewis a lo largo de todo el curso de Química General, así como las propuestas didácticas existentes que permiten practicar la elaboración de Representaciones de Lewis por los estudiantes como la de el “Juego de modelaje molecular” propuesto por Myers (2003), la de “El costo de entalpía de formación y rompimiento de enlaces” propuesto por Bell, Adkins, & Gamble (2009) y muchas otras que se pueden encontrar en el área de investigación y material didáctico de este campo.

Por otra parte, es de gran importancia que el alumno forme una concepción cercana a la realidad sobre enlace químico. Por lo que las siguientes consideraciones me parecen relevantes al tratar sobre el tema:

Algunas de las concepciones alternativas halladas en las referencias (Kind, 2004) son:

CETGN no tiene excepciones.

Los átomos tienen voluntad y sentimientos.

Además, con base en la experiencia personal en el aula hemos podido recolectar las siguientes ideas que tienen en común algunos estudiantes de bachillerato:

---

<sup>11</sup> Traducción hecha por el autor

Los enlaces son como “cuerdas” que unen a los átomos.

Las Representaciones de Lewis no sirven para la explicación del comportamiento de las moléculas.

Las Representaciones de Lewis no sirven para la explicación de fenómenos químicos.

Los modelos representan la realidad a nivel macroscópico.

Estas concepciones se pueden deber a las aclaraciones no hechas en el uso de las representaciones de los enlaces químicos por los profesores y los libros. Tomando en cuenta lo anterior, en el desarrollo de la siguiente secuencia didáctica se deberá utilizar un lenguaje claro y preciso, con las aclaraciones pertinentes y oportunas sobre el tema.

### **1.3 Marco Curricular**

#### **1.3.1 Educación Química en México**

En la actualidad, la enseñanza de la Química en México se encuentra incluida en el currículo de educación básica a nivel secundaria y en el currículo de educación media superior; siendo ambos niveles obligatorios. El nivel secundaria lo cursan estudiantes de 12 a 15 años y el bachillerato de 16 a 19 años, preparándolos para un nivel superior o para integrarse al ámbito laboral (OIE, 2014; SEMS, 2014)

En el programa de estudios de educación básica de secundaria se contempla la enseñanza de las ciencias en tres periodos: Ciencias I con énfasis en Biología, Ciencias II con énfasis en Física y Ciencias III con énfasis en Química. El tercer curso de ciencias de este nivel se busca desarrollar en los alumnos la capacidad de explicar algunos procesos químicos que suceden en su entorno, a partir de la representación de la estructura interna de los materiales. Este programa contempla como uno de los grandes momentos en el desarrollo de la química la propuesta de enlaces y estructura química de los compuestos. Así mismo, pretende avanzar en la comprensión de la estructura interna de los materiales al representarlos e interpretarlos por medio de la construcción de modelos. Por lo que, en el tercer bloque, de Ciencias III se incluye la tercera revolución de la química, destacando los trabajos de Gilbert N. Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable en la formación de compuestos. (SEP, 2014).

En cuanto al nivel medio superior, la inclusión del tema “Estructuras de Lewis” depende del modelo educativo de cada institución, como ya se explico.

### **1.3.2 Educación Química en la Escuela Nacional Preparatoria (DGEP; 2016)**

La Escuela Nacional Preparatoria (ENP) es una institución de carácter público que forma parte del sistema educativo mexicano y es uno de los dos sistemas de bachillerato perteneciente a la UNAM. Cuenta con nueve planteles distribuidos en el Distrito Federal.

En la Escuela Nacional Preparatoria la duración de este nivel educativo es de 3 años. También tiene, en el Plantel 2 "Erasmus Castellanos Quinto", la modalidad denominada "Iniciación Universitaria" equivalente al nivel secundaria cuya duración es de 3 años. Por lo que en sus programas se encuentran considerados 6 años para cursar las asignaturas de Química; siendo Química I impartida en el segundo año, Química II impartida en el tercer año. La ENP sitúa a la asignatura de Química III como materia obligatoria en su plan de estudios del quinto año de bachillerato. Posterior a esta, se ubica la asignatura de Química IV en el sexto año que pertenece al núcleo propedéutico del área I (Físico–Matemáticas y de Ingenierías) y área II (ciencias de la salud). Esta asignatura es de carácter teórico–práctico y obligatoria para los alumnos de dichas áreas.

El programa de estudios de la asignatura de Química I plantea que, en virtud de la edad del alumno de este nivel y su dificultad para construir conceptos abstractos y complejos, solo pretende ponerlo en un primer contacto con las nociones básicas de la química, de forma de que adquiera los elementos necesarios que lo capaciten para continuar con sus siguientes cursos, en donde dichos contenidos se abordarán nuevamente pero con mayor profundidad. Además de que este curso busca motivar a los alumnos, capacitarlos para la búsqueda de información confiable y que desarrollen habilidades analíticas y juicios críticos, busca también promover la discusión en pequeños grupos y la participación de los alumnos en la proposición de diversas soluciones a problemas plantados. De igual manera, este curso busca favorecer la reflexión y el aprendizaje grupal e interdisciplinario en aspectos científicos, ecológicos y sociales. Dentro de los propósitos del curso se encuentran: proporcionar al alumno una cultura científica básica (alfabetización científica) donde él reconozca el importante papel que juega la química en su vida; participe en el proceso de construcción del conocimiento, pueda referir la explicación del comportamiento de la materia a modelos teóricos sobre la estructura de la misma y desarrolle la habilidad de expresar su pensamiento en forma oral y escrita.

La asignatura de Química I en la ENP consta de tres unidades: La química y tú, Manifestaciones de la materia y La naturaleza discontinua de la materia; en las cuales no

se aborda el tema de Representaciones de Lewis y se propone como tal en las conclusiones del presente trabajo.

Sin embargo, en este trabajo se propone que, dado el enfoque e intenciones de esta asignatura, sería conveniente abordar el tema de Representaciones de Lewis en Química I. Más adelante, al presentar la propuesta, se justificará el porqué de esta sugerencia

### 1.3.3 Ubicación del Tema “Representaciones de Lewis” en el Programa de la ENP (DGENP, 2015)

A la asignatura de Química III le anteceden: Introducción a la Física y a la Química, Química I, Química II, que se imparten en los tres años de enseñanza media básica. En general, el enfoque científico socio-cultural de estas asignaturas es el de promover el aprendizaje significativo mediante el estímulo de la curiosidad y la capacidad de análisis mediante la construcción de saberes para proporcionar una cultura científica general al estudiante.

La asignatura de Química III incluye en su programa de estudios el tema de Estructuras de Lewis en la segunda unidad (Aire, intangible pero vital) donde se aborda para comprender enlaces covalentes.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS (actividades de aprendizaje)	BIBI
2.2. Reactividad de los componentes del aire:	verifica en nuestro organismo. Se determinan algunas propiedades químicas del: N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> y CO <sub>2</sub> , como su carácter comburente y su reacción con el agua de cal; se estudia la reacción del oxígeno con metales y no metales, relacionando su reactividad con su ubicación en la tabla periódica y su electronegatividad. A partir del modelo atómico de Bohr y de los símbolos de Lewis se explica la formación de los enlaces covalentes. Se estudian las transformaciones de materia y la energía que se desprende durante las reacciones de los hidrocarburos: metano, etano y propano con el oxígeno, así como la forma de expresarlas mediante ecuaciones. Las reacciones se clasifican en	Realización de experimentos sobre la comburencia del N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , y CO <sub>2</sub> y reacción de los mismos con el agua de cal. Reacciones de formación de óxidos metálicos y no metálicos. Reconocimiento de la ubicación de metales y no metales en la tabla periódica. Ejercicios en los que se prediga la reactividad de metales y no metales con base en su ubicación en la	
2.2.1. Algunas reacciones del N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , y CO <sub>2</sub> .			
2.2.2. Reacción del oxígeno con metales y no metales.			
2.2.3. Tabla periódica.			
2.2.4. Símbolos de Lewis y enlaces covalentes.			
2.2.5. Reacciones de combustión.			
2.2.6. Reacciones exotérmicas y endotérmicas.			
2.2.7. Calores de combustión.			
2.2.8. Energías de enlace.			

Fig. 1.7 Fragmento del Plan de estudio de Química III

En el programa de Química III de la ENP se plantea que:

El aprendizaje de la Química ha sido en su mayor parte memorístico, enciclopédico y, sobre todo, descontextualizado de la realidad ecológica, social y económica. Hoy en día la

sociedad requiere de personas con preparación científica y tecnológica, capaces de tomar decisiones acertadas que le permitan mejorar la calidad de vida, tanto personal como social.

Tomando en cuenta que este curso, para la mayoría de los alumnos, representa la última oportunidad dentro de la educación formal para adquirir una cultura científica básica, se considera indispensable incluir los conocimientos fundamentales de química.

De acuerdo a este documento, los propósitos generales del curso son los siguientes: ayudar al alumno para que adquiera una cultura científica que le permita desarrollar su capacidad de analizar la información de manera crítica; aplicar sus conocimientos; comunicarse adecuadamente en forma oral y escrita.

Así mismo, hace la aclaración de que el curso pretende que el estudiante se familiarice con la química y no busca la especialización.

Por lo que se puede apreciar, los propósitos generales del programa de Química III de la ENP se encuentran considerados en nuestra secuencia didáctica propuesta y la aplicación de dicha secuencia es adecuada para esta asignatura. Sin embargo, como se menciona en el capítulo II del presente trabajo, la muestra corresponde a los grupos que se encontraban cursando la asignatura de Química IV en la ENP.

A diferencia del curso de Química III (en donde el objetivo es proporcionar una cultura científica general) Química IV introduce a los alumnos al estudio de la química orgánica y de algunos conceptos químicos y fisicoquímicos necesarios para la comprensión global de los procesos químicos en la industria. Dicho programa plantea partir de ideas y conocimientos previos que tiene el alumno (principalmente los de química de física y de matemáticas) y retornar a los conceptos fundamentales a un nivel propedéutico de análisis y aplicarlos a problemas sencillos y específicos del área. Este curso pretende reforzar la adquisición de habilidades de pensamiento y destrezas que permiten al alumno autonomía en el aprendizaje y aplicación de los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas, así como desarrollar en el alumno las competencias químicas como conocimientos, habilidades y actitudes que lo capaciten para cursar los estudios de licenciatura en las Escuelas o Facultades para las cuales esta materia es propedéutica.

Por lo que como se podrá apreciar más adelante, los planteamientos mencionados, que se encuentran incluidos en el programa de Química IV de la ENP, coinciden con algunas de las pretensiones de la secuencia didáctica propuesta.

# **CAPÍTULO II**

# **METODOLOGÍA**



## **Capítulo II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo de Investigación**

El presente documento describe un trabajo del tipo preexperimental de prueba y posprueba con un solo grupo (Hernández, 2010); basado en el modelo teórico de investigación–acción propuesto por McKernan (2001), que incluye técnicas observacionales y no observacionales. (de Lara & Ballesteros, 2007)

Este trabajo pretende dar aportaciones a la investigación educativa en el área de educación química, partiendo del planteamiento de una situación problema (ver antecedentes) y proporcionando sugerencias de solución con respecto a ella (ver conclusiones). Todo esto mediante un proceso práctico, técnico y reflexivo (McKernan, 2001).

### **2.2 Población y muestra**

Para este trabajo se consideró como población a los adolescentes que se encontraba cursando el nivel medio superior en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) en el Distrito Federal.

Una muestra es una parte de la población. De acuerdo con Johnson una muestra de conveniencia es “gente disponible, voluntaria o que puede ser fácilmente reclutada que es incluida en la muestra”. Este tipo de muestra es clasificada dentro de las técnicas de muestreo no probabilístico, donde se “selecciona participantes por uno o varios propósitos. No pretende que los casos sean representativos de la población” (Hernández, 2010, p.171). Por lo que los resultados no se pueden generalizar.

Para este trabajo, se utilizó una muestra de conveniencia, no probabilística; ya que se trabajó con alumnos disponibles para la autora de esta tesis durante la asignatura de Práctica Docente II cursada en el tercer semestre de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior.

El presente trabajo se llevó a cabo durante los dos años en que la autora de este trabajo cursó la MADEMS en los ciclos 2013–1 a 2014–2.

### **2.2.1 Caracterización de la muestra**

El primer ciclo de la secuencia descrita a continuación se aplicó a un grupo de 54 estudiantes (de entre 17 y 18 años) del grupo 652 perteneciente a la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) 6, ubicada en la delegación Coyoacán en el Distrito Federal. Durante la aplicación de la secuencia dicho grupo cursaba el sexto año de bachillerato en el área I (Físico Matemáticas y de Ingeniería). Este grupo pertenecía al turno vespertino, sus clases de Química IV se llevaban a cabo los días lunes y viernes de 13:40 a 15:20 horas.

La prueba piloto, que consta únicamente de la actividad 2 (descrita en el siguiente apartado), se aplicó a un grupo de 48 estudiantes (de entre 17 y 18 años) del grupo 618 perteneciente a la ENP 6. Durante la aplicación de la prueba dicho grupo cursaba sexto año de bachillerato en su último mes del curso. Este grupo pertenecía al turno matutino, área I.

Al encontrarse cursando el sexto año en la ENP, los miembros de ambos grupos ya cursaron las asignaturas que le anteceden a Química IV, los cuales son (como ya se hizo mención): Química I, II y III. Por lo que se deduce que ya cuentan con los conocimientos establecidos en los programa de dichas asignaturas (DGENP, 2015). Entre los temas que la autora de este trabajo considera relevantes para el ciclo de acción son: - Naturaleza discontinua de la materia (contenido en la tercera unidad de Química I) - Enlaces Químicos (contenido en la tercera unidad de Química III) - Propiedades Físicas y Químicas (contenido en la cuarta unidad de Química III).

Es importante comentar la heterogeneidad académica de ambos grupos, ya que estos se encontraban conformados de alumnos de un buen desempeño académicos, intermedio desempeño y bajo desempeño académico.

### **2.3 Descripción de la metodología utilizada**

Como previamente se mencionó, este trabajo está basado en el modelo teórico de investigación–acción propuesto por McKernan constituido por diversos ciclos de acción como los ilustrados en la siguiente figura:



Fig. 2.1 Modelo de investigación–acción (McKernan, 2001)

En este trabajo, en particular, se lleva a cabo un cuestionario piloto para después retomar los dos primeros ciclos de acción propuestos por McKernan mediante las siguientes etapas:

Cuestionario piloto: este se realiza con el propósito de verificar si la relación con el tema de Representaciones de Lewis de la actividad 2 –descrita en el punto 2.4– no es tan fácil de deducir por un estudiante de bachillerato.

Primer Ciclo: que abarca desde la definición del problema; siguiendo con la evaluación de necesidades a través de la revisión a la bibliografía concerniente a la enseñanza de la Química de nivel medio superior y con una reflexión personal. A continuación se llevó a cabo el desarrollo del plan de acción (secuencia didáctica propuesta) con base en lo planteado en el marco teórico del presente trabajo; siguiendo con la puesta en práctica de la secuencia en la muestra mencionada, la evaluación de la acción y la toma de decisiones para su posterior modificación.

Segundo Ciclo: abarca desde la redefinición del problema y la evaluación de necesidades con base en los resultados obtenidos, la revisión del plan y la propuesta de una nueva secuencia.

A continuación se plantea una breve descripción de las etapas que se llevaron a cabo.

## Cuestionario Piloto

Al leer la actividad 2 de la secuencia descrita en el apartado 2.4 basada en el artículo de Sosa (2004) “Un banco muy especial”<sup>12</sup>, es muy probable que una persona con formación profesional en el área de química pueda relacionarla con las Representaciones de Lewis y la Regla del Octeto (CETGN) . Por esta razón se decidió hacer un cuestionario que permitiera averiguar si esto mismo puede ocurrir con los alumnos de nuestra muestra. El cuestionario es el mismo documento utilizado en la actividad 2 de la secuencia propuesta (ver anexo 4) y, además, fomenta la elaboración de modelos por parte del estudiante para la resolución de un problema planteado (ver actividad 2 del apartado 2.4).

Como ya se mencionó, el cuestionario se aplicó a 48 estudiantes del grupo 618 del plantel 6 perteneciente a la ENP. El cuestionario fue aplicado a los alumnos de manera individual en una sola sesión. La aplicación de éste se dio un mes antes de finalizar el curso en el último año de bachillerato.

## Primer Ciclo de Acción

Para la definición del problema se tomaron en cuenta los antecedentes expuestos en el presente trabajo. En ese mismo apartado se propone que la interpretación de la información química les será más sencilla a los alumnos si son capaces de reconocer y usar apropiadamente las Representaciones de Lewis.

Como ya se mencionó, se llevó a cabo una revisión bibliográfica concerniente a la enseñanza de la Química a nivel medio superior en años posteriores al 2000 en revistas electrónicas especializadas en la enseñanza de las ciencias como *Educación Química*, *Journal of Chemical Education*, *Journal of Computational Chemistry* y *Enseñanza de las Ciencias*. Esto, aunado a una reflexión personal con la guía del Dr. Sosa nos llevó a la identificación de algunas de las necesidades en la enseñanza de la Química a nivel medio superior, que se acotó a un solo tema que, por lo antes mencionado, se considera crucial en la enseñanza de la Química.

Teniendo por entendido el constructivismo y las actividades lúdicas como aquello expuesto en el marco teórico del presente trabajo, se tomó en cuenta para la planeación y secuenciación de actividades. Lo planteado anteriormente nos llevó al desarrollo del plan de acción que consiste en la secuencia didáctica descrita en el punto 2.4 de este trabajo.

---

<sup>12</sup> Se trata de una dinámica aparentemente muy alejada de la química y de las estructuras de Lewis que sirve para que los alumnos se den cuenta que la carencia de electrones y la estabilidad de las CTGN inducen la formación de los enlaces químicos.

Siguiendo con la puesta en práctica de la secuencia en la muestra mencionada y su evaluación, descrita en el capítulo III.

Lo anterior nos dio como resultado la modificación del primer plan de acción –la secuencia didáctica propuesta– donde se hicieron correcciones particulares en las actividades propuestas y se anexó una actividad más (ver punto 2.4 de este trabajo).

## Segundo Ciclo de Acción

La redefinición del problema se realizó con base en los resultados obtenidos en el primer ciclo; donde se observó que, para que los alumnos aprendan a interpretar las Representaciones de Lewis, se requiere el empleo adecuado de conceptos básicos en la química como los de átomo, molécula, electrones, etc. Por lo que se describe la propuesta del segundo plan de acción que incluye la secuencia didáctica descrita en el punto 2.5 de este trabajo, donde además de considerar las hipótesis del ciclo anterior se incluye una breve aclaración de los conceptos base. En dicha secuencia se modifican las actividades (ver apartado 3.3) y los instrumentos de recolección de datos (ver apartado 2.6).

Dando como resultado los siguientes ciclos (adaptados a partir del modelo teórico de investigación–acción propuesto por McKernan):

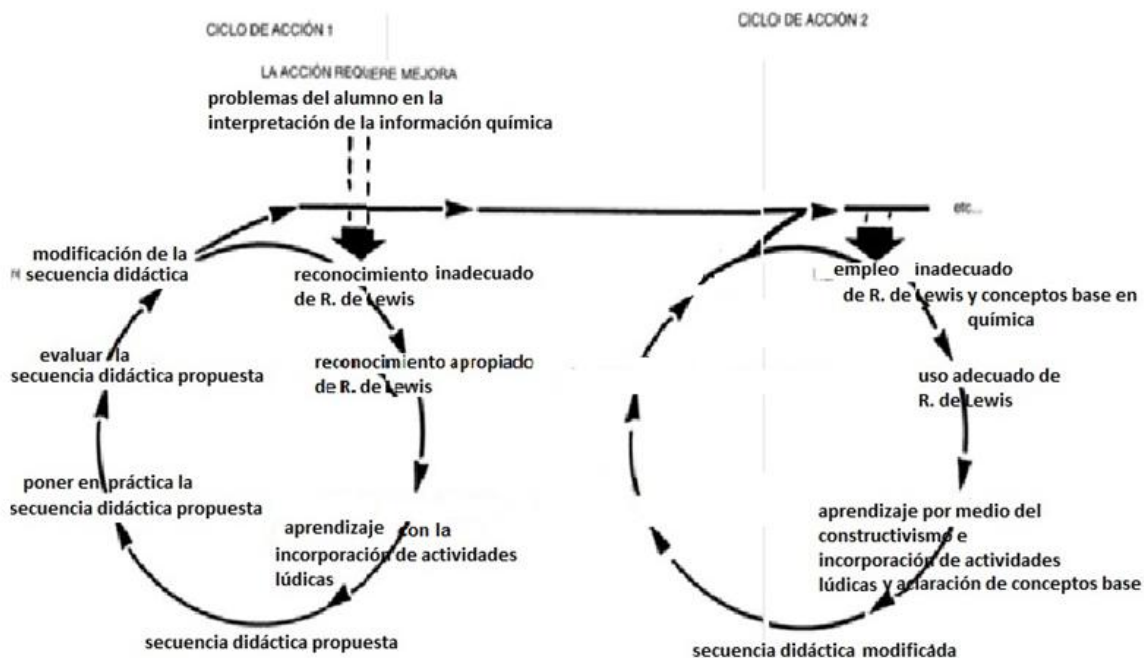


Fig. 2.2 Modelo de investigación–acción adaptado a partir del propuesto por McKernan

## **2.4 Desarrollo del primer plan de acción (secuencia didáctica propuesta)**

El tema Símbolos de Lewis es revisado en la tercera unidad de Química IV (área I) en la Escuela Nacional Preparatoria (DGENP, 2014). Se cuenta con 30 horas para la enseñanza de toda la unidad, por lo que se le debe dedicar al tema aproximadamente 200 minutos. En el plantel 6 de la ENP, de manera colegiada, se propone verlo como parte de un repaso general al inicio de semestre.

Los conocimientos previos que deberán poseer los estudiantes incluyen los conceptos de átomo, ion, molécula, partículas subatómicas, enlace y generalidades de estructura atómica y de la tabla periódica.

De manera general, y acorde a los programas de estudios de la ENP de Química, la secuencia didáctica propuesta tiene las siguientes intenciones:

- Considerar ideas y conocimientos previos que tiene el alumno en relación al tema “Representaciones de Lewis”.
- Poner en contacto al estudiante con nociones básicas de la química.
- Motivar al estudiante para el aprendizaje en la asignatura de Química.
- Formar parte de la alfabetización científica del estudiante, ayudar al alumno para que adquiera una cultura científica básica donde él reconozca el importante papel que juega la química en su vida.
- Que el estudiante participe en el proceso de construcción del conocimiento.
- Que el estudiante pueda referir la explicación del comportamiento de la materia con modelos teóricos sobre la estructura de la misma; en este caso, con las Representaciones de Lewis

Considerando que las competencias y habilidades buscadas en los programas de Química de la EMS solamente se pueden obtener con un trabajo continuo en el transcurso del nivel básico y nivel medio superior, la secuencia propuesta para la enseñanza de las Representaciones de Lewis, intenta reforzar las siguientes habilidades y competencias en los alumnos –en coincidencia con el programa anteriormente mencionado:

Búsqueda de información confiable y análisis de información de manera crítica;

Trabajo en equipo y sus implicaciones: tolerancia, respeto, organización, discusión en pequeños grupos y sus implicaciones, participación de los alumnos en la proposición de soluciones al problema planteado. Expresión correcta y concreta de su pensamiento en forma oral y escrita.

Capacidad de retomar conceptos fundamentales y aplicarlos a problemas sencillos

En la tabla siguiente se hace un breve resumen de las actividades llevadas a cabo en la secuencia didáctica propuesta y su propósito:

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Propósito</b>	<b>Recursos</b>
Actividad 1 ¿Son sólo fórmulas?	Cuestionario diagnóstico individual	Averiguar las ideas y conocimientos previos que tiene el alumno en relación al tema "Representaciones de Lewis".	Cuestionario previo (Anexo 2)
Actividad 2 Dinámica un banco muy especial	Actividad lúdica para introducción al tema "Representaciones de Lewis y CETGN"	Motivar a los alumnos para que pongan en práctica su aritmética, habilidades analíticas y capacidad de argumentación para la proposición de diversas soluciones a problemas planteados.	Documento instructivo "Un banco muy especial" adaptado (Anexo 4), etiquetas con nombres de los personajes, billetes y contratos ficticios
Actividad 3 ¿Qué tiene que ver el banco muy especial con la química?	Recuperación de conceptos relacionados con la dinámica y el tema a ver con la participación de los alumnos	Reforzar la habilidad de los alumnos de expresar su pensamiento de forma oral y escrita, así como su capacidad de relacionar los conceptos científicos con una situación ajena a la ciencia.	Cuaderno y lápiz. Pizarrón y plumón
Actividad 4 Revelando a un científico	Trabajo a casa para obtención de información sobre los hechos históricos en relación con las aportaciones de G. Lewis y propiedades de dos isómeros	Motivar a los alumnos para que localicen información verídica útil, y desarrollen habilidades analíticas de la información	TICs (Tecnologías de Información y Comunicación) y/o material bibliográfico disponible para los estudiantes.
Actividad 5 Del banco muy especial a las representaciones de Lewis	Los estudiantes recordarán y aclararán conceptos relacionados con enlace químico y Representaciones de Lewis	Considerar ideas y conocimientos previos que tiene el alumno con respecto al tema para proceder a hacer las aclaraciones pertinentes	Documento "Consideraciones sobre el enlace químico" (Anexo 5)

Actividad 6 Las Representaciones de Lewis y las Propiedades Físicas de los materiales	Se forman equipos de 6 personas para que, usando su tarea de la ACTIVIDAD 4 para que complementen su información, discutan y comparen las propiedades de los compuestos investigados.	Fomentar trabajo en equipo, discusión en pequeños grupos. Promover la participación de los alumnos en la proposición de soluciones al problema planteado y la expresión correcta y concreta de su pensamiento en forma oral y escrita.	Pizarrón o computadora y proyector (si así lo solicita el equipo).
Actividad 7 Cierre de Tema	Por equipo expondrán las conclusiones a las que llegaron en sus equipos de trabajo.	Se pretende reforzar la habilidad de los alumnos de expresar su pensamiento de forma oral y escrita, así como el de argumentar científicamente su postura	
Actividad 8 Cuestionario final	Evaluación	Comprobación de resultados sobre la secuencia didáctica aplicada	Documento "Ejercicio evaluativo" (Anexo 6)

Tabla 2.1 Resumen de las actividades llevadas a cabo en secuencia didáctica propuesta, propósito y recursos.

A continuación se hace una descripción de las actividades que conforman la secuencia didáctica propuesta:

**ACTIVIDAD 1.** Cuestionario diagnóstico. ¿Son solo fórmulas?

(Tiempo aproximado: 20 minutos)

La indagación de ideas previas en relación con la estabilidad y estructura molecular consta de un cuestionario diagnóstico que contiene cinco preguntas abiertas (ver anexo 2). El propósito particular de cada una de ellas se expone en el siguiente cuadro:

Es importante hacer la aclaración que debido a que este cuestionario se aplica antes de la dinámica "Un banco muy especial" (actividad 2 de la secuencia propuesta) no se deben mencionar las Representaciones de Lewis con el objetivo de que el alumno construya su propio modelo o deduzca el uso de dichas representaciones.



Para este cuestionario diagnóstico se busca que los alumnos usen las Representaciones de Lewis para fundamentar sus respuestas. Así mismo, se toma en cuenta el manejo (adecuado o no) de los siguientes conceptos: átomo, molécula, enlace, estabilidad y electrones. Los propósitos particulares de cada pregunta se enlistan en la tabla 2.2.

Pregunta	Propósito
La fórmula condensada del etanol es $C_2H_6O$ , y del dimetiléter también es $C_2H_6O$ . Explica cuál es la diferencia entre estos dos compuestos.	Que el alumno relacione la diferencia con la estructura molecular y la forma en que los átomos se encuentran enlazados en las moléculas, o una idea relacionada.
¿Por qué no debes beber un líquido cuya fórmula sea $H_2O_2$ ?	Que el alumno identifique que el número de átomos en las moléculas y su arreglo le confieren diferentes propiedades.
¿Por qué la fórmula del agua es $H_2O$ y no $H_3O$ ?	El mismo que el anterior,
¿Por qué el oxígeno que respiras se representa como " $O_2$ "? ¿Por qué no se representa como " $O_3$ " o como " $O$ "?	El mismo que el anterior.
¿Para qué nos serviría conocer cómo están formados los materiales?	Se busca que el alumno le atribuya importancia a la forma en que se distribuyen los átomos en una molécula, ya que esta influirá en las propiedades macroscópicas de la sustancia formada por dichas moléculas.

Tabla 2.2 Propósitos de las preguntas del cuestionario diagnóstico (actividad1, ciclo1)

## ACTIVIDAD 2. Dinámica Un banco muy especial

(Tiempo aproximado: 80 minutos)

Esta dinámica, basada en el artículo publicado por P. Sosa, permitirá a los alumnos jugar con los números; de tal manera que les facilite la comprensión del papel de la CETGN en la formación de los enlaces químicos (Sosa, 2004) (Anexo 3). La adaptación para la secuencia propuesta se encuentra en el Anexo 4.

Por los motivos expuestos en la actividad 1, es muy importante presentar a los estudiantes esta dinámica simplemente como un ejercicio aritmético sin relacionarlo todavía con algún concepto químico. Con esta dinámica, los estudiantes practican la distribución de miles de pesos (o electrones) en aquellos elementos representados por los clientes que cumplan con la condición de tener ocho mil pesos en su cuenta (CETGN).

Inicialmente se entrega una copia de la dinámica por escrito a cada uno de los estudiantes. Se les da la instrucción de leer cuidadosamente el siguiente documento y resolver los ejercicios propuestos al final de la hoja de manera individual. Esto con el propósito que, si el alumno tiene la posibilidad de desarrollar y expresar su propio modelo, no se vea influenciado por otro compañero. Cuando el estudiante considere que necesite ayuda, podrá solicitarle a otro compañero esta.

Una vez que cada uno esté trabajando en ello en su cuaderno, se forman equipos de 9 personas para “jugar al banco”. Esta dinámica consiste en la repartición de personajes y miles de pesos que poseen, de acuerdo a la hoja entregada a los estudiantes (Anexo 4). Se les asigna a cada equipo dos integrantes con personajes que inicien con la letra C (representando al carbono), seis con la letra H (representando al hidrógeno) y uno con O (representando al oxígeno). Esto con relación a la primera pregunta del cuestionario diagnóstico, a la actividad 4 inciso b y la actividad 6 que plantean la diferencia entre dos compuestos cuya fórmula condensada es  $C_2H_6O$ . La personificación es representada por cada estudiante con una etiqueta pegada en su pecho con el nombre del personaje que representa y con los miles de pesos que le corresponden, de acuerdo al documento entregado. También se le entregarán contratos para que los use a conveniencia.

En una discusión plenaria, el profesor(a) puede hacer notar algunas consideraciones que le permitan al alumno resolver los casos planteados de manera sencilla, y que más adelante apoyen la interpretación de las Representaciones de Lewis. Por ejemplo:

La idea central es que la necesidad de compartir proviene de la escasez de recursos. Por ejemplo, Carmen se puede asociar con Herminia, Héctor, Hércules y Homero a la vez, pudiendo hacer un contrato de dos mil pesos con cada uno y así finalmente tener ocho mil pesos. O, también, se puede asociar con Orlando y Orestes y hacer dos contratos con cada uno.

Nótese que Nabor tiene que deshacerse de mil pesos para ser sujeto de crédito.

Por el contrario, Clotilde para lograr ser sujeto de crédito tendría que conseguir mil pesos.

*Tomado de Sosa, 2004. Anexo 2*

Como se puede notar, esta actividad estimula a que el estudiante piense varias opciones de resolución, proponga un modelo que le funcione para encontrar las respuestas y puede estimular el desarrollo de ideas relacionadas a conceptos químicos como la formación de iones cuando sobran o faltan de electrones (o miles de pesos).

**ACTIVIDAD 3.** ¿Qué tiene que ver el banco muy especial con Química?

(Tiempo aproximado: 20 minutos)

En plenaria, con participación y ayuda de los alumnos, se relaciona la dinámica realizada con las representaciones químicas de Lewis y la CETGN. Además se deducen o refuerzan conceptos básicos manejados en el curso de química como: “catión”, “anión”, “enlace químico”, etc.

**ACTIVIDAD 4.** Tarea a domicilio Revelando a un científico

Se escribe en el pizarrón, y de manera verbal se le pide al alumno para la clase consecutiva, lo siguiente:

- a) Una investigación sobre las aportaciones de Gilbert Lewis a la química y los eventos en el mundo (incluyendo México) contemporáneos a esto. Para esta tarea, además de la bibliografía usada para el curso, se les pueden sugerir los siguientes sitios web

[http://www.upra.edu/acs/brochures/Brochure\\_Quimica\\_Jomary\\_Mercado.pdf](http://www.upra.edu/acs/brochures/Brochure_Quimica_Jomary_Mercado.pdf)

<http://www.chemistryexplained.com/Kr-Ma/Lewis-Gilbert-N.html>

Mediante esta actividad los estudiantes podrán relacionar el contexto histórico en el que vivió Gilbert Newton Lewis y las aportaciones que hizo a la Química con lo visto en clase.

- b) Que lleven a cabo una investigación de la fórmula condensada y desarrollada del etanol y del dimetiléter y sus propiedades: punto de ebullición, punto de fusión, densidad, solubilidad en agua y su uso. Se debe de hacer la recomendación de consultar aquellos documentos oficiales o con título “hojas de seguridad”, se les podrá comentar en qué consisten las “hojas de seguridad”.

**ACTIVIDAD 5.** Del Banco muy Especial a las Representaciones Lewis

(Tiempo aproximado: 40 minutos)

Los alumnos recordarán y aclararán conceptos relacionados con el enlace químico y las Representaciones de Lewis, para su interpretación y uso adecuado. Para esta actividad se le facilitará al alumno el documento incluido en el anexo 5.

Esta actividad se lleva a cabo con la interacción alumno–profesor, exponiendo los siguientes puntos relacionados con la actividad dos de esta secuencia:

- ▶ Los átomos, en su gran mayoría, se encuentran unidos con otros átomos de la misma o de diferente especie formando las moléculas de las sustancias. Como los clientes del “Banco muy Especial”, por cuestiones de estabilidad muy pocos permanecen aislados.
- ▶ Las fuerzas que mantienen unidos a los átomos para formar moléculas son las responsables de lo que se conoce como enlace químico. Estas fuerzas son de carácter eléctrico y en ellas intervienen los electrones periféricos de los átomos, llamados electrones de valencia.
- ▶ Las Representaciones de Lewis solamente son representaciones, donde las letras representan los distintos núcleos y sus electrones internos; cada raya representa dos electrones interactuando eléctricamente con dos núcleos; y cada punto a un electrón interactuando con un solo núcleo.
- ▶ Las Representaciones de Lewis son un código acordado de manera histórica e internacional para representar entidades químicas como moléculas, iones, etc. Este es un código universal, es decir, que cualquier persona (de cualquier parte del mundo) que tenga nociones básicas de la química va a entenderle. El lenguaje químico es regulado por un organismo internacional llamado IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) y sus acuerdos se pueden encontrar en la red en el GoldBook.
- ▶ Los enlaces entre átomos no son objetos reales ni concretos sino una representación del resultado de la interacción eléctrica entre las partes positivas (los núcleos) y las negativas (los electrones). Este punto se puede ejemplificar con el enlace invisible entre la Luna y la Tierra debido a su interacción gravitacional.
- ▶ La formación de enlaces entre distintos átomos es debida a la necesidad de adquirir una estabilidad electrónica (dos u ocho electrones alrededor de cada núcleo). Como en la dinámica hecha en la actividad 2 donde los posibles sujetos a crédito necesitaban asociarse para obtener un préstamo.
- ▶ No necesariamente todos los átomos de una partícula deben adquirir una CETGN. Si le faltan se dice que es “deficiente en electrones” y si le sobran se dice que “expandió el octeto”.
- ▶ Una molécula puede ser polar o no, según su geometría que depende de la distribución de los átomos que la conforman y los electrones de valencia.

- ▶ La polaridad (o no polaridad) de las partículas también sirve para explicar algunas propiedades físicas de las sustancias.

Los puntos anteriores fueron tomados de Ocampo (2004), Recio (2001), Sosa (2008). Los dos últimos puntos no tienen, por el momento, mayores aclaraciones ya que en las siguientes actividades se podrán recuperar dichos conocimientos.

Para contextualizar al alumno en la propuesta de las Representaciones de Lewis, se utilizarán las tareas del inciso “a” traídas por los alumnos para, mediante el método socrático, guiarlos a las siguientes conclusiones: “La propuesta de Lewis no ocurrió de manera aislada, requirió de otros descubrimientos y muchos años de trabajo para llegar a la conclusión de aquella”.

**ACTIVIDAD 6. Representaciones de Lewis y propiedades físicas de los materiales**  
(Tiempo aproximado: 30 minutos)

En esta actividad, los estudiantes pueden relacionar las Representaciones de Lewis con la polaridad de las moléculas y con algunas propiedades físicas. Además que a estos, se les da la oportunidad de ayudarse desde la cooperación. “El trabajo cooperativo desde la heterogeneidad será importante en todo proceso de explicación de las propias ideas y de la introducción de nuevos puntos de vista... ayudando a los demás enriquecen sus ideas y su capacidad de interactuar con los demás... (Sanmartí, 2000, p.262)”.

Se forman equipos de 4 a 6 personas para que, usando su tarea de la **ACTIVIDAD 4.**, discutan y lleguen a un acuerdo sobre las respuestas a las siguientes preguntas guía que se les plantean:

Pregunta	Propósito
¿Por qué crees que son diferentes las propiedades del etanol y del dimetiléter?	Que, con la actividad 4 inciso b, el estudiante pueda comparar las representaciones de las moléculas de esas sustancias y checar que hay una diferencia estructural
¿En qué estado de agregación, a condiciones normales (1 atmósfera, 25 °C), se encuentran estas dos sustancias?	Que, con la actividad 4 inciso b, el estudiante pueda comparar la diferencia de esa y otras propiedades y promover la reflexión en grupo de en qué consisten dichas diferencias
¿Qué aportaciones hizo G, Lewis a la Química?	Hacer consciente al alumno de que una aportación en el ámbito científico no es un evento aislado por el que cursa un científico. Además que los textos consultados (bibliografías) pueden acercar al

	alumno a la vida de un científico.
¿Qué eventos importantes pasaban en el mundo en ese tiempo?	Contextualizar a alumno en la época en que Gilbert Lewis vivió.

**Tabla 2.3** Preguntas de la actividad 6 del ciclo1

La tabla anterior presenta las preguntas que debieron contestar cada equipo y entregar en una hoja de respuestas, además, a un lado se presenta el propósito del autor al plantear cada pregunta.

**ACTIVIDAD 7.** Cierre de tema  
(Tiempo aproximado: 25 minutos).

En esta actividad, el alumno podrá aclarar sus dudas respecto a la representación de las partículas mediante las Representaciones de Lewis, de la estabilidad que confiere una CETGN y del hecho de que las propiedades macroscópicas de la sustancias están determinadas por cómo están conectados los átomos en su estructura interna.

En esta y la actividad 6 se trabaja en grupos pequeños y se utiliza una adaptación de la técnica de estudio de grupo llamada “discusión 66”, donde los individuos son congregados en grupos de seis y tratan un determinado tema durante seis minutos. En esta actividad a cada cuestión se le asigna 6 minutos, al ser cuatro temas por discutir se le asigna a la actividad 24 minutos. Finalmente se nombra un portavoz que será el encargado de comunicar al gran grupo las conclusiones obtenidas en la actividad 6. Esta es una forma de favorecer la participación de todos los miembros del grupo y favorecer la expresión oral. (Lara, 2007).

Se hace el cierre de la secuencia haciendo las observaciones pertinentes a la actividad anterior. Y se plantea una ecuación sencilla utilizando Representaciones de Lewis para que los alumnos deduzcan las fórmulas condensadas a partir de las fórmulas desarrolladas de reactivos y productos. Además puedan decir el significado de los coeficientes y subíndices que se encuentran en la ecuación. Por ejemplo:

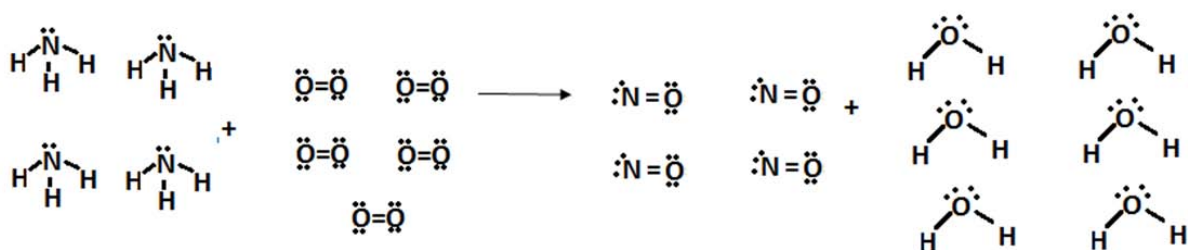


Figura 2.3 Ejemplo de un ejercicio en la actividad 7 del ciclo 1.

También se puede expresar como:



Donde 4 moléculas de amoníaco reaccionan con 5 moléculas de oxígeno dando 4 iones de monóxido de nitrógeno y 6 moléculas de agua. Para que ellos, al mismo tiempo, puedan relacionar el número de átomos en reactivos y en productos.

### ACTIVIDAD 8. Cuestionario Evaluativo.

(Tiempo aproximado: 30 minutos)

En este cuestionario (ver anexo 6) se pretende valorar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes en el desarrollo de la secuencia para compararlos con la actividad 1. El propósito particular de cada una de ellas se expone en el siguiente cuadro:

Ejercicio Evaluativo. Planteamiento	Objetivo
a) El propanol y el isopropanol, tienen la misma fórmula condensada: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ pero temperaturas de ebullición diferentes: $97^\circ\text{C}$ y $82.5^\circ\text{C}$ . Por lo tanto son sustancias distintas. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?	Que el alumno relacione la diferencia entre las propiedades fisicoquímicas con la estructura molecular y la forma en que los átomos se encuentran enlazados en las moléculas.
b) El ion $\text{Cl}^-$ es más estable que el átomo aislado $\text{Cl}$ . De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?	Que el alumno relacione la estabilidad de los átomos con su capacidad de formar enlaces.
c) La molécula de $\text{O}_3$ es más inestable que el átomo de oxígeno aislado. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?	Que el alumno relacione la estabilidad de los átomos con la formación de enlaces. Que el alumno identifique que el número de átomos en las moléculas y su arreglo le confieren diferentes propiedades.

d) Que la acetona sea un líquido volátil no depende de la estructura de sus moléculas. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?	Que el alumno relacione la diferencia entre las propiedades fisicoquímicas con la estructura molecular y la forma en que los átomos se encuentran enlazados en las moléculas.
e) La estructura de las moléculas no influye en su polaridad. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?	Que el alumno relacione la diferencia entre las propiedades fisicoquímicas con la estructura molecular y la forma en que los átomos se encuentran enlazados en las moléculas.

**Tabla 2.4** Propósitos de las preguntas del cuestionario evaluativo (actividad 8, ciclo1)

## 2.5 Instrumentos para recolección y análisis de datos

Como anteriormente se mencionó, este trabajo incluye técnica mixta para recolección y análisis de datos: observacionales y narrativas; y técnicas no observacionales (de Lara & Ballesteros, 2007). Esto fue con el propósito de complementar ambas técnicas, para confirmar o no los resultados y revelaciones en aras de una mayor validez; y hacer un reporte lo más cercano a la realidad. (Hernández, 2010)

Para la técnica observacional, se utilizó un estudio de campo donde se utiliza un método antropológico de recolección de datos con ayuda de grabaciones de video. El estilo de observación es participante, ya que el investigador forma parte del grupo. (de Lara & Ballesteros, 2007)

Para la técnica no observacional se utilizaron cuestionarios con preguntas de naturaleza abierta, aprovechando las ventajas que ofrece esta técnica. Entre las ventajas se puede enumerar que: suprime el contacto cara a cara y es un instrumento “menos complejo” de recolección de datos (en comparación a las grabaciones). Los cuestionarios utilizados fueron administrados en grupo durante las sesiones ocupadas para la aplicación de la secuencia didáctica, excepto el cuestionario diagnóstico.

A continuación se presenta una tabla con el tipo de técnicas utilizadas en las actividades donde se recopilaron datos:

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RECOLECCIÓN</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>ANÁLISIS</b>	<b>TIPO</b>
<i>Cuestionario Piloto</i>	<i>Documental (Cuestionario abierto individual)</i>	<i>Anexo 4</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Cuantitativo</i>
<i>Actividad 1</i>	<i>Documental (Cuestionario abierto individual)</i>	<i>Anexo 2</i>	<i>Comparativo (t de student) con resultados actividad 8</i>	<i>Cuantitativo y cualitativo</i>



			<i>mediante rúbrica y descriptivo con porcentajes</i>	
<i>Actividad 2</i>	<i>Observacional (videograbación) y Documental (Cuestionario abierto)</i>	<i>Anexo 4</i>	<i>Transcripción de parte de la videograbación</i>	<i>Cualitativo</i>
<i>Actividad 3</i>	<i>Observacional (videograbación)</i>		<i>Transcripción de parte de la videograbación</i>	<i>Cualitativo</i>
<i>Actividad 6</i>	<i>Documental (Cuestionario abierto por equipo)</i>	<i>Tabla 2.3</i>	<i>“Discusión 66”</i>	<i>Cualitativo</i>
<i>Actividad 8</i>	<i>Documental (Cuestionario abierto individual)</i>	<i>Anexo 6</i>	<i>Comparativo (t de student) con resultados actividad 1 mediante rúbrica y descriptivo con porcentajes</i>	<i>Cuantitativo y cualitativo</i>

**Tabla 2.4.** Tipo de técnicas utilizadas para recolección de datos de Ciclo 1

La descripción detallada de los resultados obtenidos se podrá encontrar en el capítulo III.

### 2.5.1 Instrumentos para la recolección y el análisis de datos de la actividad 1 (Pretest) y actividad 8 (Postest) del primer ciclo

Como se mencionó anteriormente el análisis que se llevó a cabo para estas dos actividades fue del tipo cualitativo y cuantitativo. En esta sección, se describe el análisis cuantitativo, que es del tipo descriptivo, comparativo con ejecución concurrente. Esto se llevó a cabo utilizando gráficas de caja y de polígonos, así como t de student para comparación de los resultados de la prueba (actividad 1) y posprueba (actividad 8).

Con base en los objetivos de esta tesis, se plantearon las siguientes preguntas:

- ~ ¿La Secuencia Didáctica propuesta sirve para que los estudiantes puedan reconocer que es la carencia de electrones de los átomos aislados la que provoca la formación de los enlaces químicos?
- ~ ¿La Secuencia Didáctica propuesta sirve para que los estudiantes puedan reconocer que las propiedades macroscópicas de las sustancias dependen de cómo estén enlazados los átomos en las partículas que las integran?

Por lo tanto la hipótesis planteada en este estudio es que: al finalizar la secuencia propuesta, los estudiantes podrán reconocer que es la carencia de electrones de los átomos aislados la que provoca la formación de los enlaces químicos, y que la forma en que estén enlazados estos átomos influye directamente con las propiedades macroscópicas de las sustancias compuestas por dichas partículas.

El alcance de esta investigación es transeccional (se realizaron las observaciones en un momento único en el tiempo) y del tipo exploratorio, ya que pretende indagar desde una perspectiva innovadora (Hernández, 2010).

De acuerdo con Hernández (2010), para la validación interna de este experimento se tomaron en cuenta las siguientes fuentes:

- ▶ Administración de pruebas. Se aplicaron pruebas equivalentes y confiables (validadas por el comité tutorial de la autora), pero sin que sean las mismas (para evitar que el estudiante sólo recuerde las respuestas) y el mismo grupo.
- ▶ Instrumentación. Se administraron los mismos instrumentos a todos los individuos.
- ▶ Difusión de tratamientos. En el caso de las muestras (grupo piloto y grupo de prueba y posprueba) se mantuvieron separadas para evitar la difusión de los datos, ya que un grupo pertenecía al grupo del turno matutino y otro al grupo del turno vespertino.
- ▶ Compensación. Esto se logró con el apoyo de asesor de práctica docente, M. en D. Martín Mata Franco, que permitió que mi secuencia influyera en la evaluación final de los estudiantes y así se mantuvieran motivados los estudiantes.
- ▶ Conducta del experimentador. Como docentes sabemos que es muy difícil que este factor no influya en las secuencias didácticas, ya que la personalidad de cada profesor es diferente. Sin embargo como participante, observador y experimentador de dicha investigación se procuró ser lo más objetivo posible (utilizando instrumentos de evaluación estandarizados).
- ▶ Historia y maduración. Por la brevedad del estudio se aseguró que los participantes cursaron los mismos eventos históricos y sociales, así la semejanza de edades.

Para llevar a cabo la comparación de pretest y postest se tomaron en cuenta las siguientes tablas que contienen las equivalencias de preguntas, así como su asociación con el objetivo de cada pregunta, y rúbrica utilizada para el análisis de resultados:

<b>DIAGNÓSTICO</b>	<b>EJERCICIO EVALUATIVO</b>	<b>OBJETIVO</b>
--------------------	-----------------------------	-----------------

1) La fórmula condensada del etanol es $C_2H_6O$ y del dimetiléter también es $C_2H_6O$ . Explica cuál es la diferencia entre estos dos compuestos.	A) El propanol y el isopropanol, tienen la misma fórmula condensada: $C_3H_8O$ pero temperaturas de ebullición diferentes: $97\text{ }^\circ\text{C}$ y $82.5\text{ }^\circ\text{C}$ . Por lo tanto son sustancias distintas. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?	Que el alumno relacione la diferencia entre las propiedades fisicoquímicas con la estructura molecular y la forma en que los átomos se encuentran enlazados en las moléculas.
1) La fórmula condensada del etanol es $C_2H_6O$ , y del dimetiléter también es $C_2H_6O$ . Explica cuál es la diferencia entre estos dos compuestos.	D) Que la acetona sea un líquido volátil no depende de la estructura de sus moléculas. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?	Que el alumno relacione la diferencia entre las propiedades fisicoquímicas con la estructura molecular y la forma en que los átomos se encuentran enlazados en las moléculas.
1) La fórmula condensada del etanol es $C_2H_6O$ , y del dimetiléter también es $C_2H_6O$ . Explica cuál es la diferencia entre estos dos compuestos.	E) La estructura de las moléculas no influye en su polaridad. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?	Que el alumno relacione la diferencia entre las propiedades fisicoquímicas con la estructura molecular y la forma en que los átomos se encuentran enlazados en las moléculas.
2) ¿Por qué no debes beber un líquido cuya fórmula sea $H_2O_2$ ?	No comparable	Anulada por planteamiento equivoco.
3) ¿Por qué la fórmula del agua es $H_2O$ y no $H_3O$ ?	C) La molécula de $O_3$ es más inestable que el átomo de oxígeno aislado. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?	Que el alumno relacione la estabilidad de los átomos con la formación de enlaces. Que el alumno identifique que el número de átomos en las moléculas y su arreglo le confieren diferentes propiedades.
4) ¿Por qué el oxígeno que respiras se representa como " $O_2$ "? Por qué no se representa como " $O_3$ " o como " $O$ "?	B) El ion $Cl^-$ es más estable que el átomo aislado $Cl$ . De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?	Que el alumno relacione la estabilidad de los átomos con su formación de enlaces.
5) ¿Para qué nos serviría conocer cómo están formados los materiales?	No comparable	Se busca que el alumno le atribuya importancia a la forma en que se conectan los átomos entre sí en una molécula, ya que esta influirá en las propiedades macroscópicas de la sustancia formada por dichas moléculas.

**Tabla 2.5** Tabla equivalencias de preguntas y su asociación con el objetivo.

PREGUNTA	VALOR: 0	VALOR: 1	VALOR: 2
1) La fórmula condensada del etanol es $C_2H_6O$ , y del dimetiléter también es $C_2H_6O$ . Explica cuál es la diferencia entre estos dos compuestos. A) El propanol y el isopropanol, tienen la	Nada, "no lo sé", "el nombre"	Menciona una propiedad física o química sin hacer referencia a la estructura molecular;	Hace alusión al arreglo estructural de la molécula ("isomería") o menciona los enlaces (con o sin concepción

<i>misma fórmula condensada: C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O</i> <i>De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?</i>		<i>o da una respuesta declarativa.<sup>13</sup></i>	<i>alternativa)</i>
1) <i>La fórmula condensada del etanol es C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O, y del dimetiléter también es C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O. Explica cuál es la diferencia entre estos dos compuestos.</i> D) <i>Que la acetona sea un líquido volátil no depende de la estructura de sus moléculas. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?</i>	<i>Nada, "no lo sé", "el nombre"</i>	<i>Menciona una propiedad física o química sin hacer referencia a la estructura molecular.</i>	<i>Hace alusión al arreglo estructural de la molécula ("isomería") o menciona los enlaces (con o sin concepción alternativa)</i>
1) <i>La fórmula condensada del etanol es C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O, y del dimetiléter también es C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O. Explica cuál es la diferencia entre estos dos compuestos.</i> E) <i>La estructura de las moléculas no influye en su polaridad. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?</i>	<i>Nada, "no lo sé", "el nombre"</i>	<i>Menciona una propiedad física o química sin hacer referencia a la estructura molecular.</i>	<i>Hace alusión al arreglo estructural de la molécula ("isomería") o menciona los enlaces (con o sin concepción alternativa)</i>
3) <i>¿Por qué la fórmula del agua es H<sub>2</sub>O y no H<sub>3</sub>O?</i> C) <i>La molécula de O<sub>3</sub> es más inestable que el átomo de oxígeno sin reaccionar. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?</i>	<i>Nada, "no lo sé", "porque sí"</i>	<i>Respuesta declarativa: "porque el agua se escribe como H<sub>2</sub>O", "porque el oxígeno tolera 2", "porque es otra sustancia"</i>	<i>Hace referencia a la estabilidad (reactividad) de los átomos con la formación de enlaces. Que identifique que el número de átomos en las moléculas y su arreglo le confieren diferentes propiedades.</i>
4) <i>¿Por qué el oxígeno que respiras se representa como "O<sub>2</sub>"? .....</i> B) <i>El ión Cl<sup>-</sup> es más estable que el átomo aislado Cl. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?</i>	<i>Nada "no lo sé"</i>	<i>Respuesta declarativa: "el O<sub>2</sub> es oxígeno, el O<sub>3</sub> es ozono", "Porque es otra sustancia" "porque cumple con la regla del octeto"</i>	<i>Hace referencia a la estabilidad de los átomos con la formación de enlaces.</i>

**Tabla 2.6** Rúbrica utilizada para el análisis de resultados

Los datos obtenidos del pretest y postest fueron procesados en programa IBM SPSS Statistics 20.

<sup>13</sup> Con respuesta declarativa nos referimos a que repite la pregunta con las mismas o con otras palabras, en orden o desorden.

# ***CAPÍTULO III***

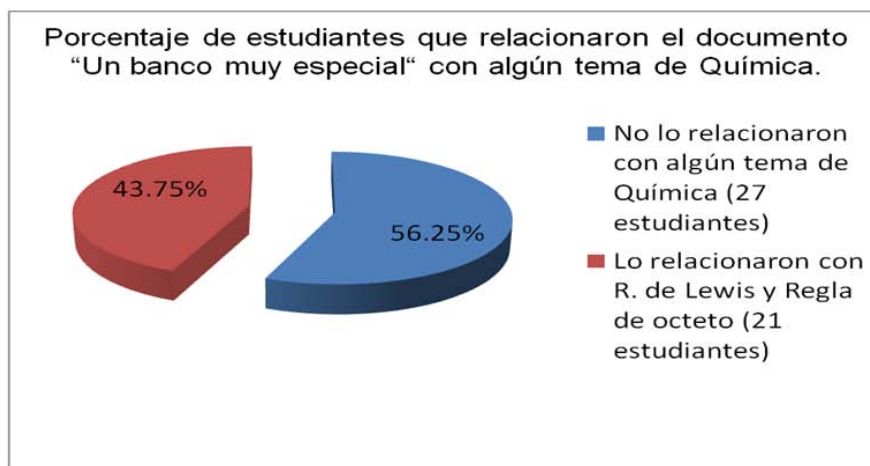
## ***RESULTADOS y ANÁLISIS DE RESULTADOS***

Lo que a continuación se presentará son los resultados proporcionados por los documentos aplicados a las muestras descritas en el capítulo II.

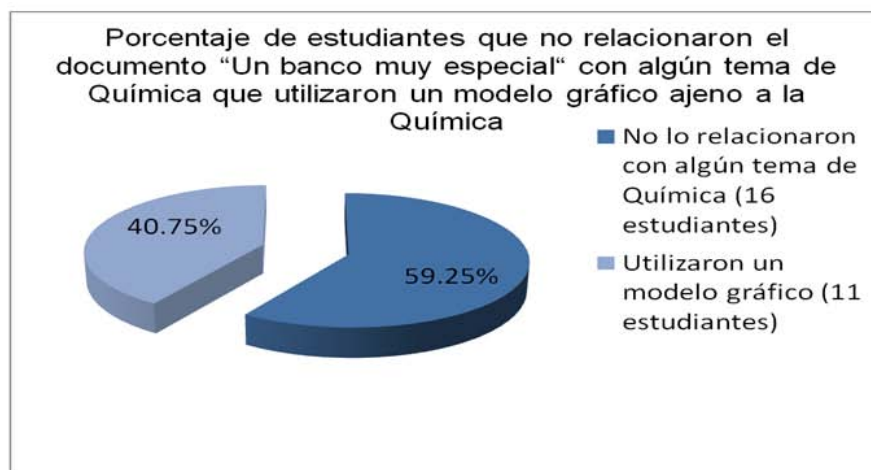
### 3.1 Cuestionario Piloto

Como ya se mencionó en el capítulo II, se decidió hacer un cuestionario que nos proporcionara la viabilidad de la aplicación de la actividad “Un banco muy especial” en sexto año de la ENP para poder cumplir los objetivos; es decir, obtener un porcentaje de alumnos del último año de bachillerato que relacionan fácilmente esta actividad con el tema de Representaciones de Lewis para posteriormente aplicar la secuencia didáctica propuesta. El cuestionario es el mismo documento utilizado en la actividad 2 de la secuencia propuesta (ver anexo 4), y la muestra es equivalente a la utilizada en la aplicación de la secuencia didáctica (48 alumnos del grupo 618 de ENP plantel 6). Este cuestionario se aplicó a unas semanas de finalizar el último curso de Química de bachillerato.

Los resultados arrojaron que 43.75 % de los estudiantes, si lo relacionaron con Representaciones de Lewis y Regla del Octeto (CETGN). El 56.25 % de los estudiantes no lo relacionaron con ningún tema de Química (gráfica 3.1); del cual el 40.74 % del porcentaje anterior utilizaron un modelo gráfico no científico para explicación y resolución de las cuestiones planteadas, como se puede apreciar en la gráfica 3.2.

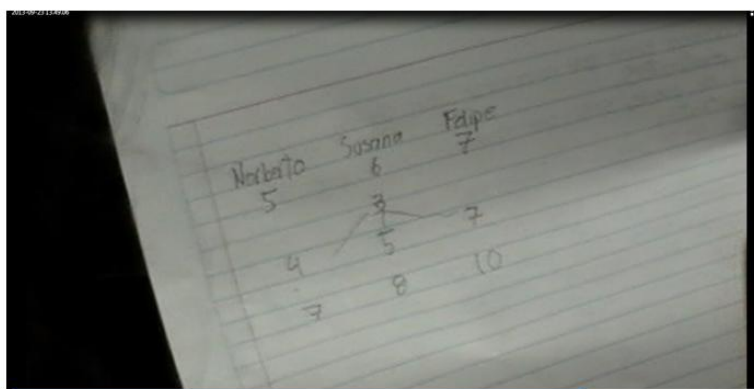


**Gráfica 3.1** Porcentaje de estudiantes que relacionaron el documento “Un banco muy especial” con algún tema de Química.



**Gráfica 3.2** Porcentaje de estudiantes que no relacionaron el documento "Un banco muy especial" con algún tema de Química y que utilizaron un modelo gráfico ajeno a la Química

Un ejemplo del modelo gráfico no científico usado por un estudiante para resolver la cuestión planteada se puede observar en la siguiente figura.



**Figura 3.1** Ejemplo del modelo gráfico no científico usado por un estudiante.

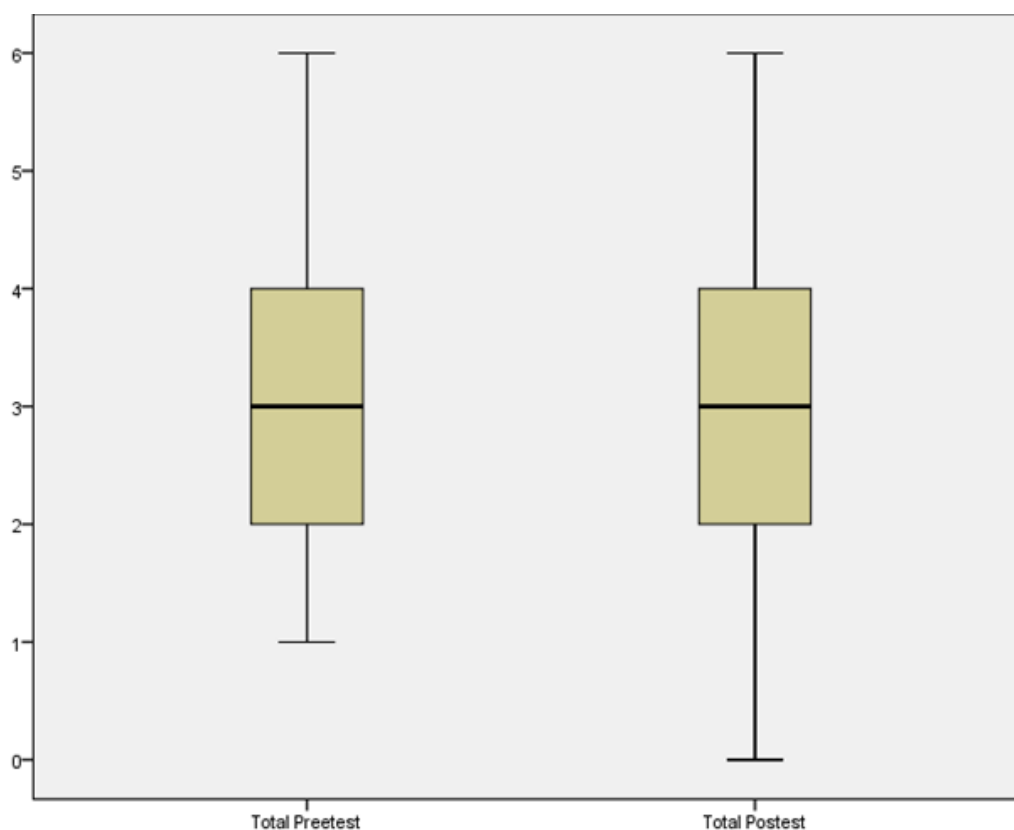
Por lo que existe la posibilidad de que, al inicio del curso o en el año inicial de bachillerato, la mayoría de los estudiantes no relacionen esta dinámica ("Un banco muy especial") con Representaciones de Lewis y Regla del Octeto (CETGN).

## 3.2 Primer Ciclo de Acción

### 3.2.1 Actividad 1 (Pretest) y 8 (Postest)

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, se diseñaron preguntas equivalentes con objetivos en común para el pre y el postest (ver tabla 2.5). A continuación se utilizó una rúbrica (ver tabla 2.6) para determinar el nivel (en pre y postest) en que se considera cada estudiante en relación al objetivo planteado en cada pregunta. Los resultados de cada participante con base en la rúbrica se pueden observar en el anexo 7.

La siguiente gráfica de cajas (gráfica 3.3) se llevó a cabo tomando en cuenta el puntaje total en pretest y postest de cada participante (últimas dos columnas del anexo 7) con el objeto de representar y comparar las medidas descriptivas para ambas pruebas. Lo que se puede observar en cada cuartil y en los límites superior e inferior es la frecuencia de los estudiantes en cada nivel: el límite inferior representa los niveles más bajos y el límite superior los niveles más altos.



**Gráfica 3.3** Gráficas de cajas del pretest y postest del primer ciclo de acción.

En esta gráfica se aprecia una distribución homogénea, es decir que las medias y medianas de ambas pruebas son muy cercanas. No se aprecia diferencia en los niveles



medio y alto, ya que, como puede observarse en la gráfica 3.3, son muy parecidas sus frecuencias. Sin embargo, puede apreciarse una diferencia en el límite inferior: en el pretest las puntuaciones más bajas tienen una frecuencia mayor que las puntuaciones más bajas del postest. Lo que quiere decir que hubo mayor número de estudiantes ubicados (por sus respuestas) en nivel bajo en el pretest que en el postest. Por lo que se puede inferir que la secuencia tuvo mayor impacto en aquellos estudiantes que se ubicaron en un nivel bajo para uso, manejo e interpretación de estructuras de Lewis.

Los rangos se determinaron de la siguiente manera: los puntajes totales menores a 2.1 se ubicaron en el nivel bajo, los puntajes entre 2 y 3.3 se ubicaron en el nivel medio, los puntajes entre 3.3 y 4.6 se ubicaron en el nivel alto, y los puntajes mayores a 4.6 se ubicaron en el nivel superior. En la siguiente tabla (Tabla 3.1) se presenta la agrupación de datos por desviaciones estándar, es decir, se presentan las frecuencias y porcentajes de cada nivel del total de pretest y postest ( $\pm 1$  desviación estándar).

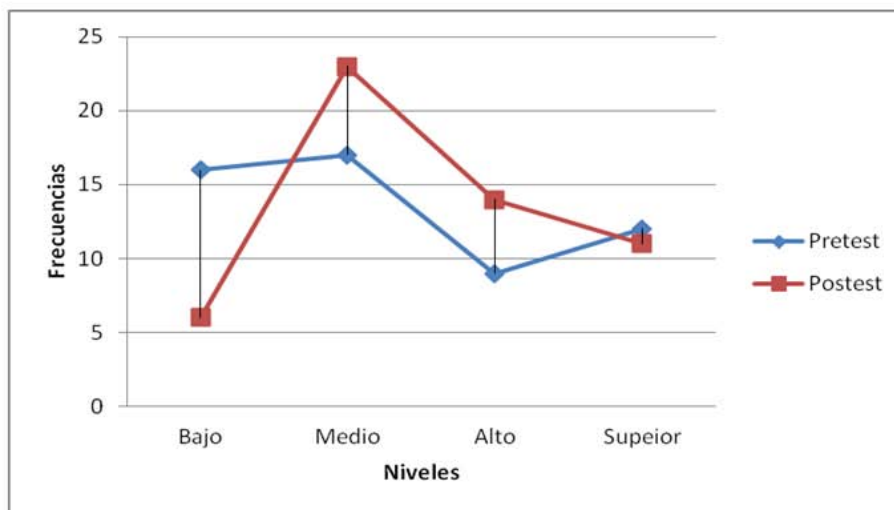
<b>Total Preetest</b>				
		Pretest	% válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Bajo	16	29.6	29.6
	Medio	17	31.5	61.1
	Alto	9	16.7	77.8
	Superior	12	22.2	100.0
	Total	54	100.0	

<b>Total Postest</b>				
		Frecuencia	% válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Bajo	6	11.1	11.1
	Medio	23	42.6	53.7
	Alto	14	25.9	79.6
	Superior	11	20.4	100.0
	Total	54	100.0	

**Tabla 3.1** Niveles, frecuencias y porcentajes de pretest y postest.

Los datos de la tabla anterior (tabla 3.1) se esquematizaron en la siguiente gráfica (3.4) donde se confirma lo observado en la gráfica de cajas: las frecuencias en los niveles medio, alto y superior no tienen gran diferencia entre el pretest y postest. En particular el nivel superior no tuvo ninguna variación después de la secuencia. Sin embargo se distinguen las diferencias en los niveles medio y bajo entre ambas pruebas (que son mayores las frecuencias en el postest). Se aprecia que en el nivel bajo hay una frecuencia mayor de 15 en el pretest y cercana a 5 en el postest. Lo que nos puede decir que, algunos estudiantes que se ubicaban en nivel bajo tuvieron un progreso a nivel medio y superior después de ser aplicada la secuencia.



**Gráfica 3.4** Gráfica de polígonos comparativa de las frecuencias en los niveles en Pretest y Postest

Finalmente en la siguiente tabla (3.2) se encuentran los estadísticos y los resultados de la prueba de t de *student* aplicada a los resultados del Pretest y Postest; donde, como ya se había observado en la gráfica 3.3 las medias son muy parecidas en ambas pruebas ya que sólo hay una diferencia de 0.09.

*Estadísticos de muestras relacionadas*

	Media	N	Desviación típica	Error típico de la media
Total Pretest	3.30	54	1.28312	.17461
Total Postest	3.39	54	1.48472	.20205

*Prueba de muestras relacionadas*

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típica.	Error típico de la media	95 % Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Comparativo: Total Pretest Total Postest	-.09259	1.77263	.24122	-.57643	.39124	-.384	53	.703

**Tabla 3.2** Estadísticos, t de *student* de Pretest y postest

La t de student ( $t = -0.384$ ) al ser menor de 2.5 y el nivel de significancia ( $\text{sig} = 0.703$ ) al ser mayor de 0.5 me dice que no hay diferencia significativa antes de aplicar la secuencia didáctica para enseñanza de Estructuras de Lewis (pretest) y después de aplicarla (postest). Por lo que se acepta la hipótesis nula que dice que: al finalizar la secuencia propuesta los estudiantes no pueden reconocer que es la carencia de electrones de los átomos aislados la que provoca la formación de los enlaces químicos, y que la forma en que estén enlazados estos átomos influye directamente con las propiedades macroscópicas de las sustancias compuestas por dichas partículas. Sin embargo, dado el análisis de las gráficas 3.3 y 3.4, esto no puede ser generalizado para toda la muestra, ya que es notorio el avance en el tema de los estudiantes que se encontraban en un nivel bajo de comprensión.

### 3.2.2 Actividad 1

De acuerdo con la tabla 2.2, la aplicación de la evaluación diagnóstica (Anexo 2) en la muestra descrita (54 alumnos del grupo 618 de ENP plantel 6) arrojó los siguientes resultados (ver Anexo 8):

Pregunta 1: El 37.04 % de la muestra total (marcado en azul en el Anexo 8) relacionó la diferencia entre ambas sustancias (etanol y dimetiléter) con la estructura molecular, la forma en que los átomos se encuentran enlazados en las moléculas, o una idea relacionada. El 62.96 % no hizo alusión a dicha relación. Donde el 16.67 % del total de la

muestra lo relacionó con el estado de agregación y el 24.07 % dejó el espacio en blanco o simplemente anotó que no lo sabía.

Pregunta 2: Solamente el 5.55 % explicó que el número de átomos en las moléculas influye en las propiedades de las sustancias. Mientras que el 94.44 % dio diferentes respuestas que no eran buscadas por este cuestionario. La respuesta más común (85.19 % del total) respondió que le podría provocar daños fisiológicos por su carácter ácido o básico, oxidante, etc. Es muy probable que lo anterior se deba a un mal planteamiento de la pregunta, por lo que dicha pregunta no se tomó en cuenta para análisis cuantitativo y se modificó para la secuencia propuesta en el segundo ciclo de acción.

Pregunta 3: El 33.33 % de los estudiantes que conformaron la muestra anotaron que alguna característica de la molécula hace diferentes al  $H_2O$  del  $H_3O$ , no en todos los casos la respuesta es correcta. Entre estas características mencionadas, la más común fue “porque el oxígeno tiene una valencia de  $-2$  y el hidrógeno de  $\pm 1$ ” (estudiante N°28). El 12.96 % de los estudiantes argumentó que era una sustancia diferente al agua, sin embargo ninguno mencionó que podría tener propiedades físicas diferentes a las del agua por el número diferente de átomos. Inclusive 3 estudiantes mencionaron la “estabilidad” y otros 5 escribieron términos como “balanceo”, “equilibrio” refiriéndose a la estabilidad de la molécula.

Pregunta 4: El 16.67 % del total de la muestra argumenta que son diferentes las sustancias formadas por las partículas de “ $O_2$ ”, “ $O_3$ ” y “ $O$ ”; pero solamente el 3.7 % menciona que por ser diferentes compuestos poseen diferentes propiedades; y únicamente el 5.56 % menciona la estabilidad (incluso un estudiante escribe “equilibrado refiriéndose a la estabilidad”). Es muy notorio que el 66.67 % de las respuestas del total de estudiantes muestreados consiste en un conocimiento declarativo, siendo las siguientes expresiones las más frecuentes: “porque el  $O_3$  es ozono” (estudiante N°9), “porque el  $O_2$  es una molécula diatómica”(estudiante N°12), “porque la ciencia lo dice” (estudiante N°60).

Pregunta 5: El 29.62 % de las respuestas se relacionaron con la manipulación de los materiales el “uso”, “producción” y “reacción”; donde una de las palabras más frecuentes en este tipo de respuestas fue el de “creación”. Únicamente el 18.5 % de los estudiantes escribieron una respuesta relacionada a que muchas de las propiedades de las sustancias se deben a la estructura de sus moléculas, y 4 estudiantes solamente hacen alusión a la importancia de conocer la toxicidad de las sustancias. El resto de las respuestas (51.87 %) denotan ambigüedad.

Por las respuestas dadas por el grupo muestra en estas cinco preguntas, se puede observar que la tercera parte del grupo o menos está consciente de la importancia del

acomodo de los átomos que conforman una molécula, por lo tanto la mayoría menosprecian su representación molecular. Y la mayoría no relaciona la estructura molecular con las propiedades macroscópicas de una sustancia.

También es apreciable que el planteamiento de la pregunta 2 dio como resultado respuestas no requeridas y la apertura de las demás preguntas resultó en una variedad de respuestas difíciles de analizar. Por lo anteriormente expuesto, se hicieron las modificaciones a la evaluación diagnóstica descritas en el apartado 2.5. Las respuestas a esta pregunta pueden evidenciar que los estudiantes, por lo general, no hacen uso de explicaciones científicas en su vida cotidiana.

Es importante mencionar que a partir del análisis de estas respuestas se estableció la Tabla 2.6: rúbrica utilizada para el análisis cuantitativo.

En el Anexo 8 se podrán encontrar las respuestas, las frecuencias y porcentajes de cada pregunta. Las casillas en color azul eran las respuestas esperadas para un alumno que tuviese un manejo avanzado de las estructuras de Lewis. Un ejemplo del cuestionario respondido por uno de los estudiantes muestreados se encuentra en el anexo 10.

### 3.2.3 Actividad 2

Como se mencionó en el capítulo anterior, esta secuencia didáctica cuenta con una videograbación, de la cual puedo resumir lo siguiente:

Les tomó aproximadamente 10 minutos leer el documento entregado (anexo 4) para llevar a cabo la actividad.



*Fig. 3.2 Estudiantes desarrollando la actividad 2.1 de la secuencia didáctica propuesta*

1. Fue necesario en plenaria resolver un ejercicio, además del ejemplo que tenía el documento usado (anexo 4), ya que había muchas dudas. En pequeños grupos (de dos o tres estudiantes) empezaron a resolver las cuestiones planteadas.



*Fig. 3.3 Estudiantes desarrollando la actividad 2.2 de la secuencia didáctica propuesta*

En la figura 3.3 se puede apreciar la cooperación entre dos estudiantes para resolver el ejercicio. En la figura 3.1 se mostró un ejemplo de la construcción de modelos por parte de uno de los equipos.

2. Cuando la mayoría de los estudiantes ya habían hallado una respuesta a la mayoría de las preguntas, se les pidió que armaran grupos de 9 personas para llevar a cabo la dinámica descrita en la sección 2.4. Se formaron siete equipos. De igual forma, se les pidió que, por equipo, entregaran una hoja con las respuestas del documento entregado y una propuesta de cómo se asociarían en la dinámica descrita en la sección 2.4. Por cuestiones de tiempo solamente cuatro equipos pudieron llevar a cabo la dinámica con personificación, billetes ficticios, etc. Puedo hacer notar que un factor que contribuyó favorablemente a la realización de esta dinámica es que los estudiantes pertenecientes a este grupo están acostumbrados a trabajar en equipo. También se puede apreciar en la videograbación que el involucramiento de los estudiantes al llevar a cabo la actividad lúdica es mayor.





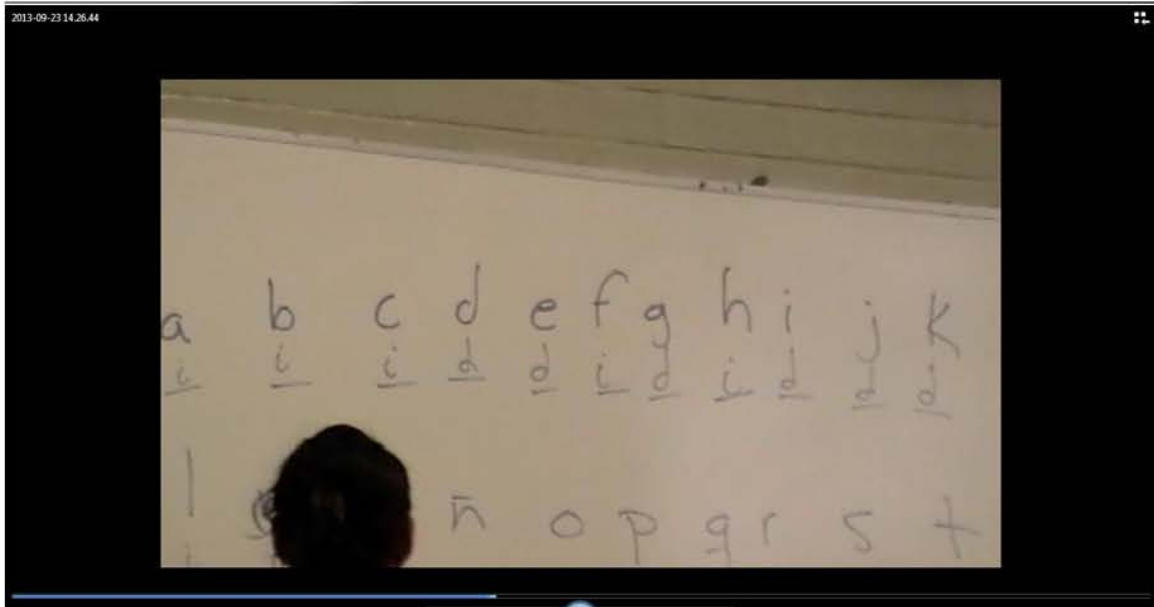
*Fig. 3.4 Estudiantes desarrollando la actividad 2.2 de la secuencia didáctica propuesta*

De los documentos recibidos, resultados de esta dinámica se puede notar que:

- Cinco de los seis equipos llegaron a respuestas correctas.
- Solamente dos equipos anotaron las Representaciones de Lewis en su hoja de respuestas.
- Las preguntas 2 y 4 tienen respuestas de “sí” y “no”, en algunas hojas se pidió que escribieran la explicación de su respuesta.

Por lo anteriormente expuesto, se hicieron las modificaciones en el documento aplicado a esta actividad (anexo 4) en la segunda secuencia propuesta.

Ya que, la atención de algunos estudiantes se encontraba totalmente en la dinámica, fue difícil cambiar a la actividad 3, que requería de atención al frente. Por lo que se tuvo que recurrir a una dinámica propuesta en Dennison & Gali, 2003, la cual consiste en levantar el brazo derecho o izquierdo al mismo tiempo que se pronuncia el alfabeto de acuerdo al esquema del pizarrón (Fig. 3.5).



*Fig. 3.5 Dinámica hecha para centrar la atención de los estudiantes.*



*Fig. 3.6 Estudiantes participando en la dinámica para centrar la atención de los estudiantes.*



### 3.2.4 Actividad 3

En plenaria, con participación y ayuda de los alumnos, se relacionó la dinámica con las Representaciones de Lewis y la CETGN. Por ejemplo:

*Profesor:* “Muchas personas anotaron un código para resolver lo del banco, otras no pero hicieron el ejercicio muy bien. Vamos a ver que código hicieron las personas de ahí. ¿Carlos, con que letra se representaría?”

*Estudiantes:* “Con C”

*La profesora anota la “C” mayúscula*

*Profesor:* “¿Herminia, con que letra se representaría?”

*Estudiantes:* “Con H”

*Profesor:* “¿Los miles de pesos, con que código lo representaron algunos?”

*Estudiantes:* “Con puntitos”

*Profesor:* “Con puntitos. ¿Cuántos miles de pesos tenía Carlos?”

*Estudiantes:* “Cuatro”

*Profesor:* “Y ¿Herminia cuántos miles de pesos tenía?”

*Estudiantes:* “Uno”

*Profesor:* “¿Los contratos como los representaron?”

*Estudiante A:* “Con círculos”

*Profesor:* “Con círculos. Hay algunos que hicieron esto” (*el profesor pinta la unión de dos átomos representados por Lewis con un círculo*) “si, eso sería un contrato, no esta mal. Lo podían representar también por una rayita.....¿Cómo le llamarían a esto en química” (*el profesor señala la representación de Lewis pintadas*)

*Estudiantes:* “Diagrama de Lewis”

*Profesor:* “Sí, o estructura de Lewis. Y ¿qué regla deben de cumplir para tener el préstamo?”

*Estudiante B:* “La regla del octeto”

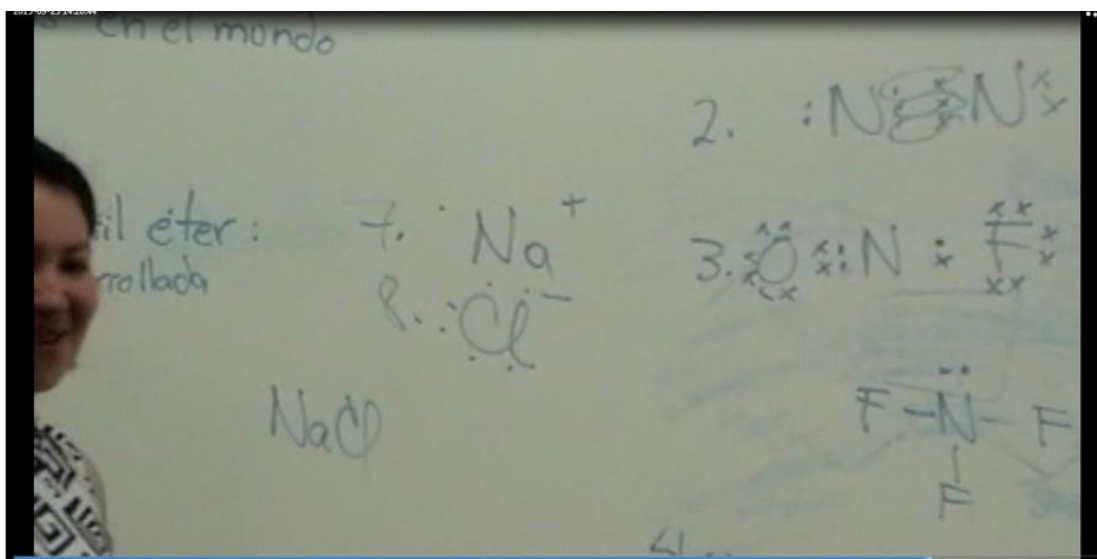


Fig. 3.7 Representaciones de Lewis dibujadas en el pizarrón a partir de la actividad 2.

Además, como se puede apreciar en la figura 3.7, se dedujeron y repasaron conceptos básicos manejados en el curso de química como: “catión”, “anión” y “enlace químico”.

### 3.2.5 Actividad 6

Como se mencionó en el sección 2.5 del presente trabajo, para esta actividad se utilizó la técnica de recopilación de datos “discusión 66”, donde los equipos (de seis personas) discutieron la Actividad 4 (trabajado en casa) y entregaron una hoja de respuestas a las preguntas planteadas en el apartado 2.4 actividad 6. En la siguiente sesión un representante de cada equipo pasó al frente para exponer las conclusiones de su equipo en una de las cuestiones planteadas. Dichas respuestas se pueden encontrar transcritas en el anexo 12 y su análisis se describe a continuación:

#### ¿Por qué crees que son diferentes las propiedades del etanol y del dimetiléter?

Como puede apreciarse en el anexo 12, la mayoría de los equipos hacen alusión a la estructura molecular. Algunos lo hacen de manera muy breve y algunos de manera poco adecuada, pero más adelante estos estudiantes pueden modificar su concepción.

#### ¿En qué estado de agregación, a condiciones normales (1 atmósfera, 25 °C), se encuentran estas dos sustancias?

En las repuestas de esta pregunta, sólo se pudo verificar si la información con la que disponían los equipos era verídica; y si, a partir del punto de ebullición y de fusión de las

sustancias, eran capaces de deducir su estado de agregación a 25 °C. Por lo que el propósito de promover la reflexión con esta pregunta lo considero no logrado.

### **¿Qué aportaciones hizo G. Lewis a la Química?**

Como puede verse en el anexo 12, existen algunos errores en la redacción o podrían ser productos de concepciones alternativas. Evidentemente los equipos “H” e “I” realizaron la actividad 4 de manera incompleta. De manera poco adecuada las respuestas tan cerradas llevan a los muchachos a pensar que: la ciencia se hace de la nada, los científicos son “súper-genios” alejados de su realidad. Por lo que considero que el propósito de esta pregunta no se cumplió. Sin embargo, lo anterior se pudo comentar en plenaria en la siguiente actividad.

### **¿Qué eventos importantes pasaban en el mundo en ese tiempo?**

Al igual que la pregunta anterior, es evidentemente los equipos “H” e “I” realizaron la actividad 4 de manera incompleta. Sin embargo, se esperaba que con o sin la actividad 4 realizada, los estudiantes pudieran contestar esta pregunta.

Analizando las hojas de respuestas entregadas por los alumnos se puede deducir que: dependiendo de los conocimientos previos y el nivel académico del estudiante, éste podrá profundizar en la respuesta.

Un ejemplo de la hoja de respuestas se encuentra en el anexo 13.

### **3.2.6 Actividad 8**

De acuerdo con la tabla 2.4, la aplicación del cuestionario evaluativo (Anexo 6) en la muestra descrita (54 alumnos del grupo 618 de EN %P plantel 6) arrojó los siguientes resultados (ver Anexo 9):

Planteamiento A: El 94.45 % de los estudiantes muestreados estuvo de acuerdo que el propanol y el isopropanol son sustancias diferentes. De lo cual 55.56 % hizo alusión a la diferencia en la estructura molecular de ambas sustancias; el 27.78 % sólo mencionó las propiedades y el 11.11 % no argumentó nada. Solamente 3 estudiantes muestreados no notó la diferencia entre ambas sustancias.

Planteamiento B: A diferencia del 5 % encontrado en la pregunta equivalente (pregunta 4) del cuestionario diagnóstico (ver tabla 2.5), el 20.37 % de la muestra hace referencia a la estabilidad (aunque no utilicen esa palabra). El 42 % acepta que el ion  $\text{Cl}^-$  es más estable que el átomo aislado pero no argumenta esto de manera adecuada o simplemente no lo

hace. 27.8 % de la muestra no respondió y el 9.3 % no reconoció mayor estabilidad en el ion.

Planteamiento C: Solamente el 31.5 % de la muestra estuvo en desacuerdo que la molécula de  $O_3$  es más inestable que el átomo de oxígeno aislado; el 44.44 % considera el átomo de oxígeno aislado es más estable que enlazada con otro átomo igual; y el 24 % prefirió no responder a dicho planteamiento.

Planteamiento D: La mayoría de los estudiantes de la muestra (72.22 %) estuvo de acuerdo que una de las propiedades de la acetona dependen de la estructura de sus moléculas; donde solamente un estudiante lo relacionó con su polaridad, más de la mitad (55.56 %) solamente dio una respuesta declarativa y el 14.81 % no argumentó su respuesta. Casi la cuarta parte de la muestra (24 %) prefirió no responder a este planteamiento.

Planteamiento E: Al igual que en las respuestas del planteamiento anterior, la mayoría de los estudiantes de la muestra (83.3 %) estuvo de acuerdo que la estructura molecular influye en su polaridad. El resto no lo relacionó o prefirió no responder a dicho planteamiento

Considero importante hacer notar que a algunas de las respuestas analizadas les hace falta utilizar y manejar el lenguaje científico ya sea por concepciones alternativas o carencias en el manejo de algunos temas tratados en el curso de Química.

Por las respuestas dadas por el grupo muestra en los planteamientos del cuestionario evaluativo, se puede apreciar que un gran porcentaje del grupo logra relacionar la estructura molecular con las propiedades macroscópicas de una sustancia.

Por lo observado en los resultados de los planteamientos E y D, la mayoría de los estudiantes sí logran relacionar la estructura molecular, polaridad en las moléculas y propiedades macroscópicas de las sustancias; sin embargo no pueden relacionarlo en un planteamiento más abstracto. En el planteamiento D, a pesar que la mayoría pudo relacionar las propiedades químicas con estructura molecular, se esperaba que más estudiantes mencionaran la polaridad de la molécula, sin embargo esto no sucedió. Por lo que la nueva secuencia propuesta incluye un poco más de profundización en polaridad en las moléculas.

El estudio cualitativo (pretest y postest) confirma lo obtenido de los demás datos analizados: no hay una diferencia significativa antes y después de la secuencia en los estudiantes que se encuentran en un nivel medio, superior y alto en el tema de estructuras de Lewis considerado en este trabajo. Sin embargo, hay un avance notorio en aquellos estudiantes que se encontraban en un nivel bajo.

### 3.3 Segundo Ciclo de Acción. Nuestra Propuesta

A continuación se presentan las modificaciones generales hechas a la secuencia didáctica propuesta a partir del análisis del primer ciclo de acción presentado en la sección anterior.

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Modificación</b>
<i>¿Son sólo fórmulas?</i>	<i>Cuestionario diagnóstico individual</i>	<i>Reformulación de preguntas. Anexo 14 Aplicación al inicio del semestre, dos semanas antes de la actividad 2. Aplicación al final de la secuencia, después de la actividad 8.</i>
<i>Dinámica un banco muy especial</i>	<i>Actividad lúdica para introducción del tema Representaciones de Lewis y CETGN.</i>	<i>Modificación al documento. Anexo 15 Modificación a la dinámica.</i>
<i>Cómic/cuestionario "Un banco para superhéroes"</i>	<i>Es un cómic presentado de manera digital en una red social accesible para los estudiantes.</i>	<i>Nuevo. Anexo 16</i>
<i>¿Qué tiene que ver el banco muy especial con la química?</i>	<i>Recuperación de conceptos relacionados con la dinámica y con el tema a ver con la participación de los alumnos</i>	<i>Ninguna</i>
<i>Revelando a un científico</i>	<i>Investigación en casa para realización de carteles sobre los hechos históricos en relación de las aportaciones de G. Lewis y propiedades de dos isómeros</i>	<i>Ninguna</i>
<i>Del banco muy especial a las Representaciones Lewis</i>	<i>Los estudiantes recordarán y aclararán conceptos relacionados con enlace químico y Representaciones de Lewis</i>	<i>Tomar en cuenta la distribución de electrones de valencia en la tabla periódica. También, el profesor puede tener el apoyo de una presentación virtual con imágenes.</i>
<i>¿Las Representaciones de Lewis amenazan mi vida?</i>	<i>Se forman equipos de 6 personas para que, usando su tarea de la ACTIVIDAD 4, inciso b, discutan y comparen las propiedades de los compuestos investigados.</i>	<i>Ampliar la explicación de polaridad en estructura molecular (Quimitube.com, 2015). Preparación de carteles por equipo.</i>
<i>Cierre de Tema</i>	<i>Por equipo expondrán las conclusiones a las que llegaron en sus equipos de trabajo.</i>	<i>ninguna</i>
<i>Cuestionario final</i>	<i>Evaluación</i>	<i>Modificación al documento. (Anexo 14)</i>

**Tabla 2.4** Modificaciones de la secuencia propuesta del primer ciclo de acción

# ***CAPÍTULO IV***

## ***CONCLUSIONES***

## CONCLUSIONES

De acuerdo con lo expuesto en el planteamiento del problema, comprender las ciencias y la tecnología influye de manera significativa en la vida personal, social, profesional y cultural de todas las personas. Por lo que, para la propuesta aquí descrita se aborda un tema considerado relevante en la enseñanza de la Química (Gillespie, 1992) (Logan, 2001), como se hizo mención al inicio del presente trabajo.

Considerando las tablas 2.5 y 2.6 del capítulo 2, las cuáles se utilizaron para evaluar los resultados de la secuencia didáctica, nos es posible afirmar del todo que se cumplieron los objetivos del presente trabajo: se diseñó una secuencia didáctica para la enseñanza de las Representaciones de Lewis, incorporando actividad lúdica, para que los estudiantes puedan reconocer:

- *Que es la carencia de electrones de los átomos aislados la que provoca la formación de los enlaces químicos.*
- *Que la formación de enlaces le da estabilidad a cada átomo en las partículas puesto que así adquieren una CETGN.*
- *Que las propiedades macroscópicas de las sustancias dependen de cómo estén enlazados los átomos en las partículas que las integran.*

Como se indicó en la metodología, este trabajo incluye un estudio del tipo preexperimental de prueba y postprueba, con una muestra de conveniencia, no probabilística; por lo que los resultados no se pueden generalizar. Pero, este trabajo puede aportar datos para investigaciones futuras. Dicha muestra se conformó de un grupo de estudiantes de sexto semestre de la ENP de desempeño académico heterogéneo (alto, medio y bajo).

En las gráficas de cajas y polígonos (gráficas 3.3 y 3.4) donde se compararon ambas pruebas no se aprecia diferencia en los niveles medio, alto y superior; sin embargo, es notorio el avance en el tema de los estudiantes que se encontraban en un nivel bajo de comprensión. Por lo que se puede inferir que la secuencia tuvo mayor impacto (en los objetivos antes mencionados) en aquellos estudiantes que se ubicaron en un nivel bajo en el pretest para el uso, el manejo y la interpretación de estructuras de Lewis.

El estudio cualitativo confirma lo obtenido en el análisis anterior: existe un avance notorio (en los objetivos antes mencionados) en aquellos estudiantes que se encontraban en un nivel bajo. Lo cual corrobora la teoría de Vigotsky (Teoría de Desarrollo Próximo): “la

distancia en el nivel real de desarrollo está determinada por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial está determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz” (Vigotsky, 1988, p.133)

En coincidencia con lo que sugiere Anderson y con la teoría planteada por Vigotsky (mencionadas en el primer capítulo de este trabajo): el aprendizaje se da en etapas pero es no-lineal, recursivo y se da en un proceso largo. La secuencia que se propone puede constituir una etapa en dicho aprendizaje.

Por lo que, dado los resultados y lo planteado, la secuencia propuesta es ideal para formar parte de Química General del nivel básico y medio superior. Como se comprobó al inicio del capítulo 3, existe gran posibilidad que, al inicio del curso o en el año inicial de bachillerato, la mayoría de los estudiantes no relacionen esta dinámica (“Un banco muy especial”) con Representaciones de Lewis y Regla del Octeto (CETGN).

Como se describió en el capítulo I, de la propuesta de modelización para el diseño de la secuencia didáctica descrita en este trabajo, nos hemos centrado en la reflexión sobre el hecho de que los contenidos no pueden ser conjuntos de conceptos aislados, sino “constructos explicativos” que se pueden utilizar para comprender gran variedad de fenómenos. De tal manera que, a diferencia de libros de textos usados en el nivel medio superior (Mosqueira, 2003) (D.M. & J.L., 2003) (Rodríguez & Carmona, 2009) y algunos trabajos propuestos en didáctica (Cooper), no se pretende que, una vez aprendido por separado, el estudiante pueda utilizar el tema de “Representaciones de Lewis” de manera experta.

Esta secuencia es una propuesta para introducir al estudiante de química de nivel básico al tema de “Estructura de Lewis”. Pero pensamos rotundamente, basados en la evidencia recolectada en este y otros trabajos mencionados (Cooper, 2012) que este tema, al ser considerado un tema fundamental en la enseñanza de la química se debe de trabajar a lo largo de los cursos introductorios de la Química (Química I a Química IV) de tal manera que el estudiante pueda reconocer y manejar este lenguaje para que a nivel superior verdaderamente sea capaz de modelar y construir estructuras complejas necesarias en química, así como aplicar sus conocimientos para utilizar este modelo de manera adecuada.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado proponemos abordar este tema como parte del curso introductorio de Química por las siguientes razones:



- ~ El código de las Representaciones de Lewis es muy simple<sup>14</sup>.
- ~ Una vez que los alumnos aprenden a interpretar dicho código, es muy fácil representar las pequeñas partículas de tamaño nanoscópico. Es decir, las Representaciones de Lewis permiten ver lo invisible y hacer concreto lo abstracto. (Sosa, 2007)
- ~ Además que, como ya se ha mencionado, este es concepto base, es decir es uno de los cimientos sobre los que descansan otros conceptos, más elevados, de la química.
- ~ Así mismo, como ya se señaló en el apartado 1.3, muchos de los propósitos planteados en el programa de estudios de la asignatura de Química I son tomados en cuenta en el desarrollo de la secuencia propuesta.

Dado que la muestra de estudio con la que se trabajó no se ubica en el curso de Química I y el seguimiento a esta propuesta requiere de un estudio más profundo se propone dicha propuesta para futuras investigaciones.

Las evidencias que se obtienen a partir de estudios como el hecho en el presente trabajo o el consultado en referencias como el trabajo de Cooper y colaboradores, nos proporcionan herramientas a los docentes para el diseño de secuencias didácticas más efectivas para el aprendizaje de los estudiantes. Es por eso que consideramos que este trabajo y la secuencia propuesta en el último capítulo serán de utilidad para mejorar la enseñanza de las Representaciones de Lewis.

---

<sup>14</sup> *Los símbolos químicos representan a los núcleos (positivos), las rayas a un par de electrones entre dos núcleos y cada puntito a un electrón atraído por un solo núcleo. (Ver apartado 1.1.2)*

## REFERENCIAS

- A., Ocampo. (2004). *Fundamentos de Química 1*. México: *Publicaciones Cultural*.
- Aguirre, C. (noviembre-diciembre de 2003). *Balance crítico del SXX histórico, ¿Breve, largo o muy largo siglo XX?* *Historia Agenda*(3).
- Alvarado, C. (2012). *Secuencias de enseñanza-aprendizaje sobre la acidez y basicidad a partir del Conocimiento Didáctico del Contenido de profesores de bachillerato con experiencia docente*. Tesis Doctoral, 145 - 180. Extremadura, España: *Universidad de Extremadura*.
- Anderson, C. W. (1997). *La enseñanza estratégica de las ciencias*. En B. Fly Jones, *Estrategias para enseñar a aprender (segunda ed., págs. 109-132)*. España: *Aique*.
- Andres, & Antón. (2003). *Química*. México: *Editex*.
- Andres, D., & J.L., A. (2003). *Química*. México D.F.: *Editex*.
- Bell, P., Adkins, A., & Gamble, R. (2009). *Enthalpy Costs of Making and Breaking Bonds: A Game of Generating Molecules with Proper Lewis Structures*. *Journal of Chemical Education*, 450 -453.
- Brady, J., & Milbury, J. (1990). *Lewis Structure Skills: Taxonomy and Difficulty Levels*. *Journal of Chemical Education*, 491 - 493.
- cch.unam.mx. (5 de febrero de 2015). Obtenido de:  
[http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan\\_estudio/mapa\\_quimica.pdf](http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_quimica.pdf)
- Chamizo, J. A. (2013). *De la paradoja a la metáfora*. México: *siglo veintiuno editores*.
- Contreras, O. (8 de noviembre de 2014). Obtenido de:  
[posgrado.unam.mx/madems/materias/psicopedagogiadelenseñanza:](http://posgrado.unam.mx/madems/materias/psicopedagogiadelenseñanza/)
- Cooper, M., & Grove, N. (2009). *OrganicPad: an interactive freehand drawing application for drawing Lewis structures and the development of skills in organic chemistry*. *Chemistry Education Research and Practice*, 296-302.
- Cooper, M., Nathaniel, G., & Sonia, U. (2010). *Lost in Lewis Structures: An investigation of Student Difficulties In Developing Representational Competence*. *Journal of Chemical Education*, 869 - 874.
- Cooper, M., Underwood, S., & Caleb, H. (2012). *Development and validation of the implicit information from Lewis structures instrument (IILSI): do students connect structures with properties*. *Chemical Education Res. Pract.*, 195 - 200.
- Couso, D. (2011). *Las Secuencias Didácticas en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias: Modelos para su Diseño y Validación*. En A. (. Caamaño, *Didáctica de la Física y la Química (págs. 57 - 83)*. España: *Grao*.
- Cruz, D., Chamizo, J. A., & Garritz, A. (1986). *Estructura Atómica, un enfoque químico*. México: *Fondo Educativo Interamericano*.
- curriculobasica.sep.gob.mx. (5 de febrero de 2015). Obtenido de  
[http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/PDF/secundaria/ciencias/QUIMICA/DOCUMENTOS/PROGCIENCIAS3QUIM\\_2013.pdf](http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/PDF/secundaria/ciencias/QUIMICA/DOCUMENTOS/PROGCIENCIAS3QUIM_2013.pdf)

- de Lara, E., & Ballesteros, B. (2007). *Métodos de Investigación en educación social*. En E. de Lara, & B. Ballesteros, *Métodos de Investigación en educación social* (págs. 107-111, 269-272, 373-377). España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Dennison, P., & Gali, D. (2003). *Aprende mejor con gimnasia para el cerebro*. Ventura, California: Pax.
- DGENP Dirección General de la Escuela Nacional Preparatorio. (s.f.). *Recuperado en enero de 2016, de <http://dgenp.unam.mx/acercaenp/index.html>*
- DGENP. *Obtenido de sitio web Dirección General de Escuela Nacional Preparatoria en julio del 2015: <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/sexta/1622.pdf>*. dgenp.unam.mx. (5 de febrero de 2015). *Obtenido de: <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/>*
- Flores Jasso, Y. (2009). *Fundamentos de Química Orgánica*. En Y. Flores Jasso, *Química IV Area I*. México: ENP.
- Frida, D. B. (2006). *Enseñanza Situada: vínculo entre la escuela y la vida*. Mc Graw Hill.
- García Franco, A., & Garritz Ruiz, A. (2006). *Desarrollo de una Unidad Didáctica: El Estudio del Enlace Químico en el Bachillerato*. *Enseñanza de las Ciencias*, 111 -124.
- Gillespie. (1992). *The Great Ideas of Chemistry*. *Journal of Chemical Education*, 74, 862-864.
- Gillespie, & Robinson. (2006). *Gilbert n. Lewis and the chemical bond: the electron Pair and the octet rule from 1916 to the present day*. *Journal of Computational Chemistry*, 28(1), 87-97.
- González, D. (2003). *La motivación: varita mágica de la enseñanza y educación*. *Revista Magisterio. Educación y Pedagogía*, 46 - 49.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Huerta, M. (2008). *El equilibrio químico. Una investigación en el aula*. xico D.F.
- IUPAC goldbook. (julio de 2014). *Obtenido de <http://goldbook.iupac.org/>*
- Johnson B., C. L. (2012). *Educational Research Quantitative, Qualitative and Mixed Approaches*. USA: SAGE.
- Justi, R. (2011). *Las concepciones de modelo de los alumnos, la construcción de modelos y el aprendizaje de las ciencias*. En Caamaño A., *Didáctica de la Física y la Química* (págs. 85-103). España: GRAO.
- Kerr, S., & Runquist, O. (2005). *Are we serious about Preparing Chemists for the 21st Century Workplace or Are We Just Teaching Chemistry?* *Journal of Chemical Education*, 231-233.
- Kind, V. (2004). *Ideas de los estudiantes sobre el enlace químico*. En V. Kind, *Más allá de las apariencias* (págs. 117, 118). Ciudad de México: Santillana.
- L., P. (1992). *The nature of chemical bond*. *Journal of Chemical Education*, 6, 519 - 521.
- Langmuir, I. (1919). *Journal of American Chemical Society*, 868-934.
- Lewis, G. N. (1916). *The Atom and the Molecule*. *Journal of American Society*, 762-785.
- Logan, S. (2001). *The Role of Lewis Structures in Teaching Covalent Bonding*. *Journal of Chemical Education*, Vol 78 No11.
- M., d. P. (1999). *Concepciones de los alu,nos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal*. *Problemas de aprendizaje*. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 227 - 243.

- Mc Kernan, J. (2001). *Investigación-acción y currículum*. En J. Mc Kernan, *Investigación-acción y currículum: métodos y recursos para profesionales* (págs. 48-50, 77-146). Madrid: Ed. Morata.
- Mosqueira, M. &. (2003). *Química: Conceptos y Problemas*. México D.F.: IIMUSA.
- Myers, S. (2003). *The Molecular Model Game*. *Journal of Chemical Education*, 423 - 424.
- OECD. (abril de 2014). *Obtenido de PISA: <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-mexico-ESP.pdf>*
- OIE. (julio de 2014). *Obtenido de <http://www.oei.es/quipu/mexico/mex04.pdf>*
- OIE. (julio de 2014). *Obtenido de Oficina Internacional de Educación: [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/Publications/WDE/2010/pdf-versions/Mexico.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/WDE/2010/pdf-versions/Mexico.pdf)*
- Palacino, F. (2007). *Competencias comunicativas, aprendizaje y enseñanza de las Ciencias Naturales: un enfoque lúdico*. *Revista electrónica de la enseñanza de las ciencias*, 6(2), 275-298.
- Palacino, F. (2007). *Competencias comunicativas, aprendizaje y enseñanza de las Ciencias Naturales; un enfoque lúdico*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Naturales; un enfoque lúdico*, 275 - 286.
- Phet Interactive Simulations. (mayo de 2014). *Obtenido de Boulder, University of Colorado: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/reversible-reactions>*
- Pozo, J. I. (2006). *Teorías Cognitivas del Aprendizaje* (novena ed.). Morata.
- Pozo, J. I., & Gómez, G. (2001). *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid: Morata.
- Quimitube.com. (junio de 2015). *Obtenido de <http://www.quimitube.com/videos/enlace-quimico-ejercicio-43-puntos-de-ebullicion-del-etano-dimetileter-y-etanol/>*
- Recio del Bosque, F. (2001). *Enlaces químicos*. En F. Recio del Bosque, *Química Inorgánica* (págs. 97 - 111). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Rincón, L. (agosto de 2014). *saber.ula.ve: Repositorio Institucional de la Universidad de los Andes. Obtenido de: [http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16740/1/enlace\\_quimico.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16740/1/enlace_quimico.pdf)*
- Roberto Hernandez Sampieri, C. F. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Rodríguez, O., & Carmona, C. (2009). *La Química en tus manos II. Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías*. México D.F.: UNAM.
- Rodríguez, O., Carmona, C., & Gutierrez, A. (2009). *Fundamentos de Química Orgánica*. En O. Rodríguez, C. Carmona, & A. Gutierrez, *La Química en tus manos II* (págs. 114 - 12). México D.F.: UNAM, PAPIME.
- Rosas, M., & González, E. (2004). *Gilbert Newton Lewis*. *Educación Química*, 15(1), 82 - 83.
- Sanmartí, N. (2000). *El Diseño de Unidades Didácticas*. En F. Perales, & P. Cañal de León, *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (págs. 239 - 266). Barcelona, España: Marfil.
- SEMS. (julio de 2014). *Obtenido de Subsecretaría de Educación Media Superior: [http://www.sems.gob.mx/en\\_mx/sems/ems\\_sistema\\_educativo\\_nacional](http://www.sems.gob.mx/en_mx/sems/ems_sistema_educativo_nacional)*
- SEMS. (junio de 2014). *sems.gob.mx. Obtenido de: [http://www.sems.gob.mx/en\\_mx/sems/resultados\\_prueba\\_pisa](http://www.sems.gob.mx/en_mx/sems/resultados_prueba_pisa)*

SEP. (julio de 2014). Secretaria de Educación Pública. *Obtenido de Portal de Educación básica:*  
<http://basica.sep.gob.mx/reformaintegral/sitio/pdf/secundaria/plan/CienciasSec11.pdf>

Sosa, P. (2004). *Un banco muy especial*. Educación Química, 15(3), 112.

Sosa, P. J. (2007). *Conceptos base de la Quiímica*. D.F: UNAM CCH.

University of Colorado Boulder. (mayo de 2014). *Obtenido de Phet Interactive simulations:*  
<https://phet.colorado.edu/es/simulation/reversible-reactions>

Valcárcel Pérez, M., & Sánchez Blanco, G. (1993). *Diseño de Unidades Didácticas en el Área de Ciencias Experimentales*. Enseñanza de las Ciencias, 33 - 44.

Vigotsky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Grijalbo.

# ***ANEXOS***

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b> Concepciones sobre el proceso de enseñanza aprendizaje.....	<b>80</b>
<b>ANEXO 2.</b> Evaluación diagnóstica.....	<b>81</b>
<b>ANEXO 3.</b> “Un banco muy especial” .....	<b>82</b>
<b>ANEXO 4.</b> “Un banco muy especial” adaptado para actividad 2.....	<b>84</b>
<b>ANEXO 5.</b> Consideraciones sobre el enlace químico .....	<b>86</b>
<b>ANEXO 6.</b> Ejercicio Evaluativo.....	<b>87</b>
<b>ANEXO 7.</b> Puntajes del Pretest y Postest .....	<b>89</b>
<b>ANEXO 8.</b> Resultados de Actividad 1 .....	<b>91</b>
<b>ANEXO 9.</b> Resultados de Actividad 8 .....	<b>93</b>
<b>ANEXO 10.</b> Ejemplo de evaluación diagnóstico (estudiante #5).....	<b>95</b>
<b>ANEXO 11.</b> Ejemplo de ejercicio evaluativo (estudiante #6).....	<b>96</b>
<b>ANEXO 12.</b> Respuestas obtenidas de la Actividad 6 (Transcripción) .....	<b>97</b>
<b>ANEXO 13.</b> Ejemplo de hoja de respuestas equipo A, Actividad 7.....	<b>100</b>
<b>ANEXO 14.</b> Cuestionario diagnóstico modificado para el segundo ciclo de acción.....	<b>101</b>
<b>ANEXO 15.</b> Documento para Actividad 2 modificado para el segundo ciclo de acción.....	<b>102</b>
<b>ANEXO 16.</b> Comic para introducción a Representaciones de Lewis.....	<b>104</b>

**ANEXO 1.**

Concepciones sobre el proceso de enseñanza aprendizaje. Tomado de Valcárcel Pérez & Sánchez Blanco, 1993, pp 40.

<b>Concepción</b>	<b>TRANSFERENCIA</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>
<i>Papel del profesor</i>	Transmitir conocimientos	Facilitar situaciones que ayuden al alumno a construir significados
<i>Papel del alumno</i>	Asimilar pasivamente la información	Construir activamente los significados
<i>Mente del alumno</i>	Vacías o con ideas fácilmente reemplazables	Ideas fuertemente acomodadas basadas en su experiencia
<i>Dependencia del aprendizaje</i>	Situaciones externas (profesor, clase, libros, experimentos...)	Situaciones externas y experiencias e ideas previas de los alumnos.
<i>Aprendizaje</i>	Rellenar un recipiente vacío	Modificar, sustituir o ampliar ideas/conceptos existentes
<i>Conocimiento</i>	Algo que existe “fuera”, independientemente de quien lo conoce	Algo que debe de ser construido por cada individuo
<i>Evaluación</i>	El profesor controla el proceso	Profesor y alumno controlan el proceso
<i>Recursos y Actividades</i>	Exposiciones del profesor, lecturas de textos, audiovisuales, experiencias de laboratorio, resolución de problemas, cuestiones, trabajo individual	



## ANEXO 2

### EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA Química IV área I

NOMBRE \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

Responde de manera correcta las siguientes preguntas:

- La fórmula condensada del etanol es  $C_2H_6O$ , y del dimetiléter también es  $C_2H_6O$ . Explica cuál es la diferencia entre estos dos compuestos.
  
- ¿Por qué no debes beber un líquido cuya fórmula sea  $H_2O_2$ ?
  
- ¿Por qué la fórmula del agua es  $H_2O$  y no  $H_3O$ ?
  
- ¿Por qué el oxígeno que respiras se representa como " $O_2$ "? ¿Por qué no se representa como " $O_3$ " o como " $O$ "?
  
- ¿Para qué nos serviría conocer cómo están formados los materiales?

Un juego que, al final de cuentas, tiene que ver con la química. ¿O NO?

## Un banco muy especial

Plinio Sosa Fernández\*

Para este banco los únicos sujetos de crédito son aquellos que demuestren tener exclusivamente 8,000 pesos.<sup>(1)</sup> Ni más ni menos. Para ajustar esta cantidad, se vale establecer contratos por 2,000 pesos entre dos diferentes personas. Es decir que si dos personas quieren compartir 4,000 pesos, tienen que establecer dos contratos. Se vale pedir prestado (no es necesario especificar la fuente del préstamo). Se vale también deshacerse de dinero (tampoco se requiere explicar cómo ni a quién).

Algunos posibles clientes, junto con el capital del que disponen, son:

Norberto	\$ 5,000.00	Concha	\$ 4,000.00
Carmen	\$ 4,000.00	Hércules	\$ 1,000.00
Orlando	\$ 6,000.00	Felipe	\$ 7,000.00
Clara	\$ 7,000.00	Fabian	\$ 7,000.00
Herminia	\$ 1,000.00	Arcelia	\$ 8,000.00
Susana	\$ 6,000.00	Nabor	\$ 9,000.00
Pedro	\$ 5,000.00	Homero	\$ 1,000.00
Orestes	\$ 6,000.00	Fabiola	\$ 7,000.00
Clotilde	\$ 7,000.00	Krispin	\$ 8,000.00
Héctor	\$ 1,000.00	Norma	\$ 5,000.00
Francisco	\$ 7,000.00	Beto	\$ 3,000.00

Por ejemplo, para que Norberto, Clotilde y Orestes puedan demostrar la tenencia exacta de 8 mil pesos y, por lo tanto, ser sujetos de crédito en este excéntrico banco, se tienen que asociar del siguiente modo:

Norberto y Clotilde establecen un contrato, en el que cada quien aporta mil pesos (es decir comparten 2 mil pesos). Por otro lado, Norberto establece dos

contratos con Orestes y comparte con él 4 mil pesos (cada quien aporta 2 mil pesos). Ahora los tres pueden demostrar 8 mil pesos. Cuando el Magnate Horacio le exija la comprobación de sus 8 mil pesos a Orestes, este podrá mostrar 4 mil pesos en su cuenta personal y 4 mil pesos compartidos con Norberto a través de dos contratos. A Clotilde no le será difícil enseñar los 6 mil pesos que constan en su cuenta personal junto con los 2 mil que comparte con Norberto. Finalmente, el excéntrico Horacio se verá obligado a prestarle también a Norberto, puesto que a éste le quedan 2 mil pesos en su cuenta personal, comparte 2 mil con Clotilde y 4 mil (en dos contratos) con Norberto.

### Ejercicios

- Después de ver el ejemplo anterior, tu tarea consiste en pensar en otras posibles combinaciones que permitan ser sujetos de crédito a estos desesperados clientes.

Si te molestan ejercicios tan generales como el anterior, intenta antes resolver algunas (o todas si prefieres) de las siguientes preguntas dirigidas:

- ¿Con quien o quienes tendría que asociarse Carmen para poder ser sujeto de crédito?
- ¿Pueden Norma y Norberto ser sujetos de crédito sin asociarse con nadie más?
- ¿Puede Concha asociarse solo con Orlando?
- ¿Pueden asociarse Concha, Orlando y Orestes para ser sujetos de crédito?
- ¿Que tienen que hacer Carmen y Norma para ser sujetos de crédito ellas solitas?
- ¿Que tienen que hacer Norma y Orestes para ser sujetos de crédito ellos dos solitos?
- ¿Que tendría que hacer Nabor para ser sujeto de crédito sin tener que asociarse con nadie más? ¿Y Clotilde?
- ¿Pueden asociarse Carmen, Concha, Herminia, Homero, Héctor y Hércules?
- ¿Pueden asociarse Carmen, Concha, Francisco y Fabiola?

### Material suplementario

1. La idea central es que la necesidad de compartir proviene de la escasez de recursos. Por ejemplo, ni

\* Facultad de Química, UNAM, Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.

<sup>(1)</sup> El dueño del banco se llama Horacio. Por eso, a todos aquellos cuyo nombre empiece con H les presta con solo demostrar 2,000 pesos.

Clara ni Clotilde poseen el capital suficiente para ser sujetos de crédito por sí solas, pero si establecen un contrato de 2 mil pesos, ambas pueden comprobar los 8 mil que se necesitan.

2. Por supuesto que, en la medida que los clientes involucrados poseen menos dinero y dado que el monto por el que se puede establecer un contrato es exclusivamente de 2 mil pesos, entonces se requiere establecer un mayor número de contratos. Así, para que Norberto y Norma puedan ser ambos sujetos de crédito tienen que establecer tres contratos haciendo lo cual, cada uno, tendría 6 mil pesos compartidos (mediante tres contratos) y 2 mil pesos en su cuenta personal.

3. En caso de que Norberto quisiera asociarse con Felipe, tendría además que buscar otros clientes para establecer otros dos contratos puesto que a Felipe le basta un solo contrato para justificar sus 8 mil pesos. Una posibilidad sería que Norberto se asociara además con Francisco y Fabián, estableciendo con cada uno, un solo contrato. Al final, Norberto podría demostrar sus 8 mil pesos, mostrando un contrato con Francisco, otro con Fabián y otro con Felipe (para juntar 6 mil pesos) más 2 mil que permanecerían en su cuenta personal.

4. Otro caso interesante sería el de Carmen y Orestes, una con 4 mil pesos y el otro con 6 mil pesos. La única manera de alcanzar el requisito sería establecer tres contratos, de tal modo que al final ambos tuvieran 6 mil pesos compartidos y 2 mil en la bolsa. Sin embargo, para que eso ocurra, Orestes tendría que acceder a que en uno de los contratos, él aportara los 2 mil pesos y Carmen únicamente el nombre. A pesar de que aparentemente Orestes sale perdiendo mil pesos y Carmen ganando mil, la verdad es que a ambos les conviene, puesto que es la única manera de ser, los dos, sujetos de crédito.

5. Si la combinación fuera Carmen y Norberto, con 4 mil y 5 mil pesos respectivamente, harían falta mil pesos para estar en la situación de (4). Si Carmen y Norberto lo consiguen (robándolo, pidiéndolo prestado, como fuera) podrían ajustarse al extraño requisito.

6. Para Norberto y Orestes, 5 mil y 6 mil pesos, ahora les sobra capital y como el requisito es tener

exactamente 8 mil pesos, la única posibilidad es deshacerse, como se pueda, de esos molestos mil pesos sobrantes. Perder mil pesos ante la posibilidad de que el banco preste una cantidad considerable es, definitivamente, un buen negocio.

7. Nótese que Nabor tiene que deshacerse de mil pesos para ser sujeto de crédito.

8. Por el contrario, Clotilde para lograr ser sujeto de crédito tendría que conseguir mil pesos.

Las iniciales de los nombres de los clientes coinciden con los símbolos químicos de algunos elementos mientras que los miles de pesos que conforman el patrimonio de los clientes coincide con el número de electrones de valencia de los elementos correspondientes. Si además representáramos los contratos con rayitas, los miles de pesos sin compartir por puntitos, el dinero que se pide prestado por un signo negativo y del que se deshace por un signo positivo, los casos 1-8 se podrían representar así:

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 1. Cl-Cl            | 5. :C=N:           |
| 2. :N=N:            | 6. :N=O:           |
| 3. :NF <sub>3</sub> | 7. Na <sup>+</sup> |
| 4. :C=O:            | 8. Cl <sup>-</sup> |

Con este esquema, se pueden discutir no solo la covalencia y la estructura de Lewis, sino conceptos, sutiles pero importantísimos, como carga formal, enlaces sencillos y múltiples, aniones y cationes, radicales libres, capas llenas, deficiencia en electrones, etcétera.

Además al hacerlo se descubren, en forma natural, las reglas del juego de la química. Por ejemplo, el Cl<sup>-</sup> es más estable que el átomo de cloro, Cl, porque el primero sí tiene capa llena mientras que el segundo, no. Las propiedades reductoras del monóxido de nitrógeno, NO, son fáciles de entender cuando nos percatamos de que *le sobra un electrón*.

Además que el alumno descubre que, con estas pocas reglas, se puede formar un sinfín de combinaciones. Se podría hacer, supongo, una combinación que involucrara a todos los clientes. Sería el caso de un compuesto complicado que formara una gran cadena, quizá.

En vez de un ejercicio como este, el tema se puede enseñar a través —únicamente— del discurso pero... ¡quién sabe si el alumno lo aprenda!

## ANEXO 4

Instrucciones: Lee cuidadosamente el siguiente texto extraído del artículo “Un Banco muy especial” escrito por el Dr. Plinio Sosa y resuelve los ejercicios propuestos al final.

### UN BANCO MUY ESPECIAL

Para este banco los únicos sujetos de crédito son aquellos que demuestren tener exclusivamente \$8,000<sup>1</sup>. Ni más ni menos. Para ajustar esta cantidad, se vale establecer contratos por \$2,000 entre dos diferentes personas. Es decir que si dos personas quieren compartir \$4,000, tienen que establecer dos contratos. Se vale pedir prestado (no es necesario especificar la fuente del préstamo). Se vale también deshacerse de dinero (tampoco se requiere explicar cómo ni a quién). Solo es necesario declarar el dinero extra o faltante.

Algunos posibles clientes, junto con el capital del que disponen, son:

Norberto	\$ 5,000.00	Concha	\$ 4,000.00
Carmen	\$ 4,000.00	Hércules	\$ 1,000.00
Orlando	\$ 6,000.00	Felipe	\$ 7,000.00
Clara	\$ 7,000.00	Fabián	\$ 7,000.00
Herminia	\$ 1,000.00	Arcelia	\$ 8,000.00
Susana	\$ 6,000.00	Nabor	\$ 9,000.00
Pedro	\$ 5,000.00	Homero	\$ 1,000.00
Orestes	\$ 6,000.00	Fabiola	\$ 7,000.00
Clotilde	\$ 7,000.00	Krispín	\$ 8,000.00
Héctor	\$ 1,000.00	Norma	\$ 5,000.00
Francisco	\$ 7,000.00	Beto	\$ 3,000.00

Por ejemplo, para que Norberto, Clotilde y Orestes puedan demostrar la tenencia exacta de 8 mil pesos y, por lo tanto, ser sujetos de crédito en este excéntrico banco, se tienen que asociar del siguiente modo:

Norberto y Clotilde establecen un contrato, en el que cada quien aporta mil pesos (es decir comparten 2 mil pesos). Por otro lado, Norberto establece dos contratos con Orestes y comparte con él 4 mil pesos (cada quien aporta 2 mil pesos). Ahora los tres pueden demostrar 8 mil pesos. Cuando el Magnate Horacio le exija la comprobación de sus 8 mil pesos a Orestes, éste podrá mostrar 4 mil pesos en su cuenta personal y 4 mil pesos compartidos con Norberto a través de dos contratos. A Clotilde no le será difícil enseñar los 6 mil pesos que constan en su cuenta personal junto con los 2 mil que comparte con Norberto. Finalmente, el excéntrico Horacio se verá obligado a prestarle también a Norberto, puesto que éste le quedan 2 mil pesos en su cuenta persona, comparte 2 mil con Clotilde y 4 mil (en dos contratos) con Norberto.

Después de ver el ejemplo anterior, tu tarea consiste en pensar en otras posibles combinaciones que permitan ser sujetos de crédito a estos desesperados clientes, intenta resolver las siguientes preguntas:

¿Con quién o quienes tendría que asociarse Carmen para ser sujeto de crédito?

¿Pueden Norma y Norberto ser sujetos de crédito sin asociarse con nadie más?

En el caso que Norberto quiera asociarse con Felipe ¿Un contrato entre ellos bastaría para que ambos fueran sujetos a crédito? Si no es el caso, ¿Qué tendrían que hacer?

¿Pueden asociarse Concha, Orlando y Orestes para ser sujetos de crédito?

¿Qué tienen que hacer Carmen y Norma para ser sujetos de crédito ellas solitas?

¿Qué tienen que hacer Norberto y Orestes para ser sujetos de crédito ellos dos solitos?

¿Qué tendría que hacer Nabor para ser sujeto de crédito sin tener que asociarse con nadie más?

¿Y Clotilde?

¿Pueden asociarse Carmen, Concha, Herminia, Homero, Héctor y Hércules?

Bien, si ya lograste hacer los ejercicios, repártanse los personajes, permitan que la profesora sea la banquera y... ¡pónganse a jugar al banco!

<sup>1</sup> El dueño del banco se llama Horacio. Por eso, a todos aquellos cuyo nombre empiece con H, les presta con sólo demostrar 2,000 pesos

## ANEXO 5

### CONSIDERACIONES SOBRE EL ENLACE QUÍMICO

- Los átomos, en su gran mayoría, se encuentran unidos con otros átomos del mismo o de diferente tipo formando las moléculas y los iones de las sustancias.
- Las fuerzas que mantienen unidos a los átomos para formar iones y moléculas reciben el nombre de enlace químico. Estas fuerzas son de carácter eléctrico y en ellas intervienen los electrones periféricos de los átomos, llamados electrones de valencia.
- Los enlaces entre átomos no son objetos concretos sino que una representación del resultado de la interacción eléctrica entre las partes positivas (los núcleos) y las negativas (los electrones).
- La formación de enlaces entre átomos es debida a la necesidad de adquirir una estabilidad electrónica (dos u ocho electrones alrededor de cada núcleo).
- No necesariamente todos los átomos de una partícula deben adquirir una Configuración Electrónica Tipo Gas Noble. En la naturaleza, llegan a existir algunas moléculas y algunos iones en los que uno de los átomos no tiene 2, 8 o 18 electrones a su alrededor. Si le faltan se dice que es “deficiente en electrones” y si le sobran se dice que “expandió el octeto”.
- Las estructuras de Lewis solamente son representaciones, donde las letras representan los distintos núcleos y sus electrones internos; cada raya representa dos electrones interactuando eléctricamente con dos núcleos; y cada punto a un electrón interactuando con un solo núcleo.
- Las estructuras de Lewis es un código acordado de manera internacional para representar partículas químicas polinucleares como las moléculas y los iones poliatómicos, etc.
- Una molécula puede ser polar o no, según la distribución de los electrones en los enlaces<sup>15</sup> y la forma de la partícula<sup>16</sup>.
- La polaridad (o no polaridad) las partículas también sirve para explicar alguna propiedades físicas de las sustancias.

### REFERENCIAS

- Ocampo G. A., Fundamentos de Química 1, Publicaciones Cultural, México 2004.  
Recio F. Química Inorgánica, segunda edición, Ed. McGrawHill, México 2001.  
Sosa P., Conceptos bases de la Química. Libro de apoyo para bachillerato., CCH, México 2007.

<sup>15</sup> *Si los electrones son atraídos por igual por los dos átomos enlazados no se forman polos eléctricos pero si uno atrae más a los electrones que el otro, se van a formar un polo ligeramente positivo y otro ligeramente negativo.*

<sup>16</sup> *Llamada generalmente geometría molecular.*

## ANEXO 6

### EJERCICIO EVALUATIVO

### Química IV área I

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ número de lista \_\_\_\_\_

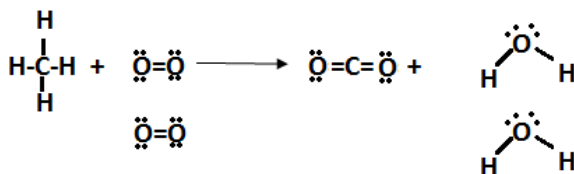
#### PARTE I

Instrucciones: Lee cuidadosamente y dibuja una cruz en el inciso que consideres correcto. Anota a un lado por qué señalaste esa respuesta.

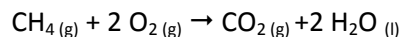
Pregunta	De acuerdo	desacuerdo	¿Por qué?
A) El propanol y el isopropanol, tienen la misma fórmula condensada: C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O pero temperaturas de ebullición diferentes: 97 °C y 82.5 °C. Por lo tanto son sustancias distintas.			
B) El ion $\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}^-$ es más estable que el átomo libre $\text{:}\ddot{\text{Cl}}\cdot$ .			
C) La molécula de O <sub>3</sub> es más inestable que el átomo de oxígeno sin reaccionar.			
D) Que la acetona sea un líquido volátil no depende de la estructura de sus moléculas.			
E) La estructura de las moléculas no influye en su polaridad.			

#### PARTE II

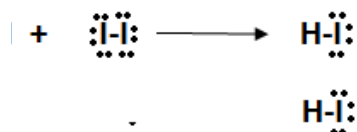
Las siguientes reacciones químicas están escritas mediante Representaciones de Lewis. Escribe las ecuaciones químicas correspondientes (es decir, las reacciones balanceadas) usando simplemente fórmulas condensadas. Por ejemplo la combustión de metano, escrita con Representaciones de Lewis (es decir, fórmulas totalmente desarrolladas) es así:

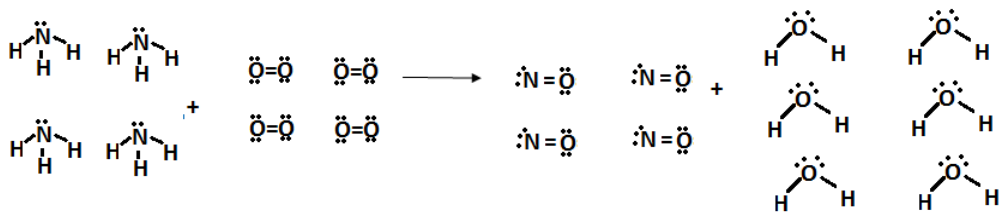
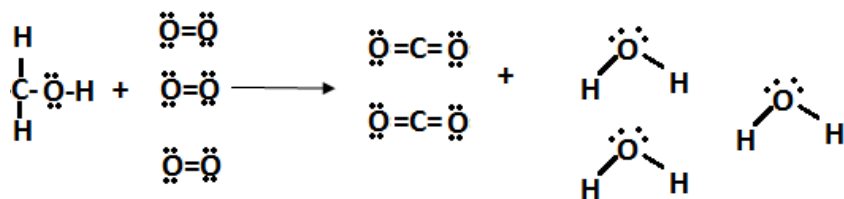


Y con fórmulas condensadas, así:



Ahora, inténtalo tú.





- b) En el inciso a), ¿cuántas moléculas de yoduro de hidrógeno reaccionan por cada molécula de iodo?
- c) En el inciso b), ¿está balanceada la ecuación? ¿Por qué?
- d) Ya que conoces la representación de algunas partículas, representa, con estructuras de Lewis, la hidrólisis del agua:



## ANEXO 7

### Puntajes obtenidos de Pretest y Postest de cada participante

Estudiante	<i>puntaje obtenido por pregunta</i>						TotalPretest	TotalPostest
	PretestPreg1	PretestPreg3	PretestPreg4	PostestPregA	PostestPregB	PostestPregC		
1	2	2	1	1	1	2	5	4
2	2	2	1	2	1	1	5	4
3	2	2	1	2	0	1	5	3
4	2	1	1	2	1	1	4	4
5	0	1	1	2	0	2	2	4
6	1	1	1	1	0	1	3	2
7	2	2	1	2	1	1	5	4
8	2	1	1	2	0	1	4	3
9	0	1	1	1	1	2	2	4
10	2	2	2	2	2	2	6	6
11	2	1	1	1	0	1	4	2
12	1	1	1	1	0	0	3	1
13	2	1	1	2	2	0	4	4
14	0	1	1	2	0	1	2	3
15	2	1	1	2	0	2	4	4
16	2	2	1	0	1	2	5	3
17	1	1	1	0	0	1	3	1
18	2	2	1	1	0	1	5	2
19	1	1	1	2	0	1	3	3
20	0	1	1	2	0	1	2	3
21	0	1	0	1	2	1	1	4
22	0	1	1	2	0	0	2	2
23	0	1	1	2	0	0	2	2
24	2	2	1	0	0	0	5	0
25	1	1	1	2	1	1	3	4
26	2	1	1	2	1	1	4	4
27	1	1	1	1	1	1	3	3
28	2	1	1	1	0	2	4	3
29	1	1	1	1	1	2	3	4
30	1	1	1	1	0	0	3	1
31	0	1	1	1	0	1	2	2
32	0	1	0	1	1	1	1	3
33	2	2	1	1	1	0	5	2
34	0	1	1	1	0	0	2	1
35	1	1	1	0	1	1	3	2
36	2	2	1	2	1	1	5	4
37	2	1	1	2	0	1	4	3

38	1	1	1	1	2	2	3	5
39	1	1	1	2	1	1	3	4
40	1	1	1	2	2	2	3	6
41	1	1	1	1	1	1	3	3
42	1	1	1	1	2	2	3	5
43	0	1	1	1	1	1	2	3
44	1	1	1	2	1	2	3	5
45	2	2	2	2	2	2	6	6
46	0	1	0	0	1	1	1	2
47	1	1	0	2	2	2	2	6
48	1	1	1	1	1	1	3	3
49	0	1	1	1	0	0	2	1
50	1	2	1	2	2	2	4	6
51	2	1	2	2	1	2	5	5
52	1	1	0	2	2	2	2	6
53	0	1	1	1	1	1	2	3
54	1	1	1	1	2	2	3	5

## ANEXO 8

### Resultados de Actividad 1 (Evaluación diagnóstico)

Pregunta 1: La fórmula condensada del etanol es  $C_2H_6O$ , y del dimetiléter también es  $C_2H_6O$ . Explica cuál es la diferencia entre estos dos compuestos.

CATEGORÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Nada ("no lo sé") (redundante)	13	24.07
Estructura molecular (con o sin concepción alternativa)(isomería)	11	20.37
Enlaces	9	16.67
Estado de agregación	9	16.67
"El nombre"	5	9.26
Otros atributos químicos: valencia, edo. de oxidación, masa atómica, "La forma de reaccionar con otros", "Diferente balance"	5	9.26
Propiedades Físicas	2	3.70
TOTAL	54	100

Pregunta 2: ¿Por qué no debes beber un líquido cuya fórmula sea  $H_2O_2$ ?

CATEGORÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Por qué hace daño (con diferentes argumentos)	46	85.19
Por qué no es agua (influencia del num. de átomos)	3	5.56
"no lo se"	1	1.85
No existe	3	5.56
Es un gas	1	1.85
TOTAL	54	100

Pregunta 3: ¿Por qué la fórmula del agua es  $H_2O$  y no  $H_3O$ ?

CATEGORÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Declarativa ("porque sí", "porque el oxígeno tolera2")	13	24.07
Estabilidad (términos relacionados)	8	14.81
Valencia	10	18.52
Número de oxidación	7	12.96

<i>Es otra sustancia (ion hidronio, agua oxigenada)</i>	7	12.96
<i>Atributos químicos: por su acidez o neutralidad "oxígeno solo tiene 2 enlaces, "fórmula balanceada", "porque tiene puente de hidrógeno"</i>	6	11.11
<i>Estado de agregación</i>	2	3.70
<i>"porque sirve para todo"</i>	1	1.85
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>100.00</b>

*Pregunta 4: ¿Por qué el oxígeno que respiras se representa como "O<sub>2</sub>"? Porque no se representa como "O<sub>3</sub>" o como "O"?*

<i>CATEGORÍAS</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>Declarativa ("el O<sub>2</sub> es oxígeno, el O<sub>3</sub> es ozono..")</i>	36	66.67
<i>Es otra sustancia</i>	6	11.11
<i>Estabilidad ("equilibrado")</i>	3	5.56
<i>"porque no puede estar solo el O"</i>	3	5.56
<i>Nada</i>	4	7.41
<i>Número de oxidación</i>	2	3.70
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>100.00</b>

*Pregunta 5: ¿Para qué nos serviría conocer cómo están formados los materiales?*

<i>CATEGORÍAS</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>Relación con manipulación de la materia</i>	16	29.62
<i>Relación con propiedades de las sustancias (toxicidad)</i>	10	18.50
<i>Nada o ambigüedad</i>	28	51.87
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>100.00</b>

## ANEXO 9

### Resultados de Actividad 8 (Cuestionario Evaluativo)

Planteamiento A: El propanol y el isopropanol, tienen la misma fórmula condensada:  $C_3H_8O$  pero temperaturas de ebullición diferentes:  $97\text{ }^\circ\text{C}$  y  $82.5\text{ }^\circ\text{C}$ . Por lo tanto son sustancias distintas. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?

CATEGORÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<i>De acuerdo: (declarativa) alusión a sus propiedades</i>	15	27.78
<i>De acuerdo: relación con su estructura</i>	30	55.56
<i>De acuerdo: no argumentada o inadecuada</i>	6	11.11
<i>En desacuerdo</i>	2	3.70
<i>Nada</i>	1	1.85
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

Planteamiento B: El ion  $Cl^-$  es más estable que el átomo libre  $Cl$

CATEGORÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<i>De acuerdo: no argumentada o inadecuada</i>	23	42.59
<i>De acuerdo : menciona estabilidad o valencia</i>	11	20.37
<i>En desacuerdo: no argumentada o inadecuada</i>	5	9.26
<i>Nada</i>	15	27.78
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

Planteamiento C: La molécula de  $O_3$  es más inestable que el átomo de oxígeno aislado. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?

CATEGORÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<i>En desacuerdo: no argumentada o inadecuada</i>	14	25.93
<i>En desacuerdo: alusión a inestabilidad de átomo aislado</i>	3	5.56
<i>De acuerdo</i>	24	44.44
<i>Nada</i>	13	24.07
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

Planteamiento D: Que la acetona sea un líquido volátil no depende de la estructura de sus moléculas. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?

CATEGORÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<i>De acuerdo: (declarativa)</i>	30	55.56
<i>De acuerdo: relación con polaridad</i>	1	1.85
<i>De acuerdo: no argumentada o inadecuada</i>	8	14.81


<i>En desacuerdo</i>	2	3.70
<i>Nada</i>	13	24.07
<i>TOTAL</i>	54	100


Planteamiento E: La estructura de las moléculas no influye en su polaridad. De acuerdo o en desacuerdo ¿Por qué?

<i>CATEGORÍAS</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>En desacuerdo: no argumentada o inadecuada</i>	11	20.37
<i>En desacuerdo: alusión a la estructura</i>	34	62.96
<i>De acuerdo</i>	6	11.11
<i>Nada</i>	3	5.56
<i>TOTAL</i>	54	100

## ANEXO 10

### Ejemplo de evaluación diagnóstica respondido por el estudiante #5

 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICO  
Química IV área I

 MAdEMS  
Maestría en Docencia  
para la Educación Media Superior


NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA: 06 sep 12013

Responde de manera correcta las siguientes preguntas:

- La fórmula condensada del etanol es  $C_2H_6O$ , y la del dimetiléter también es  $C_2H_6O$ . Explica cuál es la diferencia entre estos dos compuestos.  
\_\_\_\_\_
- ¿Por qué no debes beber un líquido cuya fórmula sea  $H_2O_2$ ?  
Porque tiene más oxígeno y no es agua.
- ¿Por qué la fórmula del agua es  $H_2O$  y no  $H_3O$ ?  
Porque el oxígeno siempre se va a encontrar de manera diatómica para reaccionar con el hidrógeno entonces por eso la fórmula balanceada del agua sería  $2H_2O$
- ¿Por qué el oxígeno que respiras se representa como " $O_2$ "? ¿Por qué no se representa como " $O_3$ " ni como " $O$ "?  
Porque el oxígeno siempre se representa en forma diatómica y si fuese  $O_3$  sería Ozono
- ¿Para qué nos sirve conocer cómo están formados los materiales?  
Para saber su estructura y comportamiento en muchos casos


**ANEXO 11**

Ejemplo de ejercicio evaluativo respondido por el estudiante #6



EJERCICIO EVALUATIVO

Química IV área I



NOMBRE A J J A J J A J J J FECHA: 30/09/13 número de lista 6

**PARTE I**

Instrucciones: Lee cuidadosamente y dibuja una cruz en el inciso que consideres correcto. Anota a un lado por qué señalaste esa respuesta.

Pregunta	De acuerdo	Parcialmente	En desacuerdo	¿Por qué?
A El propanol y el isopropanol, tienen la misma fórmula condensada: $C_3H_8O$ pero temperaturas de ebullición diferentes: $97^\circ C$ y $82.5^\circ C$ , por lo tanto son sustancias distintas.	X			Por el acamo de sus átomos y su polaridad ✓
B El ion $:\ddot{Cl}:$ es más estable que el átomo libre $:\ddot{Cl}:$		X		No estoy seguro
La molécula de $O_3$ es más inestable que el átomo de oxígeno sin reaccionar.	X			Porque es oxígeno y tiene otras propiedades.
Que la acetona sea un líquido volátil no depende de la estructura de sus moléculas.			X	Sus propiedades dependen de su molécula.
La estructura de las moléculas no influye en su polaridad.			X	Influye mucho ✓



## ANEXO 12

Transcripción de las respuestas obtenidas de la Actividad 6. Discusión 66 (sección 3.2.4)

### ¿Por qué crees que son diferentes las propiedades del etanol y del dimetil éter?

*Equipo A:* “porque en el dimetiléter se insertan dos metilos en el primer carbón”

*Equipo B:* “porque el etanol no es polar, el dimetiléter si, y este tiene más puentes de H lo que hace que su punto de ebullición sea más alto”

*Equipo C:* (dibujaron la representación de Lewis de la molécula del etanol y de la molécula del dimetil eter) “porque el etanol forma un hidróxido y el dimetil éter no”

*Equipo D:* “En el dimetil éter los ángulo de inclinación, la forma, la distancia de los hidrógenos, la posición del O en donde el etanol es en el centro, y en el dimetil esta a un extremo”

*Equipo E:* “El etanol es polar, mientras que el dimetil éter es no polar. El dimetileter forma más puentes de hidrógeno por lo tanto cambia su punto de ebullición con respecto al del etanol ”

*Equipo F:* “por su estructura”

*Equipo G:* “en la fórmula del etanol se presenta un par (OH) a diferencia del Dimetileter”

*Equipo H:* “porque es diferente en su estructura, los atomos se acomodan de manera diferente y esto le da diferentes propiedades a pesar de que poseen el mismo número de atomos”

*Equipo I:* “porque en la fórmula desarrollada están acomodada de diferente manera”

### ¿En qué estado de agregación, a condiciones normales (1 atmósfera, 25°C), se encuentran estas dos sustancias?

*Equipo A, B, D, F, G, H:* “el etanol líquido y el dimetil eter gaseoso ”

*Equipo C:* “los dos son líquidos”

*Equipo E:* “son líquidos porque solubilidad es misible en agua”

*Equipo I:* “el etanol está líquido, el dimetiléter está condensado”

### ¿Qué aportaciones hizo G, Lewis a la Química?

*Equipo A:* “En 1916 hizo la regla del octeto, en 1923 hizo la teoría de par de electrones ácido-base, en 1926 aclaró el término de fotón”

*Equipo B:* “regla del octeto,

~ Teoría de reacciones ácido-base,

~ acuñó el término de fotón”

*Equipo C:* “Estructura de Lewis (1908)

~ Regla del octeto (1916)

- ~ Idea de enlace covalente (1916)
- ~ Encontró el O<sub>4</sub> (oxígeno tetratónico) (1919)
- ~ Produjo una muestra del “agua pesada” (1933)
- ~ Formalizó junto con Merle Randall la química termodinámica (1923)”

*Equipo D:* “Se le considera del enlace covalente junto con Kossel padre del enlace iónico. Configura la estructura electrónica. 1923 clasificación de ácidos y bases”

*Equipo E:* Fue el primero en producir una muestra pura de óxido de deuterio (1933)

- ~ Formuló la idea que un enlace covalente consiste en un par de electrones compartidos (1916)
- ~ Acuña el fotón puro como la menor unidad de energía radiante (1926)
- ~ Formula la teoría del par electrónico para las reacciones base (1923)
- ~ En los últimos años de su vida probó que la fosforescencia de las moléculas orgánicas a un estado trillizo excitado y midió sus propiedades magnéticas”

*Equipo F:* “La regla del octeto

- ~ Estructura de Lewis
- ~ Regla del octeto
- ~ Formuló la idea de enlace covalente
- ~ Formuló la teoría del par electrónico para las reacciones ácido-base”

*Equipo G:* “Estructura de Lewis, Regla del octeto, término “FOTON”, idea de enlace covalente, término “molécula impar”, consiguió muestras de la llamada agua pesada”

*Equipo H:* “Acerca de los átomos, sus últimos electrones y los electrones de valencia ”

*Equipo I:* “la forma en que se ordenan los compuestos”

### **¿Qué eventos importantes pasaban en el mundo en ese tiempo?**

*Equipo A:* “ Primera Guerra Mundial estaba por empezar. Japón se consolida como nación, guerra de los bóxers, se hace la constitución mexicana, primer vuelo transatlántico”

*Equipo B:* “1909 - Guerra Ruso Japonesa

1912 – hundimiento del Titanic

1910 – Revolución mexicana

1921 – Inicia el gobierno de Alvaro Obregón

1923 – Muere Pancho Villa

1934 – Segunda Guerra Mundial ”

*Equipo C:* “1er Guerra Mundial

- ~ Guerra de Independencia de México ”

*Equipo D:* “Premio nobel de química Fritz Pregl ganado por su invención de un método de microanálisis de sustancias orgánicas”

*Equipo E:* “- Empieza la construcción del “Golden Gates” (EUA)

- ~ Se nombra canciller a Adolf Hitler (Alemania) y se le otorga completo poder militar
- ~ Se nombra presidente al demócrata Franklin Roosevelt
- ~ Japón se retira de la sociedad de naciones e invade territorio chino
- ~ Inicia y se consuma la Revolución Mexicana
- ~ Inicia y se consuma la Primera Guerra Mundial ”

*Equipo F:* “- Rev. Industrial 1918

- ~ Rev. Rusa
- ~ Rev. Mexicana
- ~ Guerras Mundiales 1- 2
- ~ Rev. China
- ~ Guerra Española
- ~ Rev. Cubana
- ~ Capitalismo
- ~ Unión soviética
- ~ Socialismo”

*Equipo G:* “Revolución mexicana, Primera Guerra Mundial, Muere Oscar Wilde, Revolución Rusa, Crisis del 29, Teoría de la Relatividad”

*Equipo H:* “Estaban inventando muchas cosas”

*Equipo I:* no lo contestó

## ANEXO 13

### Ejemplo de hoja de respuestas equipo A, Actividad 7

¿Por qué crees que sean diferentes las propiedades del etanol y del dimetil eter?

- Porque<sup>en</sup> el dimetil eter se insertan dos metiles en el primer carbon.

¿Qué estado de agregación tiene el etanol y el dimetil eter en condiciones normales? (25°C, 1 atm)

- Etanol: líquido
- Dimetileter: gaseoso

¿Qué aportaciones hizo G. Lewis a la Química?

- En 1916 hizo la regla del octeto, en 1923 hizo la teoría de par de electrones ácido-base, en 1926 aclaró el término de fotón.

¿Qué eventos importantes pasaban en el mundo en esos momentos?

- ~~1916~~ Primera Guerra Mundial estaba por empezar, Japón se consolida como nación, guerra de los boxers, se hace la constitución mexicana, primer vuelo transatlántico.

## ANEXO 14

Modificación de Cuestionario diagnóstico para el segundo ciclo de acción.

### CUESTIONARIO DIAGNÓSTICO

N°LISTA \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

Marca la respuesta correcta de las siguientes preguntas (puedes marcar más de una si así lo consideras):

1. La fórmula condensada del etanol es  $C_2H_6O$ , y del dimetiléter también es  $C_2H_6O$ . ¿Cuál es la diferencia entre estos dos compuestos?

- a) el nombre
- b) sus propiedades físicas
- c) la forma en que están enlazados sus átomos
- d) atributos químicos como el edo. de oxidación de sus átomos
- e) su masa atómica
- f) otra ¿Cuál? \_\_\_\_\_

2. ¿Por qué la molécula de  $O_3$  es más estable que el átomo de oxígeno aislado?

- a) en desacuerdo, el átomo de oxígeno aislado es más estable
- b) por sus propiedades físicas
- c) los enlaces que se forman entre sus átomos
- d) su estado de agregación
- e) su ubicación en la atmósfera
- f) otra ¿Cuál? \_\_\_\_\_

3. El agua ( $H_2O$ ) es un líquido incoloro, inodoro y vital para los seres vivos; en cambio, el agua oxigenada ( $H_2O_2$ ) es un líquido incoloro, de olor picante y dañino para los tejidos vivos. ¿Principalmente a que crees que se deba esta diferencia?

- a) al tipo de elementos que contiene
- b) a sus propiedades físicas
- c) al número de átomos en sus moléculas
- d) a la forma en que están enlazados sus átomos
- e) a su masa atómica
- f) otra ¿Cuál? \_\_\_\_\_

Esquematiza lo que se te pide a continuación:

4. ¿Cómo crees que se conectan los átomos del ozono (cuya fórmula condensada es de  $O_3$ )?

## ANEXO 15

Documento para Actividad 2 modificado para el segundo ciclo de acción.

Instrucciones: Lee cuidadosamente el siguiente texto extraído del artículo “Un Banco muy especial” escrito por el Dr. Plinio Sosa y resuelve los ejercicios propuestos al final.

### UN BANCO MUY ESPECIAL

Para este banco los únicos sujetos de crédito son aquellos que demuestren tener exclusivamente \$8,000<sup>1</sup>. Ni más ni menos. Para ajustar esta cantidad, se vale establecer contratos por \$2,000 entre dos diferentes personas. Es decir que si dos personas quieren compartir \$4,000, tienen que establecer dos contratos. Se vale pedir prestado (no es necesario especificar la fuente del préstamo). Se vale también deshacerse de dinero (tampoco se requiere explicar cómo ni a quién). Solo es necesario declarar el dinero extra o faltante.

Algunos posibles clientes, junto con el capital del que disponen, son:

Norberto	\$ 5,000.00	Concha	\$ 4,000.00
Carmen	\$ 4,000.00	Hércules	\$ 1,000.00
Orlando	\$ 6,000.00	Felipe	\$ 7,000.00
Clara	\$ 7,000.00	Fabián	\$ 7,000.00
Herminia	\$ 1,000.00	Arcelia	\$ 8,000.00
Susana	\$ 6,000.00	Nabor	\$ 9,000.00
Pedro	\$ 5,000.00	Homero	\$ 1,000.00
Orestes	\$ 6,000.00	Fabiola	\$ 7,000.00
Clotilde	\$ 7,000.00	Krispín	\$ 8,000.00
Héctor	\$ 1,000.00	Norma	\$ 5,000.00
Francisco	\$ 7,000.00	Beto	\$ 3,000.00

Por ejemplo, para que Norberto, Clotilde y Orestes puedan demostrar la tenencia exacta de 8 mil pesos y, por lo tanto, ser sujetos de crédito en este excéntrico banco, se tienen que asociar del siguiente modo:

Norberto y Clotilde establecen un contrato, en el que cada quien aporta mil pesos (es decir comparten 2 mil pesos). Por otro lado, Norberto establece dos contratos con Orestes y comparte con él 4 mil pesos (cada quien aporta 2 mil pesos). Ahora los tres pueden demostrar 8 mil pesos. Cuando el Magnate Horacio le exija la comprobación de sus 8 mil pesos a Orestes, éste podrá mostrar 4 mil pesos en su cuenta personal y 4 mil pesos compartidos con Norberto a través de dos contratos. A Clotilde no le será difícil enseñar los 6 mil pesos que constan en su cuenta personal junto con los 2 mil que comparte con Norberto. Finalmente, el excéntrico Horacio se verá obligado a prestarle también a Norberto, puesto que éste le quedan 2 mil pesos en su cuenta persona, comparte 2 mil con Clotilde y 4 mil (en dos contratos) con Norberto.

Después de ver el ejemplo anterior, tu tarea consiste en pensar en otras posibles combinaciones que permitan ser sujetos de crédito a estos desesperados clientes, intenta resolver las siguientes preguntas:

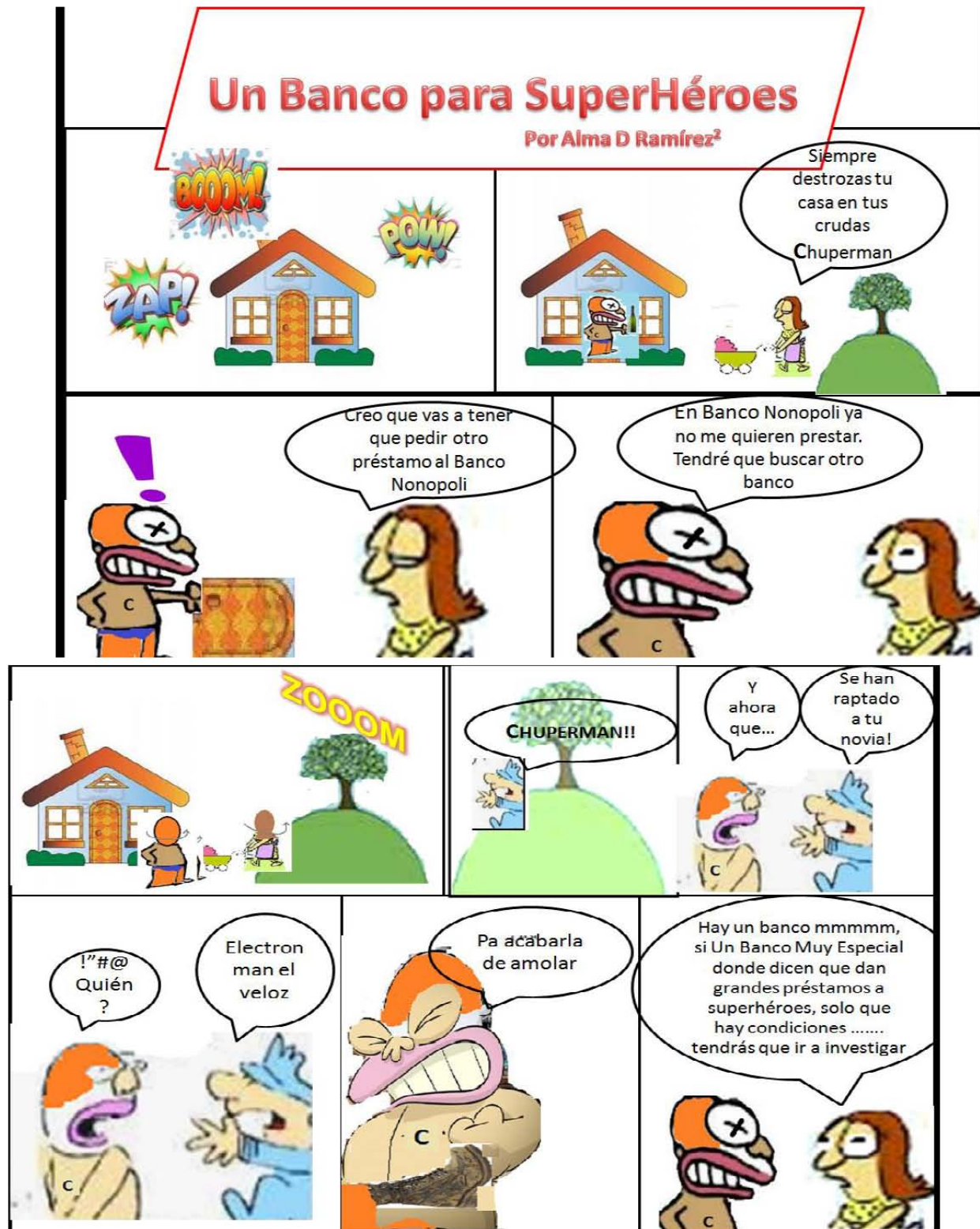
1. ¿Con quién o quienes tendría que asociarse Carmen para ser sujeto de crédito?
  2. ¿Pueden Norma y Norberto ser sujetos de crédito sin asociarse con nadie más? ¿Cómo?
  3. En el caso que Norberto quiera asociarse con Felipe ¿Un contrato entre ellos bastaría para que ambos fueran sujetos a crédito? Si no es el caso, ¿Qué tendrían que hacer? ¿Cómo?
  4. ¿Pueden asociarse Concha, Orlando y Orestes para ser sujetos de crédito?
  5. ¿Qué tienen que hacer Carmen y Norma para ser sujetos de crédito ellas solitas?
  6. ¿Qué tienen que hacer Norberto y Orestes para ser sujetos de crédito ellos dos solitos?
  7. ¿Qué tendría que hacer Nabor para ser sujeto de crédito sin tener que asociarse con nadie más?
  8. ¿Y Clotilde?
  9. ¿Pueden asociarse Carmen, Concha, Herminia, Homero, Héctor y Hércules? ¿Cómo?
- Bien, si ya lograste hacer los ejercicios, repártanse los personajes, permitan que la profesora sea la banquera y... ¡pónganse a jugar al banco!

<sup>1</sup> El dueño del banco se llama Horacio. Por eso, a todos aquellos cuyo nombre empiece con H, les presta con sólo demostrar 2,000 pesos.

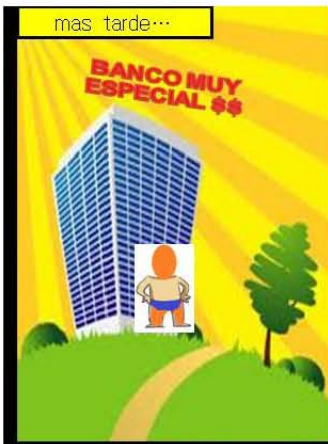
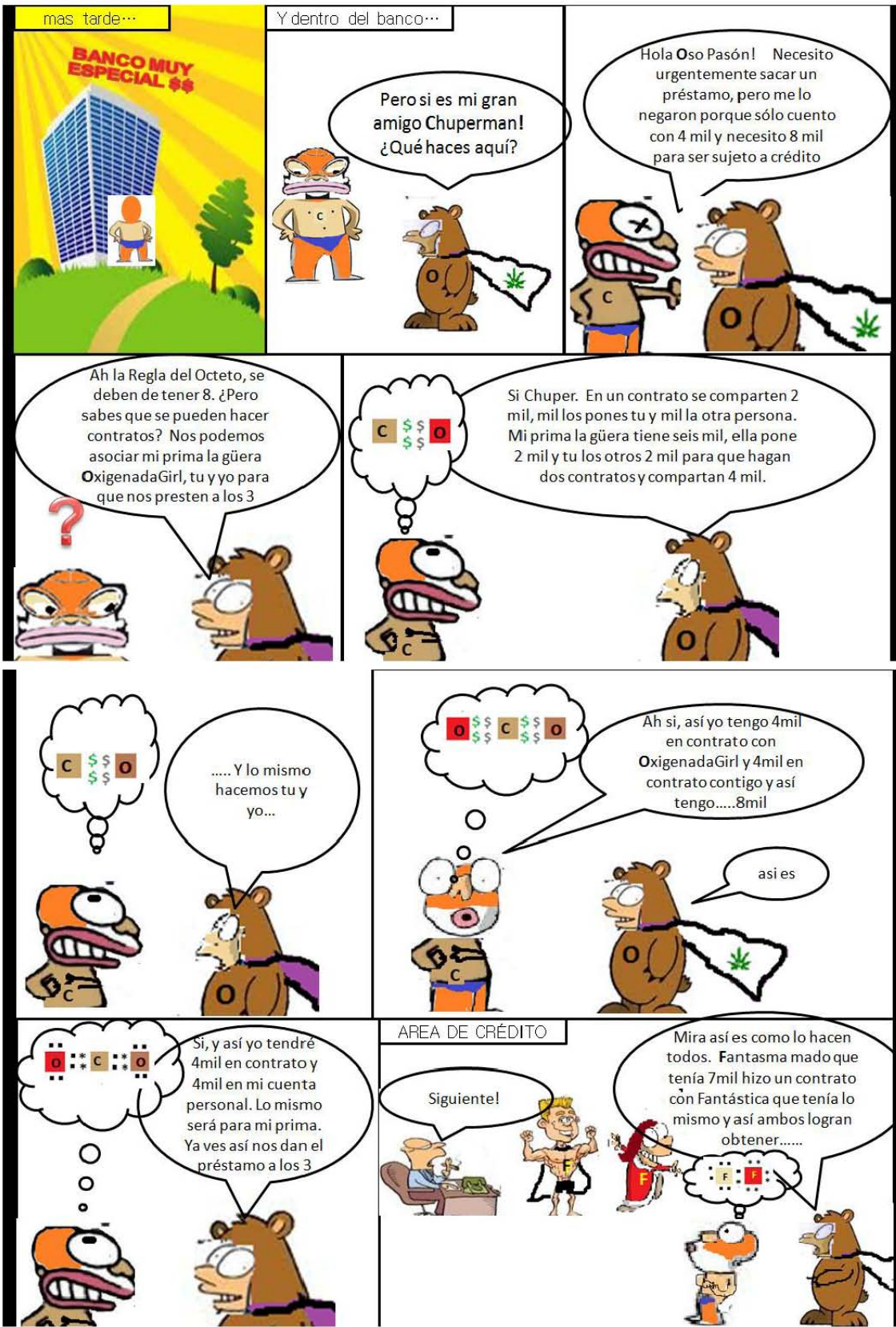
<sup>2</sup> Toma en cuenta que no se pueden regalar entre las personas que hacen los contratos; y que los que forman parte del contrato también quieren pedir un crédito.

ANEXO 16

Comic para introducción a Representaciones de Lewis. (dibujos adaptados de trino)







Y dentro del banco...

Pero si es mi gran amigo Chuperman! ¿Qué haces aquí?

Hola Oso Pasón! Necesito urgentemente sacar un préstamo, pero me lo negaron porque sólo cuento con 4 mil y necesito 8 mil para ser sujeto a crédito

Ah la Regla del Octeto, se deben de tener 8. ¿Pero sabes que se pueden hacer contratos? Nos podemos asociar mi prima la güera OxigenadaGirl, tu y yo para que nos presten a los 3

Si Chuper. En un contrato se comparten 2 mil, mil los pones tu y mil la otra persona. Mi prima la güera tiene seis mil, ella pone 2 mil y tu los otros 2 mil para que hagan dos contratos y compartan 4 mil.

..... Y lo mismo hacemos tu y yo...

Ah si, así yo tengo 4mil en contrato con OxigenadaGirl y 4mil en contrato contigo y así tengo.....8mil

asi es

Si, y así yo tendré 4mil en contrato y 4mil en mi cuenta personal. Lo mismo será para mi prima. Ya ves así nos dan el préstamo a los 3

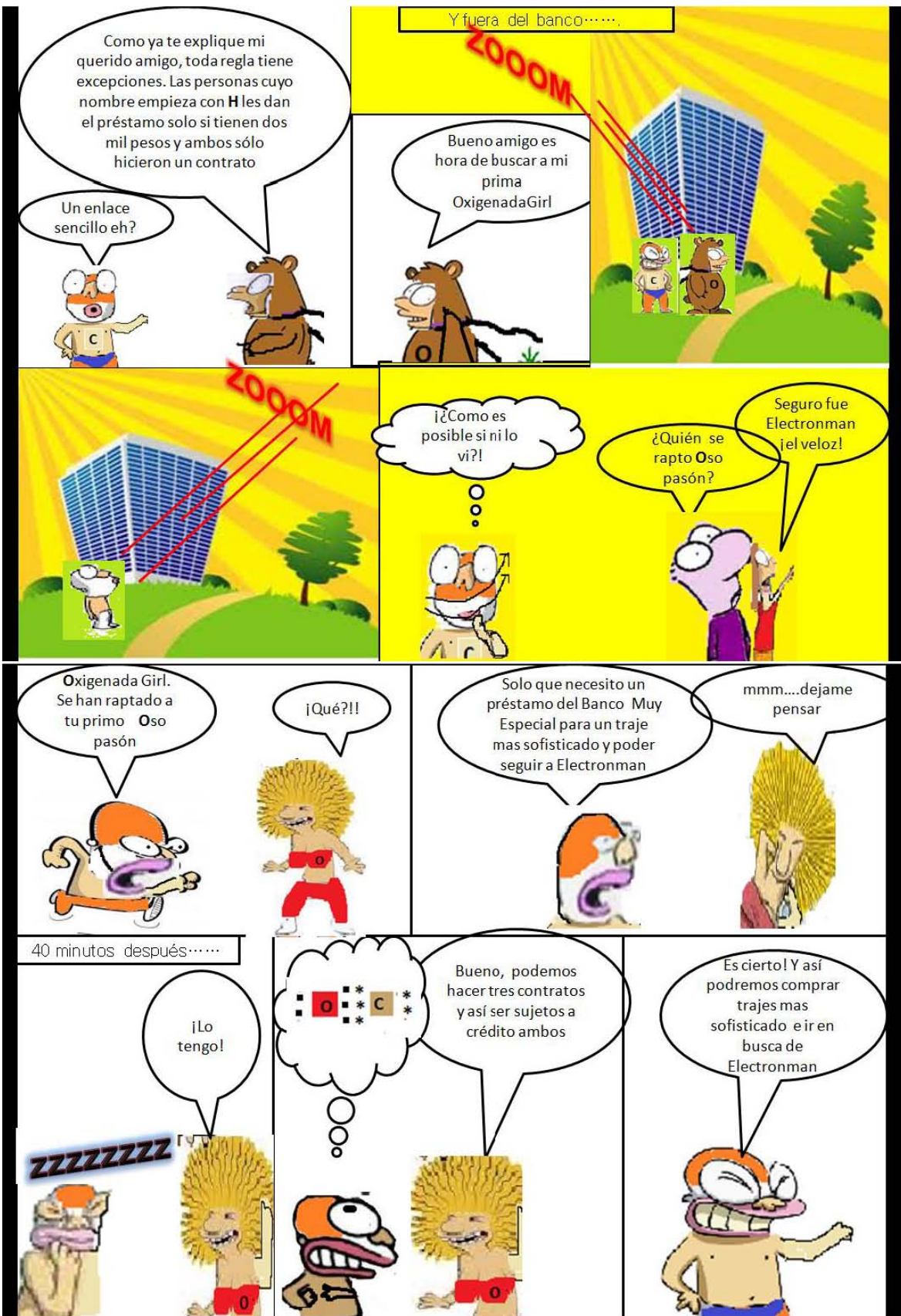
AREA DE CRÉDITO

Siguiente!

Mira así es como lo hacen todos. Fantasma mado que tenía 7mil hizo un contrato cón Fantástica que tenía lo mismo y así ambos logran obtener.....







Al día siguiente.....

Ahora si, juntos a  
salvar a la  
humanidad de  
Electronman el  
veloz!

