



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

---

FACULTAD DE QUIMICA

EL CURSO DE LAS IDEAS PREVIAS EN EL APRENDIZAJE  
DEL ENLACE QUIMICO A NIVEL LICENCIATURA

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**Q U I M I C O**

P R E S E N T A :

**ARTURO GARCIA CRUZ**



MEXICO, D.F.

The coat of arms of Mexico, identical to the one in the top left corner.

**EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUIMICA**

2004



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).

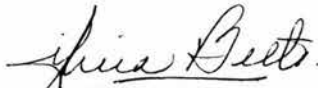
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

Jurado asignado:

|               |       |                             |
|---------------|-------|-----------------------------|
| Presidente    | Prof. | SILVIA BELLO GARCÉS         |
| Vocal         | Prof. | GISELA HERNÁNDEZ MILLAN     |
| Secretario    | Prof. | ADELA CASTILLEJOS SALAZAR   |
| 1er. Suplente | Prof. | ELIZABETH NIETO CALLEJA     |
| 2do: Suplente | Prof. | PLINIO JESÚS SOSA FERNÁNDEZ |


Esta tesis fue desarrollada en la Facultad de Química de la UNAM.

Asesor del tema

  
Q. Silvia Bello Garcés

Sustentante

  
Arturo García Cruz

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.  
NOMBRE: Arturo García Cruz  
FECHA: 05- Noviembre 2004  
FIRMA: 

## **AGRADECIMIENTOS:**

A Dios por darme vida y salud.

Quiero dedicar este trabajo a mis queridos padres que siempre han creído en mí, gracias a su apoyo moral, económico y el amor que siempre me han demostrado, finalmente logre la culminación de mis estudios. Ellos siempre me han enseñado, que la persona de bien siempre llegará a ser una persona de provecho. Afortunadamente he llevado a la práctica este consejo y gracias a eso he conseguido metas.

A todos mis hermanos y familiares que me han ayudado a salir adelante en toda ocasión.

La ayuda incondicional de mi asesora de tesis, Profesora Silvia Bello Garcés, ya que sin su apoyo y paciencia no se hubieran logrado los objetivos de este trabajo.

La colaboración de las Profesoras Gisela Hernández Millán y Adela Castillejos Salazar en la revisión de esta tesis.

A la Profesora Mercedes Meijueiro Morosini y al Ing. Emilio Barragán Hernández quienes, desde que los conozco, me han apoyado sin importar las circunstancias.

A mis compañeros de Granada Biotech.

A mis compañeros de la Facultad de Química y a mis maestros con quienes compartí una faceta importante de mi vida.

A la máxima casa de estudios UNAM por brindarme la oportunidad de ser un profesionista.

## ÍNDICE

|   | Página |
|---|--------|
| Introducción.   | 1      |
| <b>CAPÍTULO 1</b>   |        |
| Historia del enlace químico.  | 4      |
| <b>CAPÍTULO 2</b>   |        |
| Generalidades sobre ideas previas.  | 7      |
| <b>CAPÍTULO 3</b>   |        |
| Conceptos de enlace químico en la bibliografía usada en los cursos de la Facultad de Química.                           | 16     |
| <b>CAPÍTULO 4</b>   |        |
| Ideas previas sobre enlace químico documentadas.  | 29     |
| <b>CAPÍTULO 5</b>   |        |
| Investigación de las ideas previas sobre enlace químico en alumnos de la Facultad de Química.                           | 34     |
| 5.1 Metodología.  | 34     |
| 5.2 Resultados.   | 43     |
| 5.3 Análisis de resultados.   | 92     |
| 5.4 Comparación de las ideas previas documentadas en un medio electrónico con las recopiladas en la prueba diagnóstica. | 118    |
| 5.5 Comparación de las ideas previas de los alumnos con los conceptos de la bibliografía.                               | 119    |
| <b>CAPÍTULO 6</b>   |        |
| Recomendaciones sobre estrategias de enseñanza-aprendizaje.   | 121    |
| Conclusiones.   | 131    |
| Bibliografía.   | 133    |

## INTRODUCCIÓN.

Hasta hoy en día el estudio de las ideas previas ha provocado un importante cambio en la enseñanza de las ciencias, y ha proporcionado información acerca de las concepciones con las que los alumnos se enfrentan al proceso de la enseñanza científica. También hemos aprendido que existen problemas en la construcción del conocimiento y transformación conceptual.

Algunos estudios realizados sobre las ideas previas de los estudiantes cubren un amplio dominio de conceptos y áreas del conocimiento tales como: fuerza, luz, energía, electricidad, fotosíntesis, sistema circulatorio, reacciones químicas, equilibrio químico, enlace químico, mol, naturaleza corpuscular de la materia, etc.

Autores de diferentes escuelas psicológicas han dado a conocer la particular importancia de las ideas previas de los estudiantes en el aprendizaje. Estos autores desarrollaron interesantes trabajos tales como: la perspectiva cognitiva (Ausubel, 1986), perspectiva del desarrollo (Piaget, 1979), perspectiva conductual (Gagné, 1987) o la perspectiva constructivista (Driver, 1986). Todos ellos han encaminado sus trabajos para demostrar el impacto de las ideas previas de los estudiantes durante la formación que estos reciben en el aula. El resultado de estos trabajos ha propiciado el cambio de los métodos tradicionales de enseñanza así como el de los programas de estudio en todos los niveles de escolaridad.

Debido a la importancia que tienen las ideas previas en el proceso de la enseñanza-aprendizaje, se han dado a conocer un gran número de trabajos e investigaciones en algunos países tales como el caso particular de España. Aún cuando en México el estudio de las ideas previas es un campo de investigación realmente reciente, se han utilizado algunos de estos trabajos con el propósito de mejorar las estrategias de enseñanza-aprendizaje.

La investigación de las ideas previas se realiza en diferentes centros de investigación con la finalidad de conocer más a fondo los orígenes, las características y consecuencias que estas generan en cualquier nivel de escolaridad.

El rezago escolar es una de las consecuencias del poco trabajo realizado con las ideas previas de los alumnos, también la poca información que existe acerca del tema, los errores bibliográficos y del material de consulta son factores importantes que limitan la exploración de las ideas previas por parte de los profesores.

El estudio de las ideas previas en alumnos de nivel superior, le permite a un profesionalista conocer el origen, las características y consecuencias que se dan cuando un alumno se enfrenta al proceso de aprendizaje.

Además permite conocer cuáles son las ideas más persistentes y difíciles de cambiar en los alumnos, así como la existencia de los errores bibliográficos que se encuentran en el material de consulta.

Un profesionalista consciente de la existencia de las ideas previas tiene una visión muy amplia que le permite aplicar diferentes estrategias ya sea de aprendizaje o enseñanza si su vocación es la docencia.

Por considerarse las ideas previas como un factor que impide el aprendizaje de la ciencia, se tiene interés por conocer cuáles son las ideas previas sobre el modelo de enlace químico, así como la persistencia o evolución de éstas en alumnos de diferentes semestres de la Facultad de Química de la UNAM.

Por lo anterior, en esta tesis se proponen los siguientes objetivos:

**OBJETIVOS:**

- 1.-Revisar la bibliografía especializada en investigación educativa y detectar las ideas previas sobre enlace químico que manifiestan los alumnos en el aprendizaje.
- 2.- Comparar las ideas previas de los alumnos de la Facultad de Química, relacionadas con el enlace químico, con los conceptos que aparecen en la bibliografía más consultada por ellos.
- 3.-Analizar la evolución o persistencia de las ideas de los alumnos de la Facultad de Química.
- 4.-Proponer, tanto a alumnos como a profesores, recomendaciones sobre estrategias de enseñanza-aprendizaje acerca de los modelos de enlace químico, utilizando los resultados de la investigación.



## CAPÍTULO I

### HISTORIA DEL ENLACE QUÍMICO:

Con los descubrimientos del siglo XIX, especialmente en electrólisis, se logró un considerable avance en el concepto de enlace o unión química. Ya en 1812 Jacob Berzelius había sugerido que a lo que se le nombraba afinidad, no es más que el resultado de la polaridad de las partículas; pudiendo decir así que dicha atracción era de carácter electrostático, siendo la causa principal de toda actividad química y desde entonces se considera el enlace químico como un fenómeno electrostático. Esto condujo a J. Berzelius a tomar la decisión de asignar a los átomos polos positivos y negativos, reemplazando así la idea de sentimientos de afinidad.

Con esta nueva propuesta los compuestos orgánicos no encajaban en la teoría electrostática, fue hasta 1834 cuando J. T. Dumas al trabajar con compuestos orgánicos introdujo por primera vez el término de valencia y propuso representar ésta por medio de trazos.

El problema de afinidad se complicó cuando en 1892 Alfred Werner descubrió los compuestos llamados complejos, en los cuales algunas moléculas podían sustituirse por algunos iones sin que cambiara nada esencial en el compuesto, a lo cual se le llamó contra valencia.

A principios del siglo XX los químicos conocían tres modelos de enlace químico, los cuales son: enlace iónico (de origen electrostático), los enlaces de los compuestos orgánicos y los enlaces que presentaban los compuestos de Werner. Sin embargo se considera que el primer paso importante para comprender el enlace químico se dio con el descubrimiento del electrón (1897) por el físico inglés J. J. Thomson, entonces se pudo comprender que el enlace químico dependía de los electrones y no de los átomos como se consideraba hasta entonces.

En 1913 N. Bohr propone un modelo que permite tener una idea más clara de los fenómenos electrostáticos que tienen lugar en la formación del enlace químico; para este modelo los electrones están girando alrededor del núcleo colocándose en órbitas sucesivas y cada órbita sólo puede tener un número limitado de electrones.

En 1916 Lewis remedia algunas deficiencias de la teoría de Kossel-Magnus (en general esta teoría propone la idea de que los iones tienen una estructura electrónica exterior, la cual podía ser comparable a la de los gases nobles, es decir que debería tender a tener ocho electrones), y propone una nueva teoría para los enlaces no iónicos, en la cual plantea que la causa de la afinidad se debe a los electrones superficiales los cuales pueden distribuirse entre los átomos involucrados.

Estos modelos no modificaron a fondo los conceptos del siglo XIX, pero sí se logró entender mejor la naturaleza del enlace químico. Además esto condujo al gran cambio en 1924, cuando aparecen las teorías físicas que nos llevan al concepto actual del enlace químico

Fue con Louis de Broglie que al usar la mecánica ondulatoria dio a conocer que el electrón presenta un carácter ondulatorio que puede describirse con la ayuda de una función de onda.

Hasta entonces se pudo considerar como una evolución seria el concepto de la unión química. Después se dieron a conocer los trabajos de Heisenberg y Schrödinger los cuales permitieron aclarar el fenómeno de enlace químico bajo las siguientes hipótesis: cuando un número dado de núcleos se distribuye en el espacio a distancias definidas, los electrones de los átomos se dispersan de tal forma que existe en cada punto una probabilidad de encontrar a un electrón, pero no es posible conocer de manera exacta la posición del electrón. Esto

condujo a una imagen mucho más indefinida del electrón, la cual es conocida bajo el nombre de nube electrónica.

Heitler y London utilizaron la teoría del enlace de valencia, estudiaron a la molécula de hidrógeno dándole el nombre a la unión química de esta molécula como unión covalente. También L. Pauling trabajó sobre las propiedades de los enlaces químicos aportando valiosa información acerca de características tales como: longitud de enlace, carácter iónico de los compuestos covalentes, radios atómicos, energías de enlace, electronegatividad de los elementos, etc.

Por tratarse el enlace químico como un fenómeno electrostático se pensó que las teorías propuestas iban a cambiar las ya existentes, de esta manera se puede decir que se habían establecido las nuevas bases de la química, no sólo para las moléculas sino también para los cristales; los desarrollos posteriores a 1939 no se han considerado del todo como ámbito de la historia, así con estas ideas desarrolladas alrededor de 1930 se ha podido llegar a una mejor comprensión del enlace químico.

## CAPÍTULO 2

### GENERALIDADES SOBRE IDEAS PREVIAS

Las ideas previas también son llamadas concepciones alternativas, ciencia de los niños, conocimientos previos, etc; son construcciones individuales o representaciones mentales de los individuos que nos permiten entender los fenómenos y poder responder de manera adecuada a estos, estas ideas implican un pensamiento hasta cierto punto coherente pero en la mayoría de las ocasiones difiere del concepto científico.

#### **El origen de las ideas previas:**

Los orígenes de las ideas previas son diversos; pueden ser espontánea (proveniente del “sentido común”); pueden ser producto de la percepción sensorial, o bien pueden ser inducidas a través de los medios de comunicación, material didáctico, libros de texto así como el lenguaje cotidiano y el científico de artículos o de profesores, así como el intercambio de ideas con los compañeros de clases.

Todas las personas a lo largo de la vida se enfrentan a una serie de experiencias físicas, de relaciones sociales y afectivas que, según la interpretación constructivista del aprendizaje, contribuyen a la formación de su estructura cognitiva. Todos los fenómenos naturales son interpretados por los individuos generando una serie de conocimientos previos al margen de la enseñanza formal recibida en las escuelas.

## **A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN ALGUNAS CARACTERÍSTICAS SOBRE IDEAS PREVIAS DE LOS ALUMNOS EN CUESTIONES CIENTÍFICAS**

1. -El pensamiento está dominado por la percepción.

En esta parte los alumnos basan su razonamiento en las características observables de un cierto fenómeno.

2. -Existe una visión parcial de los fenómenos:

En muchos casos los alumnos consideran solamente aspectos limitados de situaciones físicas particulares. Tienden a interpretar los fenómenos en términos de propiedades absolutas o cualidades adscritas a los objetos más que en términos de interacciones entre los elementos de un sistema.

3. -Las situaciones estables no necesitan explicación.

Esta parte tiene lugar cuando los alumnos prestan más atención a las situaciones en las que se pueden apreciar cambios, desinteresándose en las situaciones de equilibrio, o en las propiedades que no cambian.

4. -Existe una observación preferente en las transformaciones:

Se da para cuando los alumnos tratan de explicar cambios de un fenómeno y su razonamiento sigue solamente una causa que produce una cadena de efectos en una secuencia dependiente del tiempo. De esta manera, los procesos que los científicos ven como reversibles no son necesariamente vistos por los alumnos. Así es más fácil comprender que en el paso de sólido a líquido se necesita energía, que en el proceso inverso de líquido a sólido se desprende una cantidad equivalente de energía.

5. -Razonamiento no coherente:

Los alumnos se interesan en explicaciones particulares para cada hecho específico, al contrario de los científicos, no les preocupa que exista una contradicción entre las explicaciones que dan a diferentes fenómenos, llegando a dar explicaciones poco explícitas o contradictorias.

6. -Poca precisión en el lenguaje:

Son ocasiones en las que los alumnos tienden a llegar a confusiones muy complejas acerca de un tema.

Las ideas previas de los alumnos en distintas áreas del conocimiento han sido recogidas por diferentes investigadores (West y Pines, 1985; Hierrezuelo Montero, 1989; Driver, Guense y Tiberghien, 1989; Osborne y Freyberg, 1991, entre otros). Llegando estos investigadores a algunas de las siguientes conclusiones:

1. -Los estudiantes tienen ideas y puntos de vista en varios temas de la ciencia, desde la edad infantil y antes de recibir la información formal.
2. -Las descripciones ingenuas y preconcepciones explicativas normalmente son diferentes de las de los científicos, pero aún resultan muy útiles y coherentes para los estudiantes.
3. -Son comunes en estudiantes de diferentes países.
4. -A pesar de que las ideas previas tienen gran influencia en el aprendizaje que se lleva a cabo en el aula, los profesores tienden a desconocerlas.
5. -Las ideas son resistentes al cambio por métodos de enseñanza tradicional.
6. -Se guarda un cierto paralelismo con las concepciones vigentes en ciertos momentos de la historia de la ciencia

Todo este conjunto de características se pueden clasificar en tres grandes grupos (origen sensorial, origen social, origen analógico), que a continuación se describen.

1. **-Origen sensorial.** Se basa en el uso de reglas de inferencia causal aplicadas a los datos que proceden del mundo natural.
2. **-Origen social.** Es el reflejo de las concepciones inducidas en el alumno por el medio en que se desenvuelve.
3. **- Origen analógico.** Surge de la búsqueda de la semejanzas con situaciones conocidas para poder explicar situaciones desconocidas.

## **EL PROCESO DEL CAMBIO CONCEPTUAL**

El aprendizaje es un proceso mediante el cual nuevos conocimientos son asimilados dentro de la estructura conceptual del que aprende.

El cambio conceptual consiste en cambiar las ideas previas de los alumnos por conceptos aceptados por la comunidad científica, en pocas palabras la finalidad es de que los alumnos aprendan la ciencia “correcta”.

Desde estos puntos de vista se insiste en la necesidad de ofrecer oportunidades para que los alumnos expliciten sus ideas previas, de tal suerte que existen diversas propuestas que propugnan el cambio conceptual.

Los modelos de cambio conceptual y la perspectiva constructivista indican que el aprendizaje con una comprensión real ocurre cuando el que aprende construye y transforma activamente sus propios significados, y no cuando adquiere y acumula los conocimientos que se le transmiten. De esta manera el aprendizaje implica una construcción personal y una negociación social de los significados entre los miembros de la comunidad.

Sin embargo autores como: Ausubel, Novak y Hanesian (1983) dicen que el conocimiento es estructurado en forma de red específica de conceptos. Los conceptos de mayor nivel de generalidad y poder inclusivo, que van a permitir la incorporación de nuevos conocimientos a la estructura cognitiva, son denominados organizadores.

Algunos investigadores consideran crucial el estudio del enlace químico, como parte de la enseñanza-aprendizaje de la química (Banfey, 1965; Allinger, et al., 1979; Paoloni, 1979, Langmuir 1921, recogido en Jensen, 1984; Solbes y Vilches, 1991; Pauling, 1992; entre otros). Podría ser catalogado como concepto estructurante según la epistemología de Gagliardi y Giordan (1986).



Si la anterior hipótesis es correcta, sería necesario un adecuado conocimiento de la estructura de la materia y del enlace químico y así poder desarrollar otros conceptos de la química.

El cambio conceptual es el resultado que el profesor debe pretender, en el cual se da una reestructuración cognitiva en la mente del alumno. Para poder lograr este cambio conceptual, es fundamental que el alumno esté insatisfecho con sus ideas previas y además que el alumno encuentre contradicciones o que se dé cuenta de que sus ideas no le sirven para resolver problemas que en algún momento se le han planteado.

Vale la pena no olvidar que el cambio conceptual promueve una pequeña porción de la diversidad de modelos que tiene el alumno para adquirir nuevos conocimientos y al mismo tiempo desarrollar los que ya posee.

### **LAS IDEAS PREVIAS TRAS EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

En el intento por cambiar las ideas previas por conceptos de tipo formal o científicos, se pueden tener como resultado los siguientes casos.

A) Las ideas previas de los alumnos queden inalteradas.

Puede suceder que los alumnos incorporen algún lenguaje de carácter científico y lo utilicen para explicar su punto de vista, pero éste permanece sustancialmente inalterado. En este caso si se da algún aprendizaje se denomina como de memorización mecánica

B) Tiene lugar un proceso de captura conceptual.

Hewson describe así el momento en que la nueva idea es reconciliada con las ideas precedentes y se le incorpora a la estructura cognitiva pero sin que se modifiquen aquellas concepciones con las que no se está de acuerdo. Con frecuencia el alumno no cree conveniente cambiar su esquema conceptual, pero tiene la necesidad de incorporar los conceptos que se le suministran en clases con motivo de los exámenes. Es de esperar que el alumno pueda utilizar en algunas ocasiones el punto de vista formal de carácter científico, pero no lo usa en ocasiones cotidianas para explicar los fenómenos, quedando ese conocimiento archivado sin aplicación y es muy fácil de olvidar por no haber tenido un anclaje en su estructura cognitiva.

C) El punto de vista del alumno sale reforzado.

Se malinterpreta lo aprendido de tal manera, que se refuerzan los puntos de vista del alumno.

D) Se da un proceso de cambio conceptual.

Una vez más se usa la concepción de Hewson para indicar claramente que las nuevas ideas son aceptadas por el alumno, sustituyendo a sus ideas previas del alumno sobre el fenómeno en estudio. Se puede decir que es la situación en la que verdaderamente se tiene un aprendizaje formal

## LA NECESIDAD DE UN CAMBIO METODOLÓGICO

Es necesario decir que los profesores deben ocuparse de un cambio conceptual en los alumnos si el deseo es que su enseñanza sea realmente significativa. Este cambio conceptual no es posible sin un cambio metodológico que propicie las condiciones que lo posibiliten. Algunos autores han manifestado que los conceptos precientíficos están ligados a una metodología, a la cual se le ha denominado metodología superficial, la cual se caracteriza por respuestas seguras, (con base en observaciones cualitativas y/o una operación mecánica) y rápidas sin someterse a ningún tipo de análisis. Esto es propio del modo de pensamiento natural de los alumnos y en general de la mayoría de las personas, pero no coincide con el pensamiento científico. Será necesario poner reiteradamente a los alumnos en situaciones en las que tengan que aplicar la metodología científica, superando las certezas aparentes en términos de hipótesis, las cuales deben ser precisadas y contrastadas. Esta nueva metodología parte de las ideas previas de los alumnos, también considera la necesidad de mostrar lo insuficiente de esas ideas y poner al estudiante en el punto de construir un nuevo esquema que pueda sustituir al anterior. En esta metodología el profesor juega un papel importante como guía en esa búsqueda y el alumno es puesto en situación de construir sus propios conocimientos, y en este sentido no está de acuerdo con la enseñanza por transmisión verbal, pero al mismo tiempo se rechaza la posibilidad de aprendizaje inductivo y automático por parte del alumno, cuya ineficacia ha sido probada reiteradamente. Se propugna un descubrimiento orientado, mediante la utilización de un programa-guía de actividades en el que de una manera estructurada y sistemática el alumno ha de ir construyendo su propio conocimiento.

### CAPÍTULO 3

#### CONCEPTOS DE ENLACE QUÍMICO EN LA BIBLIOGRAFÍA USADA EN LOS CURSOS DE LA FACULTAD DE QUÍMICA

Como parte de la investigación de las ideas previas, se realizó la búsqueda de conceptos sobre enlace químico en la bibliografía más consultada por los alumnos de la Facultad de Química.

Los conceptos que aquí se refieren son párrafos textuales de la bibliografía, una vez que se mencionan los conceptos bibliográficos de cada modelo de enlace químico, se dará la correspondiente bibliografía.

*La formación de una molécula diatómica, con el enfoque de enlace de valencia, se explica de la siguiente forma: primero se describen los orbitales atómicos de dos átomos aislados y suficientemente separados para no interactuar entre sí. Se supone que ambos átomos tienen uno o más orbitales semicompletos. Después imaginamos los dos átomos aproximándose uno al otro hasta que se interpenetran los orbitales semicompletos de cada átomo. El resultado es que dos electrones, uno de cada átomo, ocupan los orbitales interpenetrados de ambos átomos. Esta interpenetración de orbitales atómicos es un **enlace covalente** que une a los dos átomos para formar una molécula..*

*Como consecuencia del principio de exclusión de Pauli, el requerimiento básico de un **enlace covalente** es que los dos electrones tengan espines opuestos para ocupar un mismo orbital. Se dice entonces que los electrones están apareados. Si esta es la única interpenetración de orbitales entre los átomos, se forma un **enlace simple**; resultando **enlaces múltiples** si hay interpenetración de orbitales adicionales de los dos átomos. Por simplicidad, se considera que los electrones fuera de los orbitales interpenetrados están en orbitales atómicos atraídos por sus respectivos núcleos.*

✓ **Referencia bibliográfica:**

Charles W. Keenan (1997). Química General Universitaria, Editorial Continental pp186-219.

 **Enlace químico:**

*En la materia, los átomos están muy próximos entre sí y existen fuerzas que los mantienen juntos; estas fuerzas se llaman enlaces químicos.*

 **Enlace iónico:**

*Cuando se pone en contacto sodio metálico y cloro gaseoso, éstos reaccionan muy rápidamente produciendo cloruro de sodio blanco y cristalino.*

*Un **enlace iónico** resulta por la transferencia de electrones entre un átomo metálico y otro no metálico, de la que el primero se convierte en un ion cargado positivamente y el segundo en uno negativo.*

*En la mayoría de los casos, el número de electrones ganados y perdidos es tal que uno de los iones resultantes adquiere la configuración electrónica de gas noble, es decir, adquiere un octeto en capa externa. Hay sin embargo, excepciones importantes, especialmente para iones metálicos de las series de transición y de los grupos IIIA, IVA y VA, más allá del tercer período.*

*Los compuestos **iónicos** no constan de simples pares iónicos o agrupaciones pequeñas de iones, salvo en el estado gaseoso. En cambio cada ion tiende a rodearse con iones de carga opuesta, lo que resulta un cristal sólido formado por un gran número de iones positivos y negativos, ordenados alternadamente .*

Una **unidad formular** de un compuesto **iónico** es el conjunto más pequeño de iones que sea eléctricamente neutro. La unidad formular pasa a ser la base para la escritura de la fórmula del compuesto, así como también para describir un mol de la sustancia y su peso formular.

### **Enlace covalente:**

Imaginemos un proceso en el que se acercan dos átomos de H desde una distancia infinita, hasta juntarse; mientras se mantengan bastante distantes se puede considerar su energía de interacción como nula, cuando los átomos se ponen en contacto íntimo, ambos núcleos y los dos electrones deben ordenarse de tal modo que las fuerzas atractivas entre ellos sean un máximo y la energía de interacción sea mínima.

### **Covalencia coordinada:**

La molécula  $H_3N.BF_3$  representa el enlace covalente entre los átomos de nitrógeno y boro, el nitrógeno dona ambos electrones del enlace mientras que el átomo de boro sólo pone la disposición de un orbital vacío. Al enlace químico que resulta de este modo se le llama **enlace covalente coordinado o dativo**. No obstante, es importante destacar que una vez que se ha generado un enlace de este tipo no hay forma de distinguirlo de un enlace covalente simple.

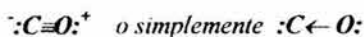
### ✓ **Referencia bibliográfica:**

Petrucci, Ralph H. (1977). Química General. Fondo Educativo Interamericano. México, p.143-170

### **Covalencia coordinada o enlace dativo:**

El caso más conocido de formación de moléculas en la que un electrón s del carbono no está promocionado es el monóxido de carbono. En este caso cabe esperar que el carbono

alcance una configuración  $s^2p^4$ , y el oxígeno una configuración  $s^2p^6$ , sin embargo la energía de disociación del CO y la distancia muy corta del enlace C-O sugieren que la estructura del enlace de valencia se represente mejor por:



La flecha de la fórmula anterior es un convenio utilizado para indicar que el oxígeno aporta los dos electrones en el enlace. Este enlace se llama frecuentemente enlace covalente coordinado o dativo, y una vez formado no se puede distinguir de un enlace covalente ordinario. Las cargas que se muestran en el enlace dativo se llaman cargas formales y se presentan siempre en este tipo de enlaces.

### **📖 Estudio teórico del enlace covalente:**

El primer desarrollo teórico del enlace covalente se debe a Heitler y London. Su estudio de la molécula de hidrógeno es una buena introducción a la discusión del enlace covalente. El estudio de Heitler y London puede extenderse a otras moléculas con enlace covalente procedente de la interacción de electrones con spins opuestos de dos átomos. Los electrones de valencia de una combinación atómica deben estar desapareados, si no están desapareados en el estado fundamental del átomo existirán orbitales vacantes de baja energía disponibles para acomodar a los electrones de spin apareado en orbitales separados. Los orbitales atómicos implicados en cada átomo deben tener el mismo número cuántico principal,  $n$ , ya que los orbitales no deben diferir grandemente en energía. Un átomo puede entonces formar un enlace covalente por cada uno de sus orbitales de valencia estables. Así el nitrógeno con la configuración externa  $2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$  puede formar tres enlaces, como en el  $\text{NF}_3$ , pero no puede formar cinco, como en  $\text{NF}_5$  porque la segunda capa está completa.



*El estudio de Heitler-London destaca la formación de un enlace químico como resultado del apareamiento de dos electrones, uno de cada átomo enlazado. La densidad electrónica del par compartido es máxima entre los dos átomos enlazados. Los átomos tienden a combinarse para formar capas compactas, pero en el  $\text{PF}_5$  y  $\text{SF}_6$  el octeto es superado y en el  $\text{BF}_3$  probablemente no se forma. Tal y como se presenta el estudio de Heitler-London no considera la formación de moléculas, tal como  $\text{H}_2^-$ , donde no tiene lugar apareamiento. No incluye la formación del enlace covalente coordinado donde uno de los átomos enlazados suministra los pares electrónicos, pero podrían hacerse extensiones para incluir estas situaciones de enlace.*

#### **📖 Carácter iónico parcial en los compuestos covalentes:**

*Se ha señalado que cabe esperar que la distribución electrónica en los enlaces covalentes entre átomos diferentes no sea simétrica, sino con densidad electrónica mayor cerca del átomo más electronegativo. Los enlaces covalentes polares pueden describirse en términos de electrones compartidos distribuidos asimétricamente o por híbridos de resonancia de una estructura covalente (electrones compartidos igualmente) y una estructura iónica (electrones transferidos).*

*Existe alguna confusión en el uso de los términos polar y no polar. Los términos han sido utilizados como sinónimo de iónico y covalente, respectivamente. Describiremos las sustancias iónicas si dan redes iónicas, y reservaremos los términos polar y no polar para diferentes tipo de enlaces covalentes. Un **enlace covalente no polar** implica igual o aproximadamente igual compartición de los electrones enlazantes, la diferencia en las electronegatividades será menor que 0.5.*

### **Enlace covalente polar.**


*Un enlace covalente polar es el que tiene una cantidad apreciable de carácter iónico. Cuanto mayor es la diferencia entre las electronegatividades de los átomos enlazantes mayor es la polaridad o carácter iónico del enlace.*

#### ✓ **Referencia bibliográfica:**

Bodie E. Douglas (1970), Conceptos y Modelos de Química Inorgánica, Primera Edición, Editorial Revete , pp 50-175.

### **Enlaces iónicos**

*Los compuestos iónicos son agrupaciones eléctricamente neutras de cationes y aniones que se mantienen unidos por la atracción entre iones de carga opuesta. Esta atracción se denomina “enlace iónico”*

 *Un **enlace iónico** es la atracción que proviene de las cargas opuestas de los cationes y de los aniones.*

### **El enlace con un par de electrones.**

*Gilbert Lewis propuso en 1916 el enlace en compuestos moleculares. Con brillante perspectiva, y antes de cualquier conocimiento de mecánica cuántica, Lewis identificó la característica esencial del “enlace covalente”, el enlace responsable de que los átomos formen moléculas.*

 *Un **enlace covalente** es un par de electrones compartidos entre dos átomos.*

*En la mayoría de los casos, cada átomo contribuye con un electrón al par que comparte con su vecino. Sin embargo, en algunos casos un solo átomo proporciona ambos electrones. En*

cualquier caso, el par de electrones compartido está situado entre los dos átomos. Una regla general para la aparición de enlaces covalentes (y de compuestos moleculares) es:

*El enlace iónico tiene lugar siempre que se involucra un elemento del bloque s (con excepción del H y del Be).*

*El enlace covalente tiene lugar cuando ambos elementos provienen del bloque p.*


*En términos de diferencia de electronegatividad  $\Delta_x$ :*

*El enlace iónico tiene lugar cuando  $\Delta_x$  es aproximadamente mayor que 2.*

*El enlace covalente tiene lugar cuando  $\Delta_x$  es aproximadamente menor a 1.*

*Hay solamente reglas aproximadas para predecir el tipo de enlace que se formará, y cuando  $\Delta_x$  está situada entre aproximadamente 1 y 2 el enlace, ni es claramente iónico ni claramente covalente.*

**Enlaces múltiples:** Dos átomos pueden enlazarse compartiendo más de un par de electrones.

 Un **doble enlace** consiste en dos pares de electrones compartidos.

 Un **triple enlace** consiste en tres pares de electrones compartidos.

✓ **Referencia bibliográfica:**

P. V. Atkins (1992), Química General, Ediciones Omega, pp 278 – 293

 **Enlace Químico:**

*Las fórmulas de los compuestos químicos no son accidentales. Existe un NaCl, pero no existe un NaCl<sub>2</sub>, pero no un CaF. Por otra parte, ciertos pares de elementos forman dos o incluso más compuestos diferentes, por ejemplo: Cu<sub>2</sub>O, CuO, N<sub>2</sub>O, NO, NO<sub>2</sub>. El poder de un átomo para combinarse con otros se denomina valencia, y se puede distinguir entre dos tipos principales, valencia iónica y covalente.*

### **Valencia Iónica:**

La valencia iónica describe la combinación entre partículas con cargas opuestas, o iones. Las fuerzas principales son las fuerzas eléctricas clásicas entre dos partículas cargadas cualesquiera. Algunos de los iones más comunes son:  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{F}^{-1}$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{MnO}_4^-$  por mencionar algunos. Las cargas de los iones elementales pueden comprenderse en función de la estructura electrónica de los átomos. Por ejemplo, los compuestos cuyos números atómicos difieren en 2 ó 3 de un gas noble tienden a formar compuestos iónicos que contienen un catión (ion positivo) o anión (ion negativo) isoelectrónicos (que tienen el mismo número de electrones) con el átomo del gas noble vecino. Con frecuencia, a la carga de un ion se le llama valencia iónica, puesto que determina el número de cargas opuestas con las cuales el ion se puede combinar para formar un compuesto neutro.

### **Covalencia:**

La fuerza covalente entre átomos que comparten dos o más electrones de "enlace" está relacionada con la deslocalización, o dispersión, de los electrones sobre una región más amplia del espacio en el enlace que la que ocupan en los átomos separados. El hecho de compartir los electrones en un enlace covalente hace que los átomos enlazados se acerquen más que en ausencia de enlace. Así, la distancia entre los dos átomos de H en  $\text{H}_2$ , 74 pm, es menor que la suma de los radios de Van der Waals (de no enlace) de dos átomos de H, 240 pm.

### ✓ **Referencia bibliográfica:**

Jerome L. Rosenberg (1988). Química General, Séptima Edición, McGraw-Hill, , pp131-133.

### **Concepto de valencia:**

*Debemos a Edward Frankland el concepto de "poder de combinación" que luego derivó en el de "valencia". La esencia se elaboró en un laboratorio alemán a la mitad del siglo XIX, en 1852 casi cincuenta años después de la presentación de la hipótesis atómica de John Dalton.*

*El término **poder de combinación** fue enunciado por sus contemporáneos de maneras muy diferentes, ya sea como **unidades de atomicidad** (Kekulé) o como **grados de afinidad**. Fue en 1868 cuando C. W. Wichelhaus introdujo para los mismos el término **valencia o capacidad de combinación**.*

### ✓ **Referencia Bibliográfica:**

Andoni Garritz y Cesar Rincón (1997), Valencia y números de oxidación. Corolario para docentes, Educación Química 8(3), 130-140.

### **Enlace iónico y covalente:**

*La transición del electrón durante la interacción de los átomos A y B que se diferencian bruscamente según su electronegatividad, convierte estos átomos en iones con cargas contrarias, donde la atracción electrostática que surge entre A y B conlleva a la formación de la molécula.*

*Los iones en la molécula se encuentran a una distancia, a la cual la transición equipara la repulsión (de envolturas electrónicas de iones y núcleos igualmente cargados). Así surge el enlace iónico.*

### **Enlace covalente:**

*Analicemos ahora la molécula compuesta por átomos que tienen la misma electronegatividad. Como ejemplo de esta molécula sirve el  $H_2$ . En éste caso ambos átomos*

en la disputa por el electrón son equitativos. En 1916-1918 Lewis y Langmuir dieron la hipótesis de que el enlace químico se forma debido al par común de electrones que pertenecen a ambos átomos. El enlace formado por los electrones que pertenecen a ambos átomos se llama homopolar o covalente.

#### **Enlace covalente polar:**

Debemos prestar atención a que si se excluyen moléculas compuestas de átomos iguales (ellas son comparativamente pocas), entonces todas las demás moléculas covalentes se caracterizan por algún desplazamiento (pequeño o grande ) de los pares electrónicos hacia uno de estos átomos, ya que ellas están formadas por átomos que se diferencian por su electronegatividad. Este es un enlace covalente polar. A las moléculas con enlace polar pertenecen, por ejemplo,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$ .

#### **Referencia bibliográfica:**

M. I. Karapetians (1979), Estructura de la sustancia, Segunda Edición, Editorial Mir. Moscú, pp. 181-191, 224-243.

#### **Características de los compuestos iónicos:**

1. -Los cristales iónicos de los compuestos iónicos son duros y frágiles.
2. -Los compuestos iónicos tienen puntos de fusión altos.
3. -Cuando se calientan al estado de fusión (si no se descomponen), los compuestos iónicos conducen la electricidad.
4. -Muchos compuestos iónicos se disuelven en disolventes muy polares (como el agua) y, cuando lo hacen, la solución es eléctricamente conductora

### **Enlace iónico:**

De acuerdo con el concepto de electronegatividad de Pauling, a medida que aumenta la diferencia de electronegatividad entre dos átomos unidos de forma covalente, el enlace se hace cada vez más polar. Finalmente, la diferencia crece a tal punto que el grado de "comparación" de los electrones es insignificante y definimos el enlace como iónico. Un enlace iónico es simplemente la atracción electrostática entre un ion positivo (catión) y un ion negativo (anión).

### **Enlace covalente:**

Los orbitales moleculares ofrecen el método más refinado y útil para explicar la manera como los átomos se combinan para formar moléculas covalentes. Sin embargo, cuando se aplica a moléculas que contienen más de dos átomos, la teoría del orbital molecular se torna muy compleja. Para estos casos se utilizan otras teorías más sencillas y más antiguas para la formación de enlaces.

Cuando dos átomos se aproximan uno al otro, sus orbitales atómicos se mezclan. Los electrones ya no pertenecen a un átomo, sino a la molécula en conjunto.

### **Fuerzas intermoleculares:**

Casi todas las sustancias con uniones covalentes se componen de unidades moleculares independientes. Si únicamente hubiese fuerzas intermoleculares (los enlaces covalentes), no habría atracción entre moléculas vecinas y, en consecuencia, todas las sustancias unidas covalentemente serían gases a cualquier temperatura. Sabemos que no es así. Por tanto deben existir fuerzas entre las moléculas, esto es, fuerzas intermoleculares. De hecho, hay una fuerza intermolecular que se ejerce entre las moléculas: las atracciones inducidas por los dipolos, también llamadas fuerzas de dispersión o fuerzas de London (en honor al

científico Fritz London ). Los demás tipos de fuerzas (dipolo-dipolo, ion-dipolo y puentes de hidrógeno) sólo se presentan en circunstancias específicas.

#### **Fuerzas de dispersión:**

*En la representación de orbitales de los átomos y las moléculas, la distribución de los electrones (la densidad electrónica) es un valor promedio en el tiempo. Lo que da origen a la atracción entre moléculas vecinas son las oscilaciones respecto a este valor promedio en el tiempo.*

#### **Puentes de hidrógeno:**

*Si examinamos la tendencia de los puntos de ebullición de los hidruros del grupo 17, se ve que el fluoruro de hidrógeno tiene un valor alto. Gráficas similares de los hidruros de los grupos 15 y 16 muestran que los puntos de ebullición del amoníaco y del agua son peculiares. Los elementos en cuestión tienen electronegatividades elevadas; por tanto se arguye que estas fuerzas intermoleculares mucho mayores son consecuencia de fuerzas dipolo-dipolo excepcionalmente intensas. Estas fuerzas reciben el nombre de puentes de hidrógeno.*

#### **Enlace metálico:**

*A diferencia de los no metales, donde casi siempre se comparten electrones dentro de unidades moleculares discretas, los átomos metálicos comparten electrones externos (de valencia) con todos los átomos vecinos más próximos. El libre movimiento de los electrones en toda la estructura metálica es lo que sirve para explicar la alta conductividad eléctrica y térmica de los metales.*

#### ✓ **Bibliografía:**

Geoff Rayner-Canham (2000), Química inorgánica descriptiva, Segunda Edición, Pearson Educación, pp 38-92



Es posible encontrar ideas previas en la bibliografía, en el caso de M. I. Karapetians (1979), Estructura de la sustancia, Segunda Edición, Editorial Mir. Moscú, pp. 181-191, 224-243; se menciona que la atracción electrostática de dos átomos con cargas opuestas conlleva a la formación de “*moléculas iónicas*”

Por otra parte es necesario comentar que en la mayoría de las ocasiones en la bibliografía, no se dan señales para prevenir la generación y el reforzamiento de las ideas previas de alumnos durante el proceso de aprendizaje.

## CAPÍTULO 4

### IDEAS PREVIAS SOBRE ENLACE QUÍMICO DOCUMENTADAS

Las ideas previas están siendo estudiadas por un gran número de investigadores, gracias a ello se ha encontrado que las ideas previas están documentadas en la bibliografía y en los medios electrónicos, en este último medio se tiene una basta información de las investigaciones actuales sobre las ideas previas.

También en los medios antes mencionados se pueden encontrar algunos modelos de estudio del proceso de enseñanza aprendizaje o de cambio conceptual por mencionar algunos.

Al considerar la existencia documentada de las ideas previas en la bibliografía como en los medios electrónicos, se puede decir que estas ideas previas alcanzan todos los niveles de escolaridad ya que nunca se logra tener un cambio radical de éstas.

Hay una página de Internet, elaborada en la UNAM, la página está organizada de manera que el usuario pueda encontrar rápidamente las ideas previas de alumnos de distintos niveles de escolaridad, de diferentes disciplinas y temas de estudio.

El trabajo de investigación para la página fue coordinado por el investigador Fernando Flores (Flores, *et al*, 2002). En la página se recopilan ideas previas de estudiantes de varios niveles de escolaridad, tales como: medio, medio superior, superior, etcétera<sup>1</sup>.

Esta página se desarrolló en el Centro de Instrumentos de la Universidad Nacional Autónoma de México, (hoy Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico CCADET) con la participación de investigadores de diversas entidades académicas y otras instituciones. Tiene la finalidad de dar a conocer las ideas previas sobre temas de interés científico y así poder

---

<sup>1</sup> Flores, F. *Et al*(2002). *Ideas Previas*. <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>, (última consulta 25 octubre de 2004)

aportar datos importantes a maestros y alumnos de lo que son las ideas previas más persistentes de los alumnos, en diferentes grados de escolaridad. Las personas que dan a conocer la información son investigadores que están involucrados con distintos trabajos acerca de las ideas previas.

En la página aparecen las ideas previas de mayor importancia y están clasificadas de acuerdo a la disciplina (campo), tema, subtema, edad y grado de escolaridad.

Del universo de ideas previas mencionadas en este medio solamente se tomaron las ideas que involucran modelos de enlace químico, de estudiantes universitarios para después compararlos con las de los alumnos de la Facultad de Química y finalmente poder hacer una discusión.

#### **IDEAS PREVIAS RECOPIADAS DE LA PAGINA DE INTERNET**

**Idea previa:** Dos cargas positivas “siempre se repelen” por que son diferentes y no se gustan.<sup>1</sup>

**Idea previa:** Un átomo de sodio “le presta al cloro uno de sus electrones”.<sup>1</sup>

**Idea previa:** El flúor es codicioso al tratar de agarrar dos electrones.<sup>1</sup>

**Idea previa:** Los átomos de carbono y nitrógeno quieren llenarse, les gustan los electrones en cada uno de sus orbitales, para llegar a ser como estables, mientras que el neón ya logró lo que necesitaba.<sup>1</sup>

**Idea previa:** La primera capa necesita dos electrones para ser estable...(un átomo de hidrógeno) se junta con otro hidrógeno y comparte un electrón del otro hidrógeno y así piensa que tiene dos electrones.<sup>1</sup>

**Idea previa:** Los electrones deslocalizados “pueden ayudar a hacer cosas como conducir la electricidad y cosas como esa”.<sup>1</sup>

**Idea previa:** Lo que un átomo está tratando de hacer es llegar a ser estable... en el caso de los metales es más fácil para ellos alcanzar la estabilidad mediante la pérdida de electrones.<sup>1</sup>

**Idea previa:** Los enlaces covalentes se rompen cuando una sustancia cambia de estado.<sup>2</sup>

**Idea previa:** En el enlace covalente los átomos comparten electrones para obtener capas de electrones llenas.<sup>9</sup>

**Idea previa:** Los electrones regresan a sus propios átomos al romperse los enlaces covalentes.<sup>9</sup>

**Idea previa:** En el enlace covalente, se comparte un solo electrón entre un par de átomos.<sup>7</sup>

**Idea previa:** En todos los enlaces covalentes se comparte el par electrónico equitativamente.<sup>3</sup>

**Idea previa:** En un enlace covalente, los electrones se encuentran más cerca del elemento más electronegativo.<sup>4</sup>

**Idea previa:** La carga iónica determina la polaridad del enlace.<sup>4</sup>

**Idea previa:** Los pares de electrones no enlazantes influyen en la posición de los pares compartidos y determinan la polaridad del enlace.<sup>4</sup>

**Idea previa:** El átomo más grande es el que ejerce el mayor control sobre el par de electrones compartidos.<sup>4</sup>

**Idea previa:** Las moléculas no simétricas con enlaces covalentes son polares.<sup>4</sup>

**Idea previa:** La polaridad de la molécula depende solamente de la diferencia de electronegatividad entre los átomos que forman cada enlace en la molécula.<sup>6</sup>

**Idea previa:** Si una molécula tiene pares de electrones no enlazantes, entonces es polar. Si no tiene pares libres entonces es no polar.<sup>6</sup>

**Idea previa:** En el enlace iónico un electrón es transferido de manera que los átomos tengan capas completas.<sup>9</sup>

**Idea previa:** El número de enlaces iónicos está determinado por la electrovalencia.<sup>9</sup>

**Idea previa:** Los compuestos iónicos contienen moléculas formadas mediante transferencia de electrones.<sup>9</sup>

**Idea previa:** En las redes iónica hay dos tipos de interacciones, enlaces iónicos entre las moléculas y fuerzas entre ellas.<sup>9</sup>

**Idea previa:** La configuración electrónica del átomo determina el número de enlaces iónicos que se forman.<sup>8</sup>

**Idea previa:** Los enlaces iónicos se forman sólo entre los átomos que donan/aceptan los electrones.<sup>8</sup>

**Idea previa:** Los iones interactúan con los demás iones alrededor de ellos, pero en el caso de aquellos que no se encuentran enlazados iónicamente, estas interacciones son solamente fuerzas.<sup>8</sup>

**Idea previa:** En un cloruro de sodio, un ion cloruro está enlazado a un ion sodio y atraído a otros cinco átomos de sodio, pero sólo mediante fuerzas, no mediante un enlace.<sup>8</sup>

**Idea previa:** La estructura interna de un clavo de hierro está formada por los núcleos positivos de los átomos.<sup>5</sup>

**Idea previa:** La estructura interna de un clavo de hierro está formada por los núcleos positivos de los átomos con electrones en los espacios entre ellos.<sup>5</sup>

**Idea previa:** La estructura interna de un clavo de hierro está formada por los núcleos positivos de los átomos con electrones al rededor.<sup>5</sup>

**Idea previa:** La estructura interna de un clavo de hierro está formada por los átomos de hierro con electrones entre ellos.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup>Taber, K. S. and Watts, (1996), The secret life of the chemical bond: students anthropomorphic and animistic references to bonding. *International Journal of Science Education*, 18(5), 557-568.

---

<sup>2</sup>Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic test to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.

<sup>3</sup>(1) Peterson, R. F. and Treagust, D. F. (1989, Grade-12 Students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*, 66(6), 459-460. (2) Garnett, P.J. Garnett, P. J and Hackling, M. W. (1995). Students Alternative Conceptions in Chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Students in Science Education*, 25, 69-95. (3) Birk. J. P, and Kurtz, M. J. (1999). Effect of experience on retention and elimination of misconceptions about molecular structure and bonding, *Journal of Chemical Education*, 76(1), 124-128.

<sup>4</sup>Birk. J. P, and Kurtz, M. J. (1999). Effect of experience on retention and elimination of misconceptions about molecular structure and bonding, *Journal of Chemical Education*, 76(1), 124-128.

<sup>5</sup>De Posada, J. M. (1993). Concepciones de los alumnos de 15-18 años sobre la estructura interna de la materia en el estado sólido. *Enseñanza de las Ciencias*. 11(1), 12-19.

<sup>6</sup>Furió, C. and Catalayud, M. L. (1996, Difficulties with the geometry and polarity of molecules, *Journal of Chemical Education*, 73(1), 36-41.

<sup>7</sup>Book. H. K, (1998). Student's understanding of Chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 569-581

<sup>8</sup>Taber, K. S, (1994), Misunderstanding the ionic bond. *Education in Chemistry*, July, 100-102.

<sup>9</sup>Taber, K. S. (1999), Alternative Frameworks in Chemistry. *Education in Chemistry*, 36(5), 135-137.

## CAPÍTULO 5

### INVESTIGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS SOBRE ENLACE QUÍMICO EN ALUMNOS DE LA FACULTAD DE QUÍMICA

El estudio de las ideas previas ha tenido bastante interés en España, y en otros países en nuestro país se ha iniciado su estudio con la finalidad de conocer algunas causas que limitan la evolución del aprendizaje de los alumnos.

Las investigaciones sobre ideas previas nos permiten aportar elementos que serán la base para el diseño de nuevas metodologías de enseñanza o de nuevos planes de estudio. Se están realizando investigaciones sobre ideas previas, las cuales están dirigidas a los diferentes niveles de escolaridad. De manera que se puede tener un esquema general del conocimiento de las ideas previas en los diferentes ciclos escolares.

Al conocer las causas que limitan el aprendizaje se pueden diseñar estrategias de enseñanza, las cuales pueden ser aplicables a los diferentes niveles de escolaridad en nuestro país.

#### 5.1 METODOLOGÍA:

La búsqueda de las ideas previas se realizó en página de Internet y revistas, así como en la bibliografía más consultada por los alumnos que cursan materias como Química General, Química Inorgánica y Química Covalente. De dicha búsqueda se tomaron algunas ideas previas y conceptos sobre enlace, tomándose estas ideas o conceptos como referencia para elaborar la prueba diagnóstica, y así poder realizar la investigación.

Para poder obtener la información deseada se elaboró la prueba diagnóstica y se realizó una primera aplicación como prueba piloto.

La primera prueba diagnóstica (prueba piloto) se aplicó en un grupo ordinario de Química Inorgánica de la Facultad de Química. Esta prueba comprendió un total de cincuenta preguntas, aplicándose a una muestra de 22 alumnos.

Los resultados obtenidos de esta primera aplicación se analizaron con la finalidad de conocer el grado de dificultad de las preguntas elaboradas.

Al analizar los resultados se hicieron correcciones. Por ejemplo, se cambió la redacción de algunas preguntas, se cambió el orden de algunas de ellas y algunas preguntas se eliminaron.

Al realizar las correcciones pertinentes se llegó a una prueba constituida por treinta y siete preguntas, de las cuales en nueve se pide al alumno que explique su respuesta y el resto de las preguntas (28) son de falso o verdadero. La prueba se aplicó a una muestra de estudiantes de las siguientes asignaturas: Química General (primer semestre), Química Inorgánica (tercer semestre) y Química Covalente (quinto semestre).

Para poder conocer la evolución de las ideas previas, la prueba se aplicó en dos etapas, antes y después de ver el Enlace Químico en cada una de las asignaturas y semestres antes mencionados.

También se aplicó en un grupo SADAPI (Subprograma de Atención Diferenciada a Alumnos de Primer Ingreso) para poder conocer algunas de las ideas previas de estos grupos.

Cabe mencionar que el programa Sadapi, es un programa de la Facultad de Química que atiende a alumnos de primer ingreso que tienen deficiencias en el conocimiento básico y así lograr superar algunas de estas deficiencias. Los alumnos de este programa disponen de el doble de tiempo para cursar el semestre comparado con los alumnos de un grupo ordinario para cursar las asignaturas del primer semestre de todas las carreras.



Los resultados obtenidos se presentan en tablas, en las cuales se da a conocer el número de pregunta, porcentaje de alumnos que contestan correctamente las preguntas ya sea para la primera etapa (antes de ver el Enlace Químico) o para la segunda etapa (después de ver el Enlace Químico).

Los resultados de las tablas ya sea para la primera etapa o para la segunda se comparan gráficamente para poder visualizar la evolución o persistencia de las ideas previas entre los diferentes grupos.

También se comparan los resultados de una asignatura para antes y después de ver el enlace químico en los cursos respectivos, después se comparan los resultados de los diferentes grupos y diferentes asignaturas también para las dos aplicaciones (antes y después) de ver el enlace químico.

De esta manera se comparan los resultados para las dos etapas (antes y después) de ver el enlace químico para cada grupo y asignatura.

También se realiza un inventario de las ideas previas de los alumnos encontradas en las dos etapas en las que se llevó a cabo la aplicación de la prueba diagnóstica, pudiendo así comparar estas ideas previas de los alumnos con las que aparecen en la bibliografía y la página de Internet y finalmente hacer una discusión sobre la evolución o la persistencia de las ideas previas de los alumnos de la Facultad de Química sobre el tema en estudio.

Es importante mencionar que todas las aplicaciones de las pruebas se realizaron en la hora de clase, salón de clases y en presencia del profesor de la asignatura; además en todos los casos se aplicó la misma prueba diagnóstica y que el tiempo para resolver la prueba también fue el mismo para todos los grupos, la prueba diagnóstica fue la siguiente:

**PRUEBA DIAGNÓSTICA SOBRE ENLACE QUÍMICO****Cuestionario**

1. ¿El enlace químico es un modelo o una realidad?  
Explica tu respuesta.
2. ¿Qué tipos de enlaces químicos conoces? Explica tu respuesta.
3. En un átomo los electrones están girando alrededor del núcleo, ¿crees que dicho movimiento se verá afectado al momento de formar un enlace?. Explica tu respuesta.
4. El enlace C-F es polar, pero en el tetrafluoruro de carbono la disposición de los cuatro enlaces da un resultado de una molécula con momento dipolar cero. Explica a qué se debe.

*Escoge la opción correcta para contestar cada una de las siguientes preguntas*

5. ¿Qué tipo de enlace presenta el  $F_2$ ? Explica tu respuesta.
  - a) Iónico
  - b) Covalente
  - c) Covalente polar
6. Responde cada uno de los siguientes incisos. ¿Qué tipo de enlace presenta cada uno de los siguientes compuestos
  - a) NaCl
  - b)  $POCl_3$
  - c)  $C_3H_6O$  (acetona)
  - d)  $Cu_5Zn_8$

Explica tu respuesta.

7. 10 partículas de KCl constituyen

- a) un grupo de moléculas formado por átomos.
- b) una sola molécula formada por átomos
- c) una red formada por átomos.
- d) una red formada por iones

Explica tu respuesta.

8. 10 partículas de calcio constituyen

- a) una sola molécula formada por átomos.
- b) sólo un átomo de calcio
- c) una red formada por cationes y electrones
- d) un grupo de moléculas formado por átomos

Explica tu respuesta.

9. A continuación se describen las características de dos compuesto A y B; ¿qué tipo de enlace químico explica mejor cada ejemplo?

Compuesto A \_\_\_\_\_ Compuesto B \_\_\_\_\_

| Propiedad               | Característica | Característica   |
|-------------------------|----------------|------------------|
| Aspecto                 | Sólido blanco  | Líquido incoloro |
| P. Fusión °C            | 801            | -23              |
| Densidad g/cc           | 2.17           | 1.59             |
| Sol. en agua            | alta           | Muy baja         |
| Punto de ebullición °C  | 1413           | 76.5             |
| Conductividad eléctrica | Sí conduce     | No conduce       |

Explica tu respuesta.

*Lee cuidadosamente cada una de las siguientes oraciones; se refieren a propiedades o características de varios tipos de enlace químico. Escribe V, si es verdadera, o F si es falsa.*

1. \_\_\_ La formación de un enlace dependerá de los electrones de valencia.
2. \_\_\_ En la formación de un enlace participan fuerzas electrostáticas y electromagnéticas
3. \_\_\_ Un enlace implica siempre un par de electrones entre dos átomos.
4. \_\_\_ La atracción entre dos iones sucede cuando éstos tienen cargas diferentes, siendo una característica del enlace iónico.
5. \_\_\_ En la molécula de  $F_2$  el enlace implica un par de electrones.
6. \_\_\_ En un enlace, se puede identificar a los electrones y asegurar a qué átomo pertenecen.
7. \_\_\_ En un átomo o ion que tiene su última capa de valencia completa es más fácil arrancar uno de los electrones.
8. \_\_\_ Si la geometría de una molécula es lineal, por lo tanto es simétrica, esto implica que el momento dipolar sea cero.

9. \_\_\_ Los pares de electrones no enlazantes influyen en la posición de los pares compartidos y determinan la polaridad de la molécula.
10. \_\_\_ La forma estructural de una molécula es el resultado de todas las repulsiones de los pares de electrones libres y enlazantes.
11. \_\_\_ Los puentes de hidrógeno son enlaces químicos y no solamente fuerzas.
12. \_\_\_ En las interacciones de Van der Waals los electrones no abandonan el núcleo simplemente tiene lugar una pequeña deformación.
13. \_\_\_ La polarización de un átomo se refiere a la deformación de la nube electrónica.
14. \_\_\_ En una molécula formada por dos átomos con distintos valores de electronegatividad, los electrones pasarán más tiempo en la nube electrónica del átomo con mayor valor de electronegatividad.
15. \_\_\_ En un enlace covalente cada uno de los átomos dona un par de electrones para la formación del enlace.
16. \_\_\_ En un cristal de NaCl los iones sodio están rodeados de seis iones cloruro.
17. \_\_\_ Los compuestos covalentes no pueden formar sólidos cristalinos

18. \_\_\_ Los compuestos gaseosos a temperatura ambiente son covalentes.
19. \_\_\_ Si en una botella hubiera oxígeno, las moléculas de este gas estarían separadas entre sí a temperatura ambiente.
20. \_\_\_ El HF es un compuesto iónico (p. ebullición 25.5°C).
21. \_\_\_ Un compuesto con punto de ebullición alto, se disuelve en agua y conduce la corriente; seguramente será iónico.
22. \_\_\_ Si un compuesto no se disuelve en agua, no conduce la corriente eléctrica, entonces es covalente.
23. \_\_\_ Un enlace covalente polar es el tipo de enlace químico que tiene mayor carácter iónico que covalente.
24. \_\_\_ En el enlace covalente no polar es necesario que los átomos tengan electronegatividades con valores iguales o al menos parecidas.
25. \_\_\_ La longitud del enlace químico disminuye al incrementarse la separación entre las cargas.
26. \_\_\_ La diferencia en punto de fusión de las sustancias se debe al enlace entre los átomos.

27. \_\_\_\_ Hay una frontera que permite separar claramente los compuestos iónicos de los covalentes

28. \_\_\_\_ 10 partículas de  $N_2$  constituyen una red formada por átomos.

¡Gracias por tu colaboración!

## 5.2 RESULTADOS

### IDEAS RECOPIADAS DE LA PRUEBA DIAGNOSTICA

Es preciso mencionar que las ideas previas que a continuación se presentan son recopiladas de la parte uno de la prueba (de la pregunta número uno a la nueve) y además se usa el lenguaje y los enunciados textuales de los alumnos.

Con la finalidad de facilitar el manejo de la información, se asignó un código I a cada una de las asignatura en la tabla No. 1. Estos resultados muestran los enunciados encontrados al revisar la prueba diagnóstica para cada uno de los grupos y asignaturas implicados.

También se hace referencia a la etapa en la que se llevó a cabo la aplicación de la prueba diagnóstica.

Tabla No. 1

| <b>Código I</b> | <b>Asignatura</b>         | <b>Aplicación</b>                |
|-----------------|---------------------------|----------------------------------|
| A11             | Q. General                | Antes de ver el enlace químico   |
| A12             | Q. General                | Antes de ver el enlace químico   |
| A13             | Q. General (grupo SADAPI) | Antes de ver el enlace químico   |
| A00             | Q. Inorgánica             | Antes de ver el enlace químico   |
| B11             | Q. Inorgánica             | Antes de ver el enlace químico   |
| B12             | Q. Inorgánica             | Antes de ver el enlace químico   |
| B13             | Q. Inorgánica             | Antes de ver el enlace químico   |
| C11             | Q. Covalente              | Antes de ver el enlace químico   |
| A21             | Q. General                | Después de ver el enlace químico |
| B21             | Q. Inorgánica             | Después de ver el enlace químico |
| C21             | Q. Covalente              | Después de ver el enlace químico |



**Grupo A11.**

|            |   |
|------------|---|
| Asignatura | Q. General  |
| Aplicación | Antes de ver el Enlace Químico  |
| Carreras   | Química, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica, Química de Alimentos, Química Farmacéutica Biológica |
| Semestre   | Primero   |
| Tema       | Enlace Químico  |
| Nivel      | Licenciatura  |

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿El enlace químico es un modelo o una realidad? Explica tu respuesta**

1. Es una realidad ya que se puede comprobar que hay enlaces al momento de formar compuestos.
2. Es una realidad porque se demuestra su existencia al hacer reaccionar un compuesto
3. Es una realidad comprobable a través de la energía de ionización.
4. Es una realidad porque si no fuera así, no se podrían formar los compuestos que se conocen.
5. Es una realidad ya que al realizar algún experimento se tienen nuevas propiedades.
6. Solamente es un modelo porque sólo se demuestra teóricamente.
7. Es una realidad ya que aunque no vemos a los electrones éstos se pueden unir entre sí.
8. Es una realidad ya que de ésta manera se unen los átomos.
9. Es un modelo ya que el enlace químico no existe como tal y sólo lo usamos para identificar la unión de los elementos.

10. Es un modelo ya que no podemos ver los enlaces.
11. Es un modelo ya que nos permite conocer las fuerzas que actúan en la unión de átomos.
12. Es un modelo que nos ayuda a entender el enlace.
13. Modelo que está basado en la atracción de los electrones.

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿Qué tipos de enlace químico conoces? Explica tu respuesta.**

➤ **Iónico:**

1. Se da entre un metal y un no metal
2. Cuando un átomo gana y el otro pierde sus electrones.
3. Es la atracción entre cargas.

➤ **Enlace covalente polar:**

1. Es cuando hay diferencias de electronegatividades

➤ **Covalente coordinado:**

2. Es cuando uno de los átomos aporta dos electrones y el otro un orbital.

➤ **Enlace covalente:**

1. Es cuando los átomos comparten sus electrones.
2. Se da entre dos no metales y se tiene la compartición de electrones.

**Grupo A12.**

|            |   |
|------------|---|
| Asignatura | Q. General  |
| Aplicación | Antes de ver el Enlace Químico  |
| Carreras   | Química, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica, Química de Alimentos, Química Farmacéutica Biológica |
| Semestre   | Primero   |
| Tema       | Enlace Químico  |
| Nivel      | Licenciatura  |

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿El enlace químico es un modelo o una realidad? Explica tu respuesta**

1. Es una realidad ya que gracias a los enlaces se forman las sustancias.
2. Es un modelo que nos permite interpretar la realidad.
3. Es un modelo que nos permite diferenciar el enlace que se tiene entre las moléculas.
4. Es un modelo que nos permite conocer cómo se constituye la materia.
5. Es una realidad ya que sí existe en la naturaleza.
6. Es solamente un modelo porque el enlace como tal no existe.
7. Es un modelo que indica cómo están unidos y repartidos los electrones en un compuesto.
8. Es una realidad porque todos los compuestos están unidos mediante fuerzas o enlaces.
9. Es una realidad, ejemplo: las moléculas del agua se unen por medio del enlace y los aminoácidos se unen por medio de enlace peptídico por eso existen las proteínas.

10. Es una realidad ya que la composición y propiedades de las sustancias suelen estar otorgadas por los enlaces.
11. Es una realidad ya que los enlaces están formados por ligaduras.
12. Es una realidad ya que todo lo que nos rodea tiene una estructura por moléculas formadas entre sí.

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿Qué tipos de enlace químico conoces? Explica tu respuesta.**

➤ **Iónico:**

1. Es el tipo de enlace en el que se donan electrones.
2. Es el tipo de enlace en el que un elemento cede y el otro recibe electrones
3. Se da entre un metal y un no metal.
4. Es en enlace del nivel de electronegatividad menor a 1.7.
5. Este enlace se forma entre un anión y un catión.
6. Se da este enlace cuando se tienen cargas distintas.

➤ **Covalente:**

1. Se da entre dos metales
2. Tienen un nivel de electronegatividad mayor a 1.7
3. Es el tipo de enlace en el que se comparten electrones.
4. En este tipo de enlaces se comparten electrones.
5. Cuando uno de los átomos cede un par de electrones.
6. Se da entre dos no metales.

➤ **Enlaces sigma y  $\pi$ :**

1. Solamente he escuchado que se usan en química orgánica.

➤ **Enlace peptídico:**

1. Es el enlace que se da entre proteínas.

➤ **Enlace covalente coordinado:**

1. Los átomos que participan son iguales.

**Grupo A13.**

|            |   |
|------------|---|
| Asignatura | Q. General (grupo SADAPI)   |
| Aplicación | Antes de ver el Enlace Químico  |
| Carreras   | Química, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica, Química de Alimentos, Química Farmacéutica Biológica |
| Semestre   | Primero   |
| Tema       | Enlace Químico  |
| Nivel      | Licenciatura  |

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿El enlace químico es un modelo o una realidad? Explica tu respuesta**

1. Es una realidad
2. Es una realidad porque está demostrado en las reacciones.
3. Es una realidad ya que por este medio se forman los compuestos.
4. Es una realidad ya que por medio de esto se unen los elementos
5. Es un modelo pues representa la organización e interacción entre entidades imperceptibles para los sentidos.
6. Es la representación de las fuerzas electrostáticas que ejercen los iones o átomos que los mantienen unidos y no están en contacto físico entre sí.

7. Es un modelo .
8. Es un modelo porque las partículas son tan pequeñas que debe suponerse un enlace ya que no se puede observar con exactitud lo que sucede, pero puede ser real porque lo observamos en nuestro alrededor.

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿Qué tipos de enlace químico conoces? Explica tu respuesta.**

➤ **Iónico:**

1. Cuando se da una transferencia de electrones.
2. Se da entre iones a través de grandes fuerzas electrostáticas que forman una red.

➤ **Covalente:**

1. Tiene lugar cuando se comparten electrones.
2. Se da entre átomos que comparten electrones para llenar su capa de valencia y generar una molécula eléctricamente neutra.

➤ **Puente de hidrógeno:**

1. Se da principalmente en moléculas donde se encuentra este elemento generándose un dipolo.

➤ **Enlace de Van der Waals:**

1. Son interacciones débiles que generan atracciones intermoleculares debido a cambios momentáneos en la densidad electrónica.

➤ **Metálico:**

1. Un mar de electrones sobre una superficie de núcleos elementales de metales.

➤ **Coordinado:**

1. Es cuando un elemento aporta el par de electrones para la formación del enlace.

**Grupo A00.**

|            |   |
|------------|---|
| Asignatura | Q. Inorgánica   |
| Aplicación | Antes de ver el Enlace Químico  |
| Carreras   | Química, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica, Química de Alimentos, Química Farmacéutica Biológica |
| Semestre   | Tercero   |
| Tema       | Enlace Químico  |
| Nivel      | Licenciatura  |

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿El enlace químico es un modelo o una realidad? Explica tu respuesta**

1. Como un modelo que explica la manera de cómo se mantienen unidos los átomos o moléculas.
2. Es un modelo que nos permite observar las características de la materia.
3. Es un modelo que parte de los orbitales atómicos o moleculares tomando en cuenta el traslape que se lleva a cabo.
4. Modelo que explica las diferentes uniones entre partículas.
5. Solamente es un modelo ya que no se puede ver nada físicamente y sólo sabemos que los átomos de alguna manera están unidos.
6. Es un modelo que nos explica la unión electrostática entre los átomos de diferente carga.

7. Es una realidad porque interviene en la naturaleza de manera que podemos explicar algunos fenómenos que en ésta ocurren como (solubilidad, interacciones físicas, propiedades químicas, estados de agregación, reacciones químicas etc.)
8. Es un modelo que explica cómo están unidos los átomos para formar una molécula o compuesto y así poder explicar sus propiedades.
9. Es una realidad ya que todos los elementos están enlazados ya sea en forma iónica o covalente. Además se sabe si este enlace es muy fuerte o muy débil.
10. Es un modelo que se aproxima a la realidad.
11. Es un modelo ya que no se ha comprobado experimentalmente la existencia de un enlace como se describe en el pizarrón, sin embargo nos permite hacer suposiciones y predicciones sobre la química cotidiana.

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿Qué tipos de enlace químico conoces? Explica tu respuesta.**

➤ **Enlace iónico:**

1. Es característico de las sales en donde participan iones como cloruro y sodios.
2. Se forma cuando un átomo cede sus electrones de valencia a otro.
3. Cuando al disolver tenemos iones.
4. Aquí los átomos se unen mediante fuerzas electrostáticas.
5. Intercambio de electrones del átomo más electronegativo al menos electronegativo.
6. Se lleva a cabo por interacciones electrostáticas entre núcleos y electrones entre distintos átomos.

➤ **Enlace covalente:**

1. Se caracteriza por la unión de un metal y un no metal.
2. Aquí los átomos comparten electrones



3. Es el más fuerte de todos .
4. Cada átomo participa con un electrón.
5. Hay una interpenetración frontal de los orbitales híbridos u orbitales atómicos sin hibridación.
6. Se caracteriza por átomos con igual o muy parecida electronegatividad.
7. Un átomo gana electrones mientras el otro átomo los pierde.

➤ **Covalente coordinado:**

1. Tiene lugar en orbitales desocupados y comparte electrones.
2. Es cuando uno de los átomos dona el par de electrones.
3. Es cuando existe un metal como átomo central y éste es rodeado por un determinado número de ligantes.

➤ **Puentes de hidrógeno:**

1. Es la atracción entre hidrógeno y oxígeno.

➤ **Fuerzas de Van der Waals:**

1. Existen en compuestos gaseosos.

➤ **Enlace metálico:**

1. Se da entre metales.

➤ **Ion-dipolo:**

1. Se da entre un ion y un dipolo, una molécula con una nube electrónica dispersa y como su nombre lo indica se refiere a dos polos.
2. Es debido a la interacción entre átomos y moléculas.

➤ **Dipolo-dipolo:**

1. Interacción entre moléculas de diferentes cargas.

**Grupo B11**

|            |   |
|------------|---|
| Asignatura | Q. Inorgánica   |
| Aplicación | Antes de ver el Enlace Químico  |
| Carreras   | Química, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica, Química de Alimentos, Química Farmacéutica Biológica |
| Semestre   | Tercero   |
| Tema       | Enlace Químico  |
| Nivel      | Licenciatura  |

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿El enlace químico es un modelo o una realidad?**

1. Es un modelo que de una forma explica las uniones química para que queden más claras.
2. Es un modelo que puede explicar la realidad.
3. Es un modelo que explica la interacción entre átomos.
4. Es un modelo que explica como se juntan los diversos átomos.
5. Es un modelo que se acerca a la realidad.
6. Es un modelo, ya que los electrones nunca están estáticos, sin embargo, hay una unión entre los átomos por medio de electrones.
7. Es un modelo por que las interacciones entre los electrones de la capa de valencia forma los enlaces.

Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:

**¿Qué tipos de enlace químico conoces? Explica tu respuesta.**

➤ **Enlace iónico:**

1. Es el tipo de enlace químico donde se ceden o aceptan electrones.
2. Se forma entre un metal y un no metal.
3. Se da cuando hay una diferencia de electronegatividades.
4. Es cuando uno de los átomos pierde un electrón.
5. Es el enlace en el que hay pérdida o ganancia de electrones
6. Es cuando uno de los elementos tienen mayor electronegatividad que el otro.

➤ **Enlace covalente:**

1. Se caracteriza por la unión de un metal y un ion.
2. Es el enlace en el cual se comparten electrones.
3. Se caracteriza porque cada átomo participa con un electrón.
4. Comparte electrones para cumplir la regla del octeto.

**Grupo B12**

|            |   |
|------------|---|
| Asignatura | Q. Inorgánica   |
| Aplicación | Antes de ver el Enlace Químico  |
| Carreras   | Química, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica, Química de Alimentos, Química Farmacéutica Biológica |
| Semestre   | Tercero   |
| Tema       | Enlace Químico  |
| Nivel      | Licenciatura  |

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿El enlace químico es un modelo o una realidad? Explica tu respuesta**

1. Modelo que sirve para explicar la naturaleza del enlace entre los diferentes tipos de elementos y se pueda predecir lo que se puede formar.
2. Es un modelo ya que se cree que es así como lo plantean los científicos, pero no se sabe a ciencia cierta.
3. Es un modelo basado en el comportamiento de los electrones, pero no creo que sea algo que sucede tal cual porque los electrones están en constante movimiento.
4. Es un modelo que permite explicar cómo están las moléculas
5. Es una realidad.
6. Es una realidad ya sin él no existirían los compuestos.
7. Es una realidad pues de él se derivan todos los compuestos.
8. Modelo porque aún no se ha podido comprobar muy bien.
9. Es una realidad ya que con esto podemos predecir el tipo de enlace que se forma al combinar dos o más elementos.
10. Es un modelo porque sería casi imposible poderlo demostrar como tal.
11. Es una realidad ya que se observa en diferentes reacciones
12. Es una representación de cómo suponemos el acomodo de los electrones mediante un enlace, es decir son las soluciones a las ecuaciones matemáticas que representan el enlace.
13. Es un modelo, casi siempre tratamos de imaginar lo que ocurre en ciertos fenómenos, de esta manera se eligió un modelo que se acercó lo mejor posible a la realidad.
14. Es un modelo matemático.
15. Es una realidad que se explica con hechos comprobables y experimentalmente.

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿Qué tipos de enlace químico conoces? Explica tu respuesta.**

➤ **Iónico:**

1. Es la transferencia de electrones entre átomos
2. Mantiene unido a los iones
3. Es el enlace que hay entre un anión y un catión y se realiza en compuestos inorgánicos como el HCl
4. Es la unión de un metal a un no metal en el cual el metal cede sus electrones.

➤ **Covalente:**

1. Es el enlace en el que dos átomos comparten dos electrones.
2. Comparten electrones entre átomos .
3. Es el enlace en el que los átomos comparten sus electrones. Ejemplo el agua.

➤ **Enlace covalente no polar:**

1. Es cuando las especies que se unen tienen igual cantidad de electrones compartidos es decir la misma valencia por lo que los electrones están equidistantes.

➤ **Enlace covalente polar:**

1. Cuando la unión ocurre entre elementos de diferente electronegatividad.

➤ **Enlace coordinado:**

1. Cuando los electrones compartidos son del mismo elemento.

➤ **Enlace molecular:**

1. Es la forma de unión entre moléculas y átomos

**Grupo B13**

|            |   |
|------------|---|
| Asignatura | Q. Inorgánica   |
| Aplicación | Antes de ver el Enlace Químico  |
| Carreras   | Química, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica, Química de Alimentos, Química Farmacéutica Biológica |
| Semestre   | Tercero   |
| Tema       | Enlace Químico  |
| Nivel      | Licenciatura  |

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿El enlace químico es un modelo o una realidad? Explica tu respuesta**

1. Es una realidad porque el enlace representa las interacciones o fuerzas entre las moléculas.
2. Es un modelo ya que gracias a él podemos explicar las interacciones entre átomos o elementos ya que nunca se ha comprobado visiblemente.
3. Es una realidad puesto que sin ello no se podría tener ningún tipo de estructura.
4. Es un modelo porque para estudiar la materia necesitamos tener modelos para explicarnos cómo y de qué está compuesta la materia, estos modelos deben ser útiles, entendibles y deben explicar una realidad.
5. Es un modelo ya que se basa en la concepción que tenemos de la estructura atómica que obviamente es un modelo, que sirve para explicar muchas cosas.
6. Es una realidad porque experimentalmente está comprobado.
7. Es un modelo que explica la unión de todos los compuestos

8. El enlace químico es una realidad gracias a los avances en el modelo que Lewis inició hace más de un siglo y a los adelantos tecnológicos que permiten conocer la estructura de los átomos.
9. Es un modelo ya que es abstracto, no es tangible sólo se supone su existencia.
10. Es una realidad ya que por medio de esos enlaces se hacen los compuestos, es una manera de unir los electrones a través de las fuerzas electrostáticas.
11. Es una realidad porque en ella se llevan a cabo reacciones y forman compuestos con características diferentes a las de los átomos y, por otra parte, existe siempre en la naturaleza.
12. Es sólo uno y sus propiedades varían dependiendo del tipo de enlace que haya entre las moléculas.
13. Es un modelo que explica tentativamente la unión de dos o más átomos.

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿Qué tipos de enlace químico conoces? Explica tu respuesta.**

1. Covalente, coordinado, polar, no polar, iónico, dipolo-dipolo, dipolo inducido, puente de hidrógeno, enlaces intermoleculares, enlace múltiples.

### **Grupo C11**

|            |                                |
|------------|--------------------------------|
| Asignatura | Q. Covalente                   |
| Aplicación | Antes de ver el Enlace Químico |
| Carreras   | Química                        |
| Semestre   | Quinto                         |
| Tema       | Enlace Químico                 |
| Nivel      | Licenciatura                   |

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿El enlace químico es un modelo o una realidad? Explica tu respuesta**

1. Es una realidad.
2. Es una realidad ya que los enlaces están en toda la materia.
3. Es un modelo, el cual utilizamos para nuestros beneficios y para comprender mejor la materia.
4. Es un modelo ya que el enlace químico generalmente se basa en la interpenetración de la nube electrónica de los átomos que lo forman, lo cual representamos para su mejor comprensión con símbolos como A-B donde se denota que el átomo A está unido al átomo B por algún tipo de enlace.
5. Es un modelo ya que con esto es más fácil de poder comprender la química.
6. Es un modelo creado por el hombre para explicar cómo reaccionan los elementos para formar compuestos.
7. Es un modelo que se usa por los químicos para explicar la realidad que sucede a nivel atómico.
8. Es una realidad explicada a través de modelos ya que estos son el acomodo y la distribución real de cada una de las moléculas que existen; por medio de los modelos queremos explicar la realidad cómo están distribuidas y enlazadas las moléculas por ejemplo en el agua el enlace es representado por una raya.
9. Es un modelo ya que es así como explicamos nuestras observaciones experimentales.
10. Es un modelo que explica el comportamiento de los enlaces de manera teórica.



*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿Qué tipos de enlace químico conoces? Explica tu respuesta.**

➤ **Enlace iónico:**

1. El enlace iónico se da entre un metal y un no metal, siendo éste un enlace muy fuerte.
2. Es una interacción coulombica
3. Este tipo de enlaces se caracteriza por tener una diferencia de electronegatividades bastante grande y un electrón pasa de un átomo a otro.

➤ **Enlace atómico:**

1. Se presenta en su mayoría en compuestos metálicos.

➤ **Enlace covalente.**

1. En este tipo de enlace los electrones se comparten.

➤ **Enlace coordinado:**

1. Se da cuando un metal se enlaza a una especie química con pares de electrones libres en los orbitales *d*.

**Resultados para después de ver el enlace químico.**

**Grupo A21**

|            |   |
|------------|---|
| Asignatura | Q. General  |
| Aplicación | Después de ver el Enlace Químico  |
| Carreras   | Química, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica, Química de Alimentos, Química Farmacéutica Biológica |
| Semestre   | Primero   |
| Tema       | Enlace Químico  |
| Nivel      | Licenciatura  |

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿El enlace químico es un modelo o una realidad? Explica tu respuesta**

1. Es un modelo
2. Es una realidad porque eso es lo que pasa en la realidad.
3. Solo es un modelo que trata de explicar el comportamiento de una molécula.
4. Es un modelo que explica una realidad en la que se encuentran estructuradas las moléculas.
5. Es un modelo porque no están enlazadas las moléculas físicamente de esta manera.
6. Es un modelo ya que con él podemos explicar lo que pasa en una reacción química.
7. Es una realidad y se expresa como un modelo.

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿Qué tipos de enlace químico conoces? Explica tu respuesta.**

1. Enlace iónico, covalente, covalente polar, covalente no polar, coordinado, metálico, puentes de hidrógeno, fuerzas de London, intramolecular, covalente puro.

**Grupo B21**

|            |   |
|------------|---|
| Asignatura | Q. Inorgánica   |
| Aplicación | Después de ver el Enlace Químico  |
| Carreras   | Química, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica, Química de Alimentos, Química Farmacéutica Biológica |
| Semestre   | Tercero   |
| Tema       | Enlace Químico  |
| Nivel      | Licenciatura  |

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿El enlace químico es un modelo o una realidad? Explica tu respuesta**

1. Es un modelo ya que de esta manera se puede determinar el arreglo de las partículas en el espacio.
2. Es una realidad porque todas las cosas están unidas por medio del enlace químico.
3. Es un modelo ya que los átomos no son esferas rígidas y sin movimiento.
4. Es un modelo que justifica muy bien lo observado.
5. Es un modelo porque no se ha comprobado.
6. Es un modelo que explica la realidad.

7. Es un modelo ya que no se ha comprobado la existencia del enlace como se plantea en el pizarrón.
8. Es una realidad ya que todos los elementos están enlazados por dos tipos de enlace iónico o covalente.
9. Es un modelo que permite explicar la unión entre átomos para formar los compuestos.
10. Es una realidad ya que de esta manera podemos explicar algunos fenómenos.

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿Qué tipos de enlace químico conoces? Explica tu respuesta.**

➤ **Iónico:**

1. Se da principalmente entre sales como NaCl.
2. Es cuando existe una gran diferencia de electronegatividades entre los átomos
3. Este enlace se encuentra unido mediante fuerzas electrostáticas.
4. Se da un intercambio de electrones del elemento menos al más electronegativo.

➤ **Covalente:**

1. Es cuando las electronegatividades son parecidas entre los átomos.
2. Es el enlace que se da en los compuestos orgánicos.
3. En este enlace cada uno de los átomos participa con un electrón
4. En este enlace hay una compartición de electrones.

➤ **Covalente coordinado:**

1. Es cuando un átomo proporciona los dos electrones.
2. Se da en compuestos de coordinación.

➤ **Fuerzas de Van der Waals:**

1. Se da para moléculas en estado gaseoso.

➤ **Puentes de hidrógeno:**

1. Es el tipo de enlace que se da entre el enlace iónico y el covalente formando interacciones fuertes.
2. Es cuando el hidrógeno ayuda a formar un enlace.

➤ **Metálico:**

1. Se da entre metales.

**Grupo C21**

|            |                                  |
|------------|----------------------------------|
| Asignatura | Q. Covalente                     |
| Aplicación | Después de ver el Enlace Químico |
| Carreras   | Química                          |
| Semestre   | Quinto                           |
| Tema       | Enlace Químico                   |
| Nivel      | Licenciatura                     |

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿El enlace químico es un modelo o una realidad? Explica tu respuesta**

1. Es un modelo que nos permite representar a una molécula.
2. Solamente es un modelo porque no se ha podido ver el enlace como tal, sin embargo explica muy bien los comportamientos de los compuestos.
3. Es un modelo porque todo lo que nos rodea tiene un enlace.
4. Modelo que nos ayuda al explicar lo que se tiene experimentalmente.
5. Modelo que nos permite explicar una realidad.
6. Es un modelo que nos permite explicar la atracción entre las moléculas.

*Respuestas encontradas al realizar la siguiente pregunta:*

**¿Qué tipos de enlace químico conoces? Explica tu respuesta.**

1. Enlace iónico, covalente, metálico, coordinado, puente de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals, dipolo-dipolo, dipolo inducido, enlaces sencillo, doble, triple.

➤ **Enlace iónico:**

1. Se da por la diferencia de electronegatividades.
2. Es un modelo que nos permite representar a una molécula.
3. Solamente es un modelo porque no se ha podido ver el enlace como tal, sin embargo explica muy bien los comportamientos de los compuestos.
4. Es un modelo porque todo lo que nos rodea tiene un enlace.
5. Modelo que nos ayuda a explicar lo que se tiene experimentalmente.
6. Modelo que nos permite explicar una realidad.
7. Es un modelo que nos permite explicar la atracción entre las moléculas.

➤ **Enlace covalente:**

1. En el enlace covalente cada uno de los dos átomos contribuye con uno de los electrones del par compartido.
2. En el enlace covalente no se da una transferencia de electrones.
3. Los compuestos covalentes generalmente tienen puntos de fusión y ebullición más bajos que los compuestos iónicos.

➤ **Enlace covalente coordinado:**

1. Es el tipo de enlace químico en el que solamente uno de los átomos proporciona el par de electrones y se representa por una flecha.
2. Un ejemplo del enlace covalente coordinado es el ácido nítrico.

➤ **Enlace covalente simple:**

1. Es el tipo de enlace covalente en el que solamente se involucra un par de electrones.

➤ **Enlace covalente doble:**

1. - Es el tipo de enlace covalente en el que se involucran cuatro electrones.

➤ **Enlace covalente triple:**

1. Es el tipo de enlace covalente en el que se comparten tres pares de electrones.

➤ **Enlace metálico:**

1. -Es el tipo de enlace químico en el que se comparten electrones externos entre los metales, de hecho esta propiedad es la responsable de la alta conductividad eléctrica y térmica de los metales.

### Resultados gráficos:

Las siguientes gráficas tienen la finalidad de comparar los resultados estadísticamente para los diferentes grupos y asignaturas en la diferentes aplicaciones, para tal efecto se da un (código II) en la tabla No. 2. Es necesario aclarar que en los casos en que el número de grupos fue igual a dos o mayor se realizó un promedio de los resultados. De ésta manera se pueden hacer comparaciones gráficamente de las diferentes aplicaciones para cada uno de los grupos.

Tabla No. 2

| Código II | Asignatura    | Aplicación de la prueba          |
|-----------|---------------|----------------------------------|
| A1        | Q. General    | Antes de ver el enlace químico   |
| A2        | Q. General    | Después de ver el enlace químico |
| B1        | Q. Inorgánica | Antes de ver el enlace químico   |
| B2        | Q. Inorgánica | Después de ver el enlace químico |
| C1        | Q. Covalente  | Antes de ver el enlace químico   |
| C2        | Q. Covalente  | Después de ver el enlace químico |



**RESULTADOS ANTES DE VER EL ENLACE QUÍMICO  
PARTE 1**

| % de alumnos que contestan correctamente |           |           |          |
|--|-----------|-----------|----------|
| No. PREGUNTA                             | GRUPOS A1 | GRUPOS B1 | GRUPO C1 |
| 1  | 48        | 69        | 75.9     |
| 2  | 86.3      | 94.2      | 93.1     |
| 3  | 47.2      | 69.3      | 79.3     |
| 4  | 5.7       | 40.2      | 69.0     |
| 5  | 38        | 75.6      | 89.7     |
| 6  | 44.1      | 71.2      | 72.4     |
| 7  | 14.9      | 44.7      | 51.7     |
| 8  | 19.1      | 20.1      | 27.6     |
| 9  | 28        | 72.2      | 75.9     |

**RESULTADOS ANTES DE VER EL ENLACE QUÍMICO  
PARTE 2**

| % de alumnos que contestan correctamente |           |           |          |
|--|-----------|-----------|----------|
| No. PREGUNTA                             | GRUPOS A1 | GRUPOS B1 | GRUPO C1 |
| 1  | 61        | 90.6      | 89.7     |
| 2  | 80.5      | 86.6      | 86.2     |
| 3  | 61        | 56.4      | 62.1     |
| 4  | 86.4      | 93.1      | 93.1     |
| 5  | 59.7      | 77.8      | 89.7     |
| 6  | 59.7      | 74.5      | 75.9     |
| 7  | 62.9      | 75.9      | 93.1     |
| 8  | 38        | 23.16     | 58.6     |
| 9  | 57.3      | 72.6      | 79.3     |
| 10                                       | 51.4      | 79.3      | 89.7     |
| 11                                       | 22.6      | 45.5      | 41.4     |
| 12                                       | 47.3      | 69.1      | 79.3     |
| 13                                       | 37.1      | 73.2      | 89.7     |
| 14                                       | 61.2      | 69.3      | 79.3     |
| 15                                       | 25        | 39.9      | 34.5     |
| 16                                       | 39.4      | 45.3      | 69.0     |
| 17                                       | 57        | 47.9      | 48.3     |
| 18                                       | 55.7      | 53.5      | 27.6     |
| 19                                       | 60.9      | 62.8      | 58.6     |
| 20                                       | 42.9      | 66.2      | 55.2     |
| 21                                       | 52.8      | 56.7      | 24.1     |
| 22                                       | 69.3      | 60.7      | 65.5     |
| 23                                       | 55.43     | 59.5      | 48.3     |
| 24                                       | 41.6      | 53        | 65.5     |
| 25                                       | 58.2      | 24.1      | 37.9     |
| 26                                       | 35.8      | 44.1      | 89.7     |
| 27                                       | 36.9      | 40.5      | 62.1     |
| 28                                       | 41.1      | 59.6      | 65.5     |

**RESULTADOS DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO**

**PARTE 1**

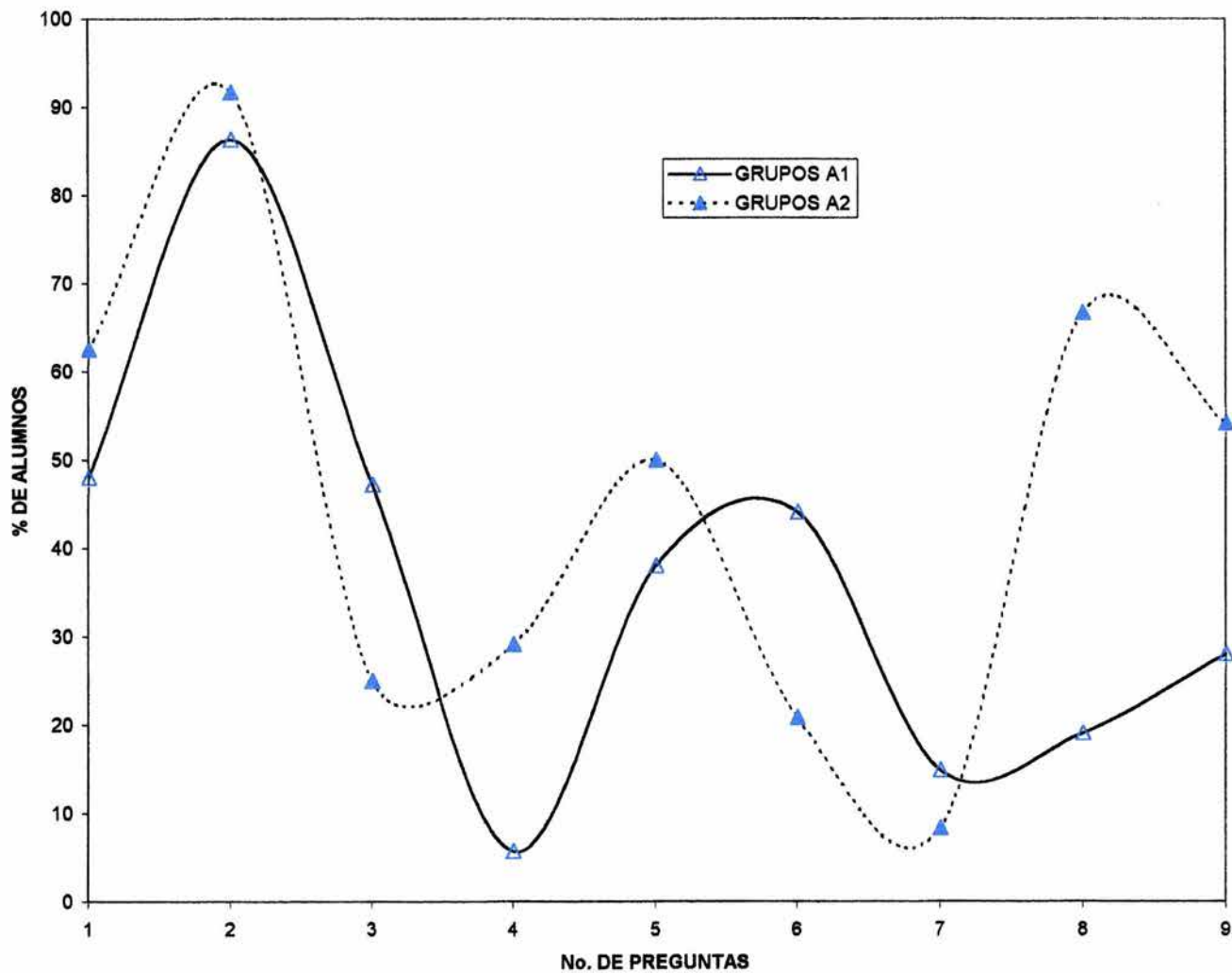
| % de alumnos que contestan correctamente |           |           |           |
|--|-----------|-----------|-----------|
| No. PREGUNTA                             | GRUPOS A2 | GRUPOS B2 | GRUPOS C2 |
| 1  | 62.5      | 92.1      | 93.8      |
| 2  | 91.7      | 100       | 87.5      |
| 3  | 25        | 78.9      | 50        |
| 4  | 29.2      | 86.8      | 68.8      |
| 5  | 50        | 89.5      | 100       |
| 6  | 20.8      | 34.2      | 56.3      |
| 7  | 8.3       | 84.2      | 31.3      |
| 8  | 66.7      | 94.7      | 93.8      |
| 9  | 54.2      | 92.1      | 93.8      |

**RESULTADOS DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO**

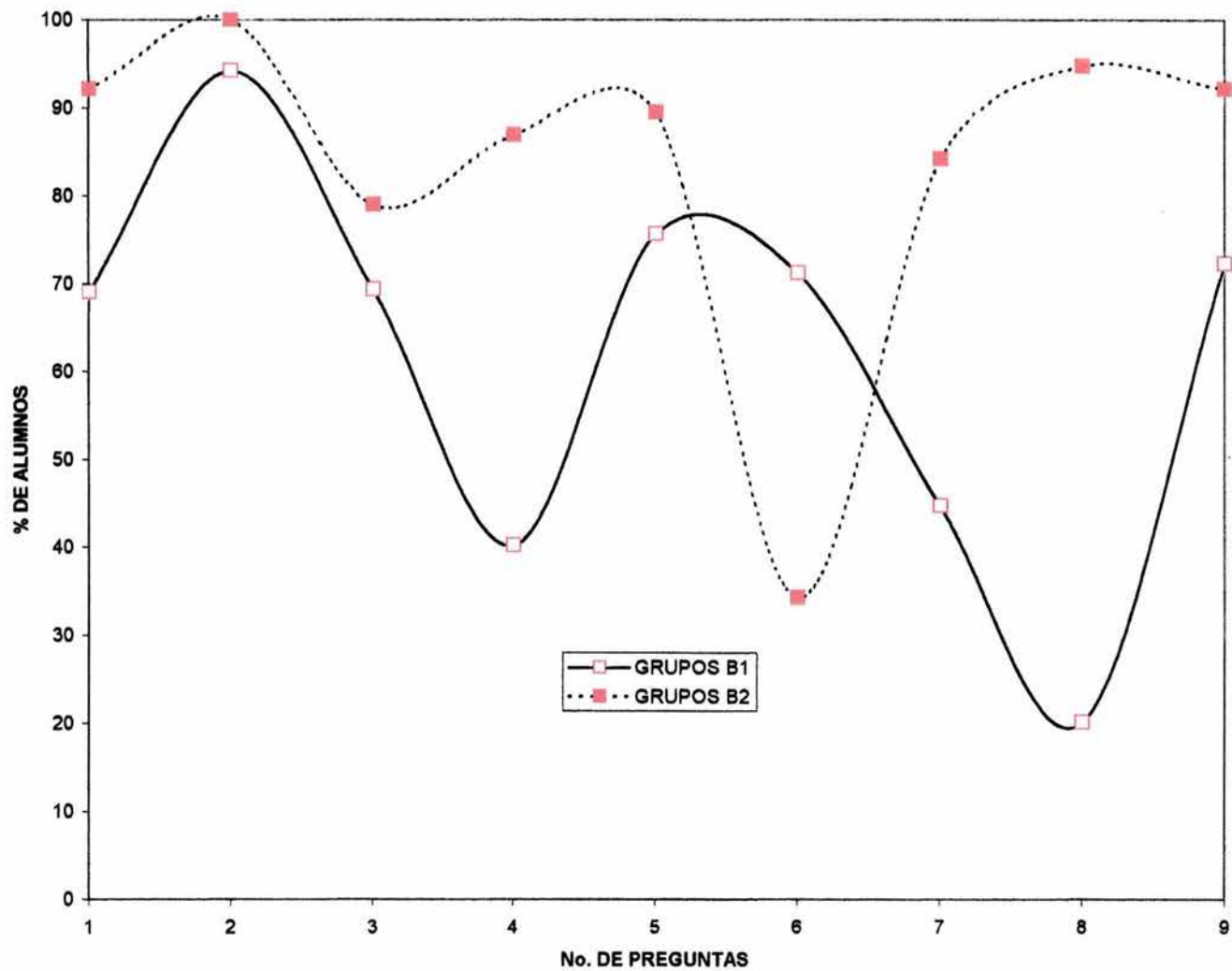
**PARTE 2**

| % de alumnos que contestan correctamente |           |           |           |
|--|-----------|-----------|-----------|
| No. PREGUNTA                             | GRUPOS A2 | GRUPOS B2 | GRUPOS C2 |
| 1  | 91.7      | 73.7      | 75        |
| 2  | 75        | 92.1      | 81.3      |
| 3  | 58.3      | 71.1      | 56.3      |
| 4  | 70.8      | 100       | 93.8      |
| 5  | 75        | 78.9      | 81.3      |
| 6  | 41.7      | 68.4      | 87.5      |
| 7  | 37.5      | 13.2      | 87.5      |
| 8  | 25        | 65.8      | 50        |
| 9  | 66.7      | 86.8      | 56.3      |
| 10                                       | 62.5      | 92.1      | 81.3      |
| 11                                       | 33.3      | 52.6      | 43.8      |
| 12                                       | 37.5      | 84.2      | 87.5      |
| 13                                       | 62.5      | 92.1      | 87.5      |
| 14                                       | 54.2      | 89.5      | 87.5      |
| 15                                       | 20.8      | 44.7      | 68.8      |
| 16                                       | 58.3      | 73.7      | 87.5      |
| 17                                       | 41.7      | 68.4      | 81.3      |
| 18                                       | 58.3      | 65.8      | 43.8      |
| 19                                       | 66.7      | 73.7      | 50        |
| 20                                       | 54.2      | 60.5      | 56.3      |
| 21                                       | 75        | 81.6      | 87.5      |
| 22                                       | 41.7      | 57.9      | 18.8      |
| 23                                       | 58.3      | 44.7      | 37.5      |
| 24                                       | 70.8      | 68.4      | 75        |
| 25                                       | 62.5      | 31.6      | 25        |
| 26                                       | 70.8      | 84.2      | 93.8      |
| 27                                       | 12.5      | 78.9      | 75        |
| 28                                       | 33.3      | 65.8      | 87.5      |

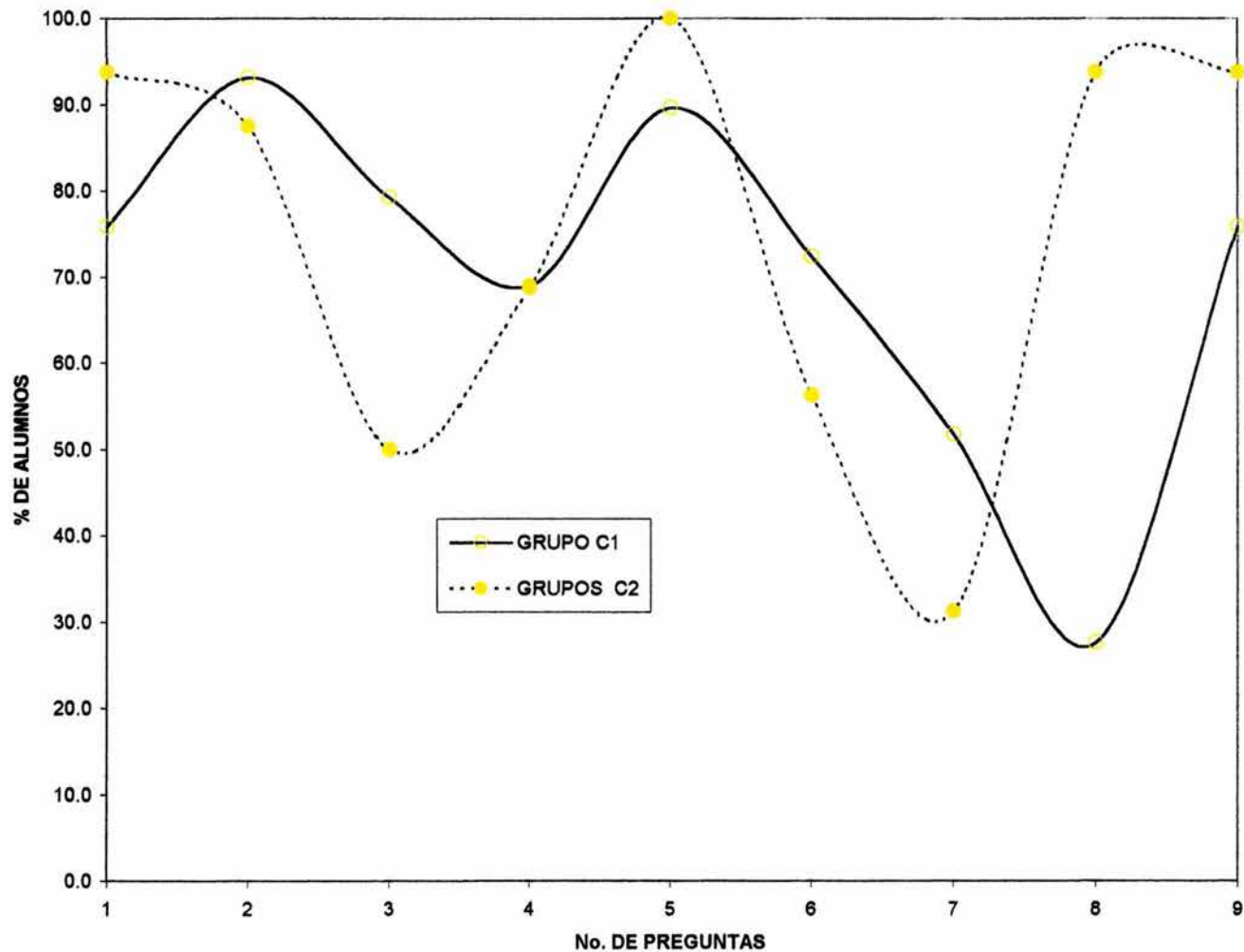
GRÁFICA No 1  
ANTES Y DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUIMÍCO PARTE 1



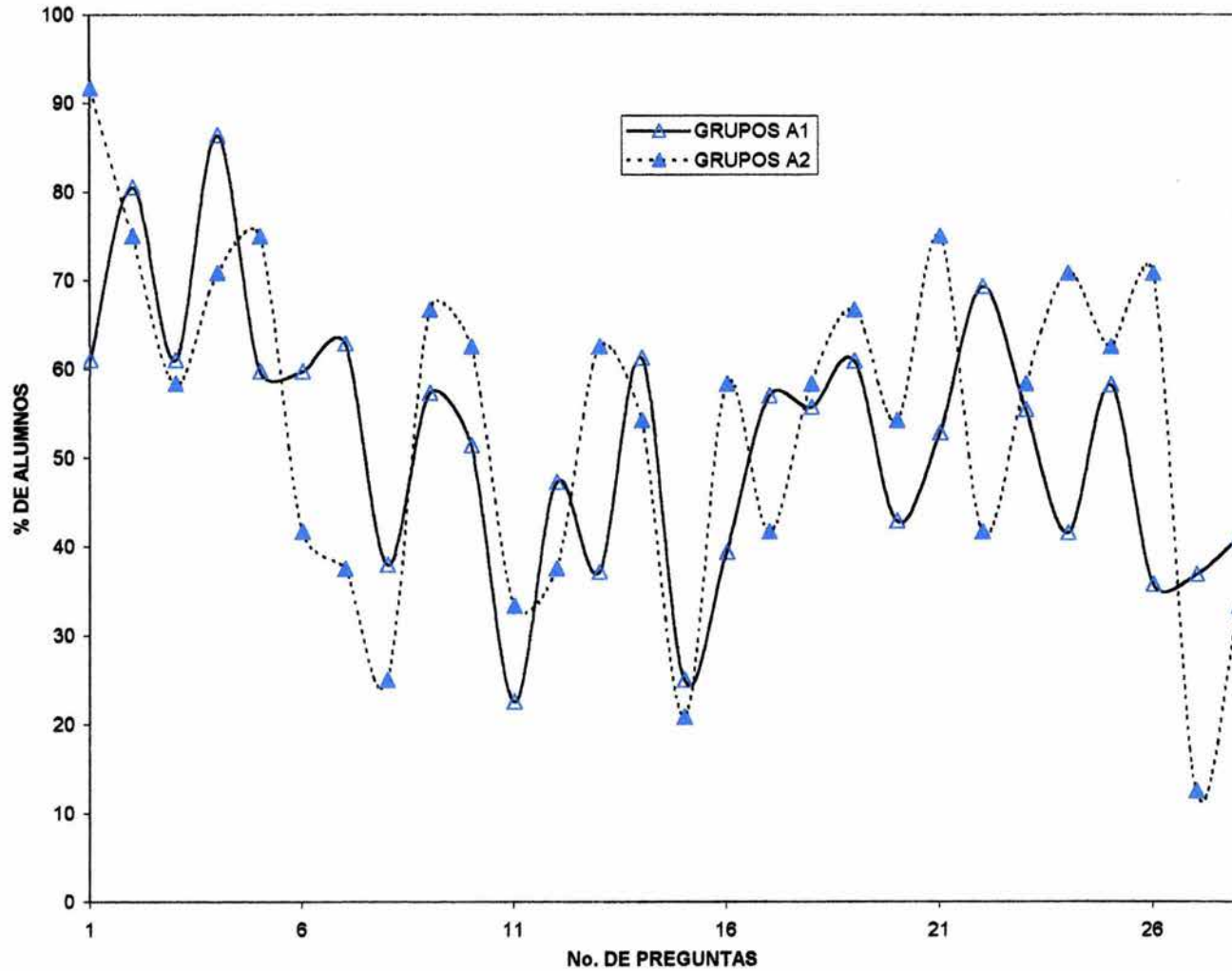
GRÁFICA No.2  
ANTES Y DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 1



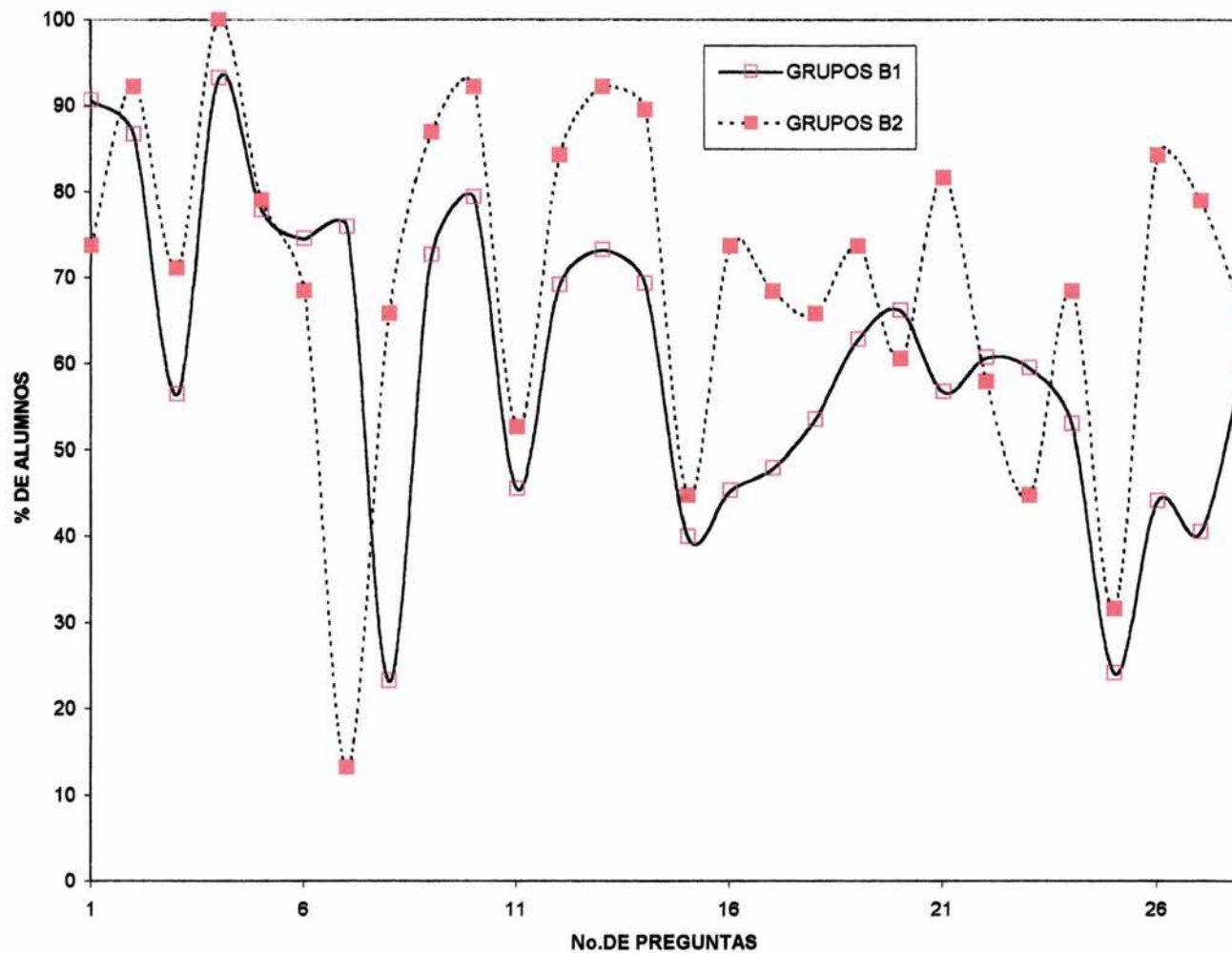
GRÁFICA No.3  
ANTES Y DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 1



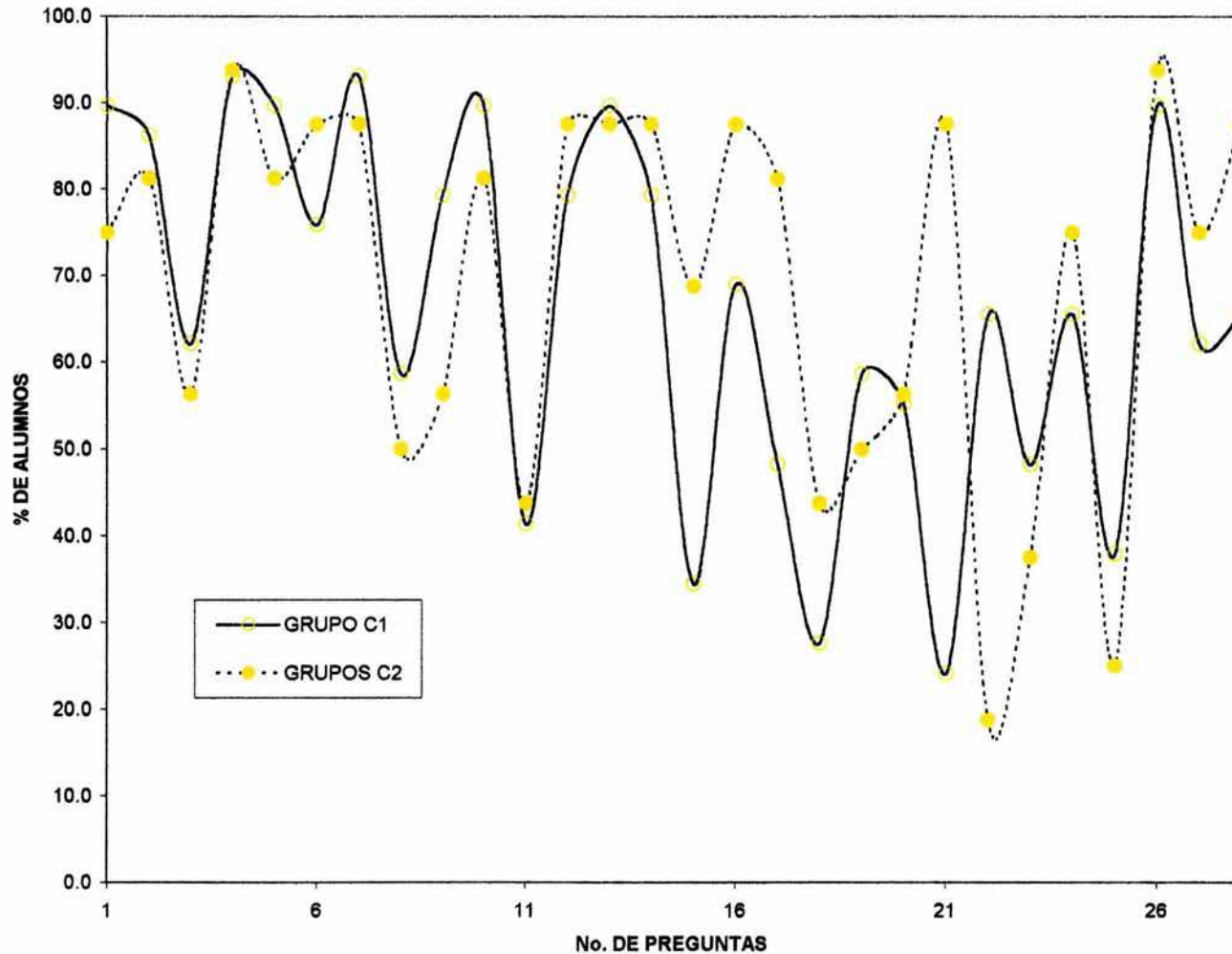
GRÁFICA No.4  
ANTES Y DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 2



GRÁFICA No.5  
ANTES Y DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 2

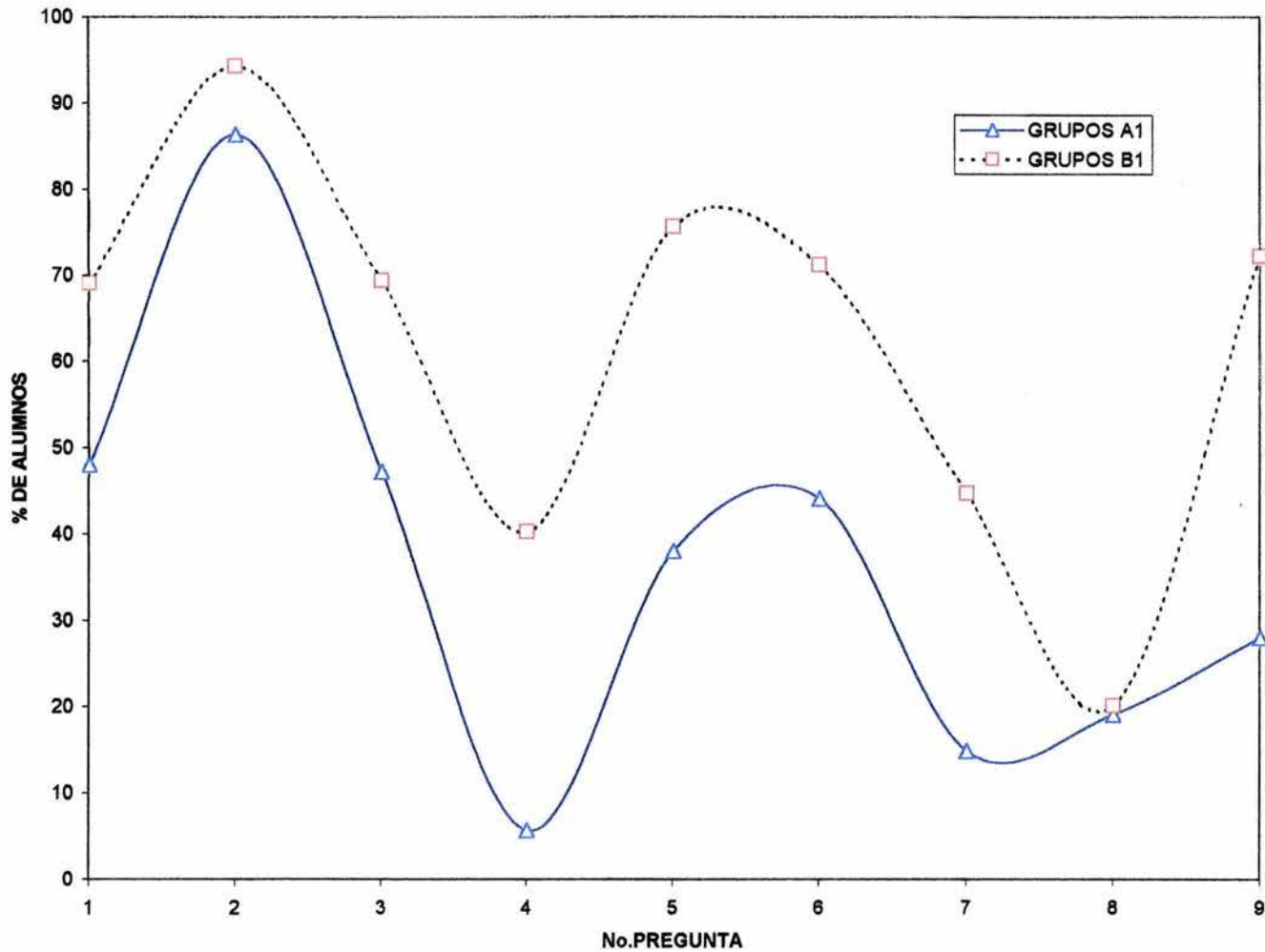


**GRÁFICA No.6**  
**ANTES Y DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 2**

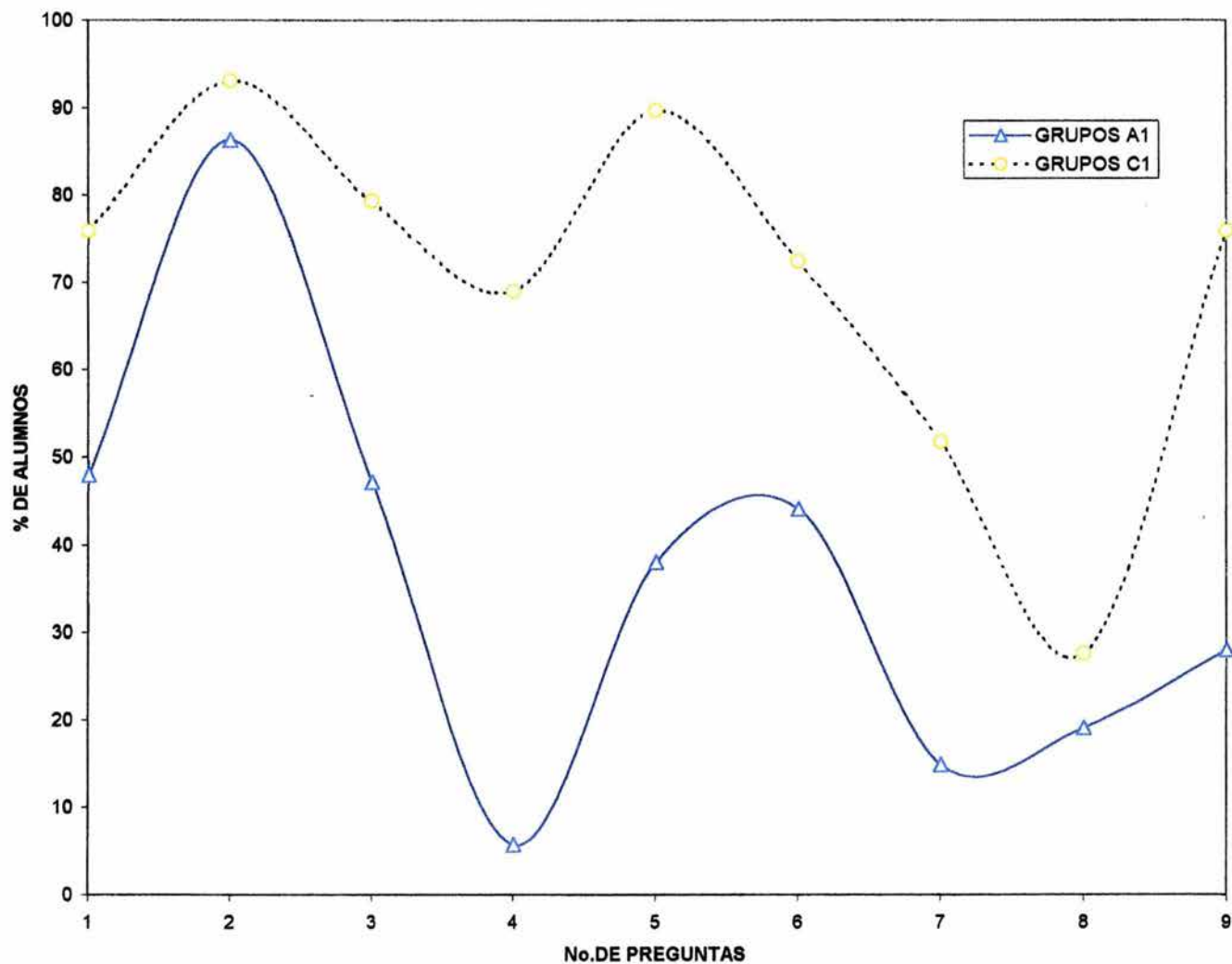




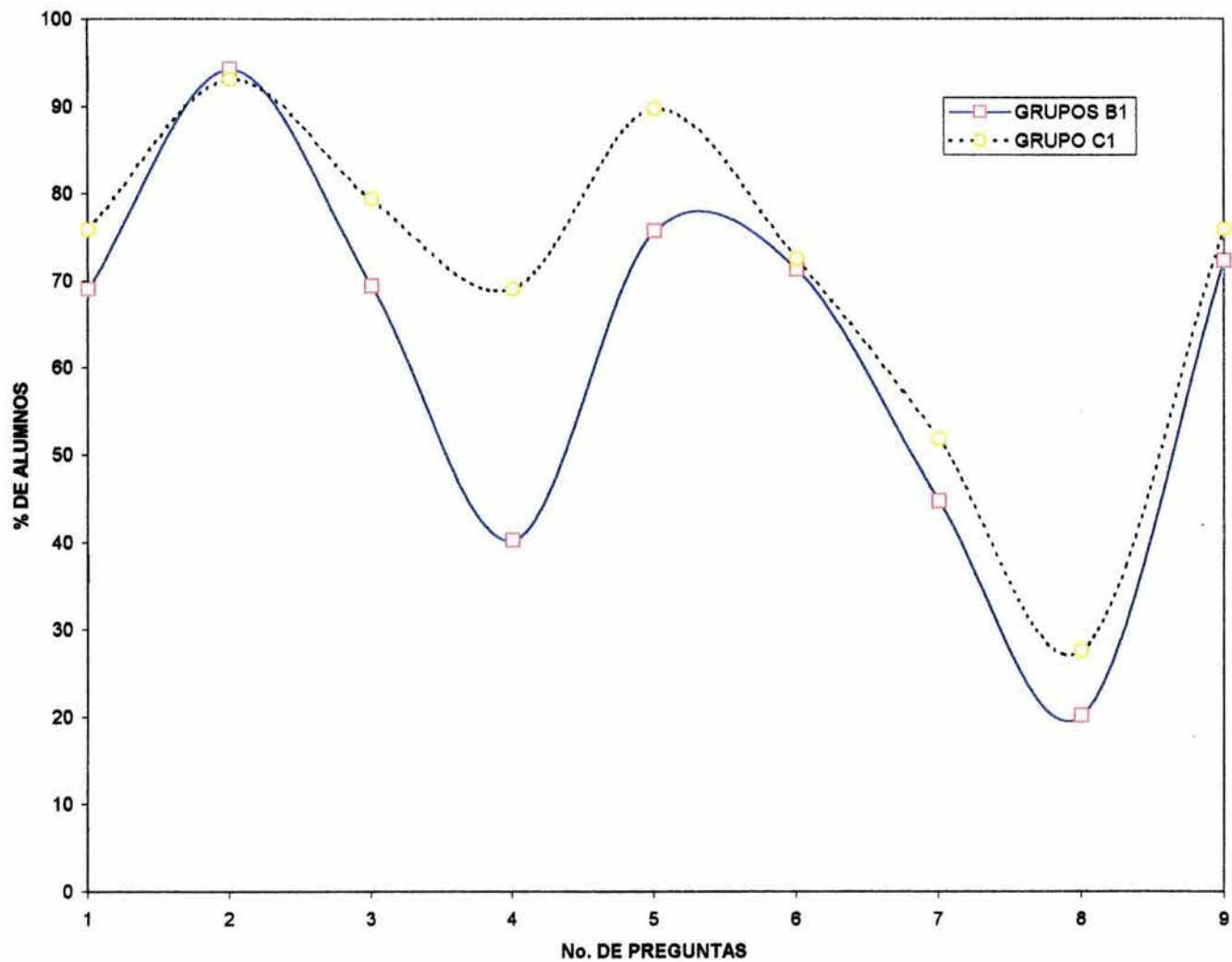
GRÁFICA No.7  
ANTES DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 1



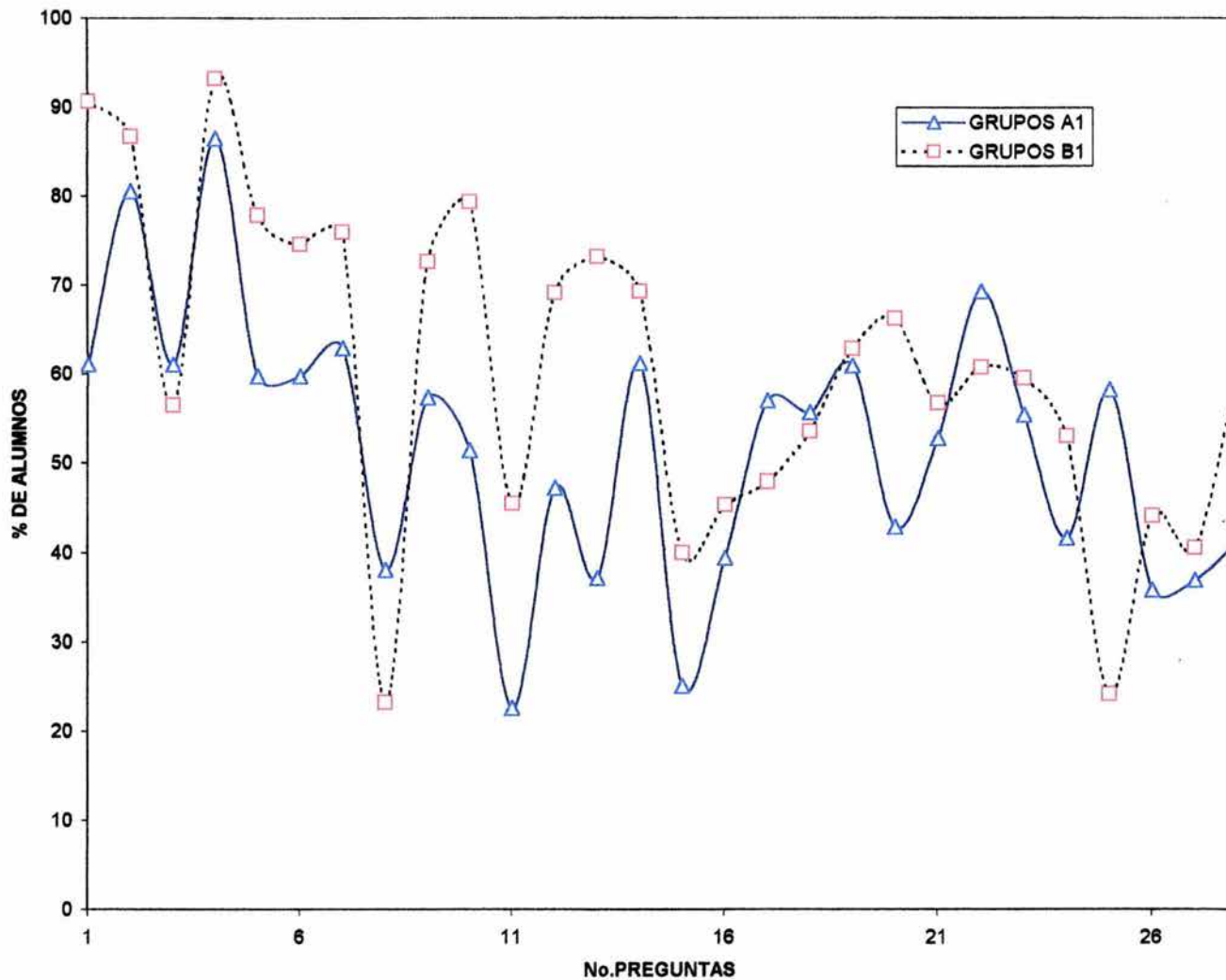
**GRÁFICA No.8**  
**ANTES DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 1**



GRÁFICA No. 9  
ANTES DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 1

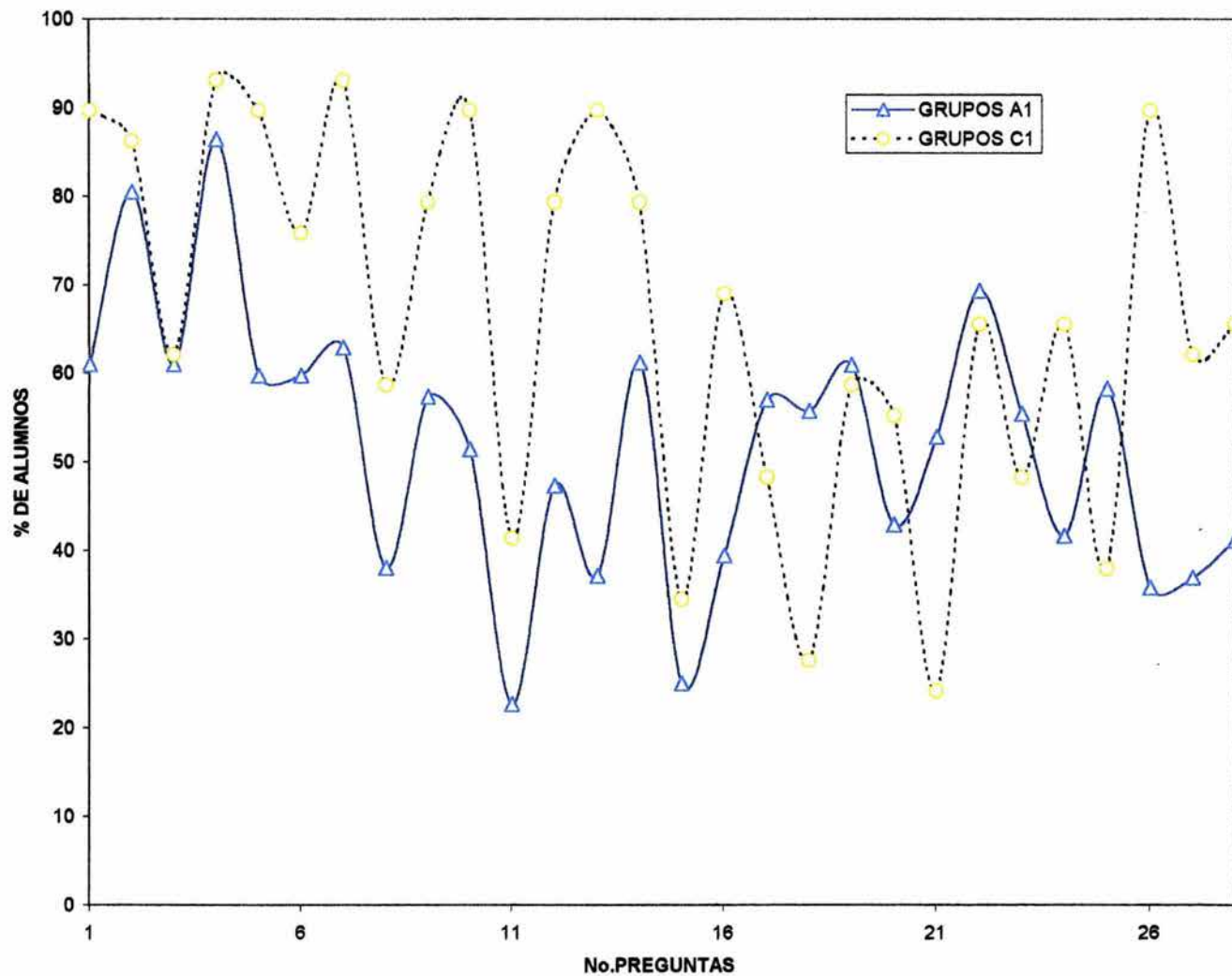


GRÁFICA No.10  
ANTES DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 2

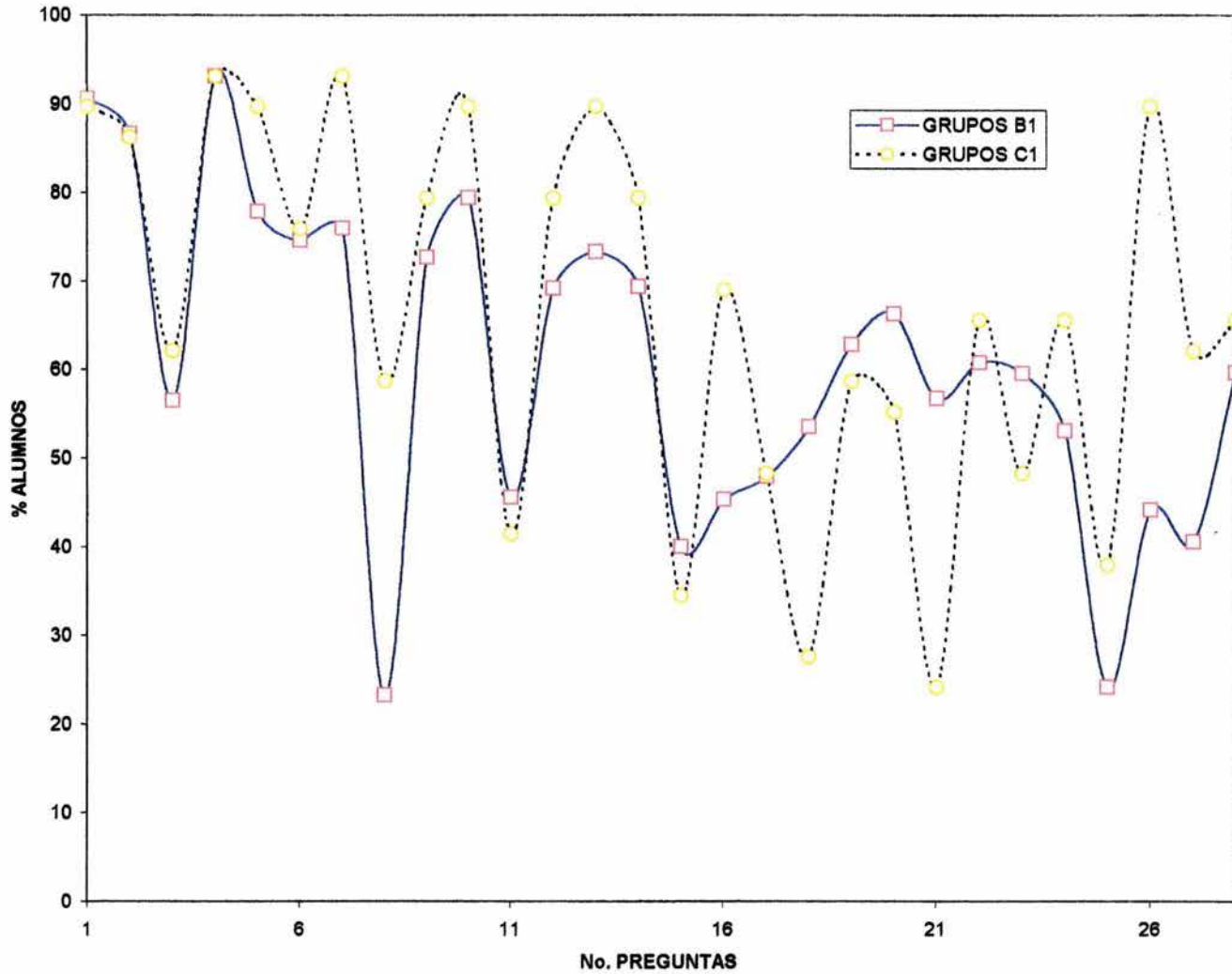


ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

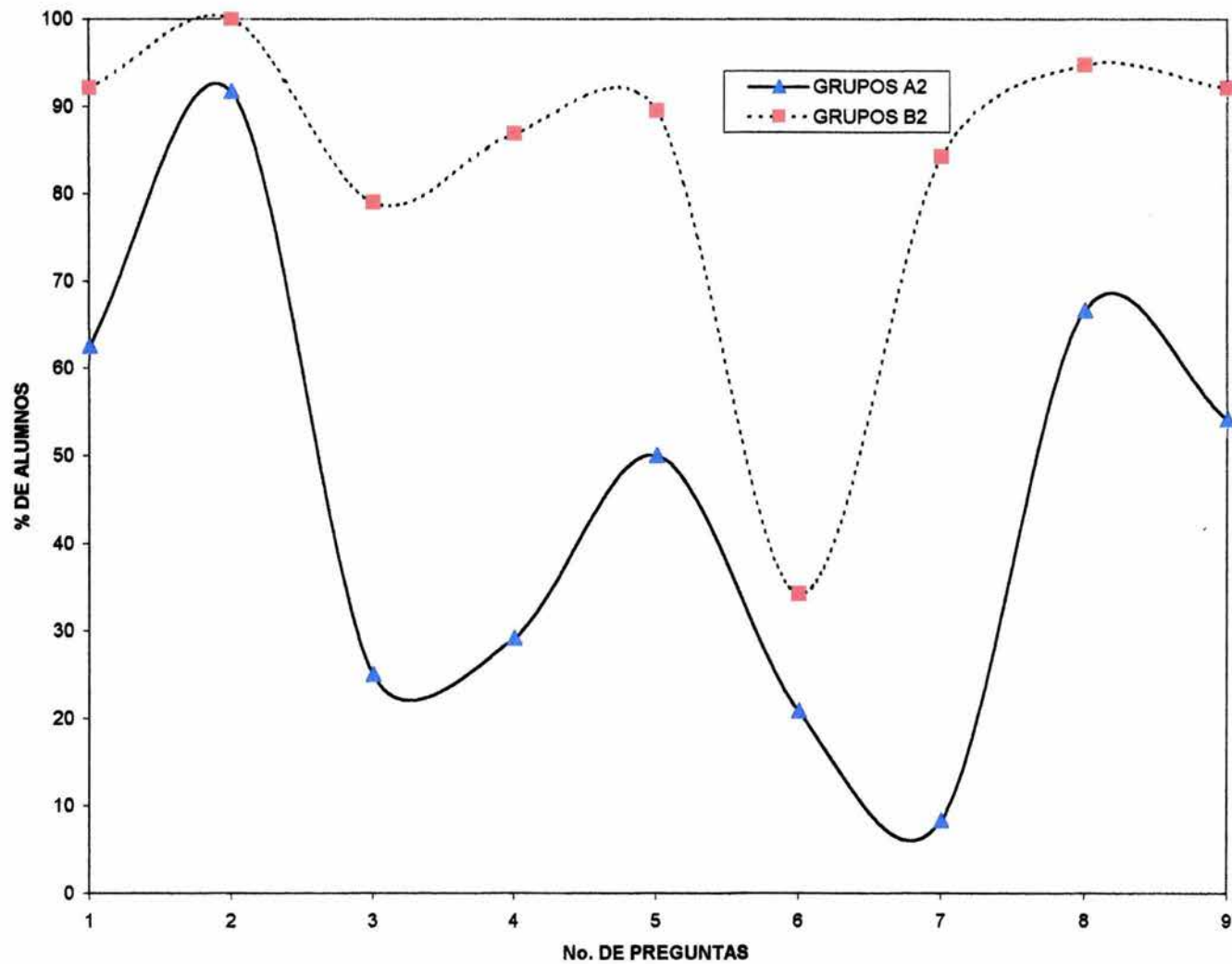
GRÁFICA No. 11  
ANTES DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 2



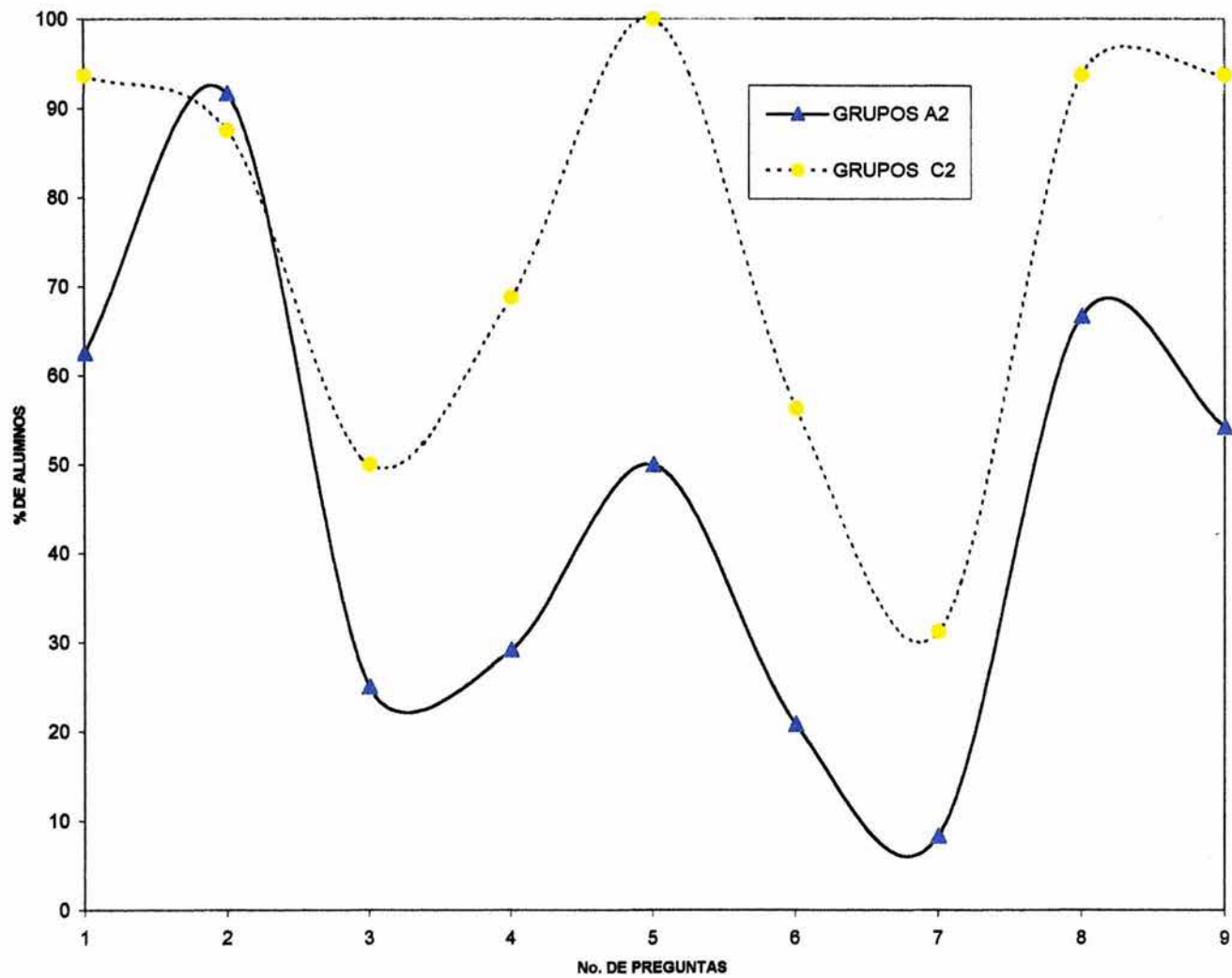
GRÁFICA No. 12  
ANTES DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 2



GRÁFICA No. 13  
DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 1

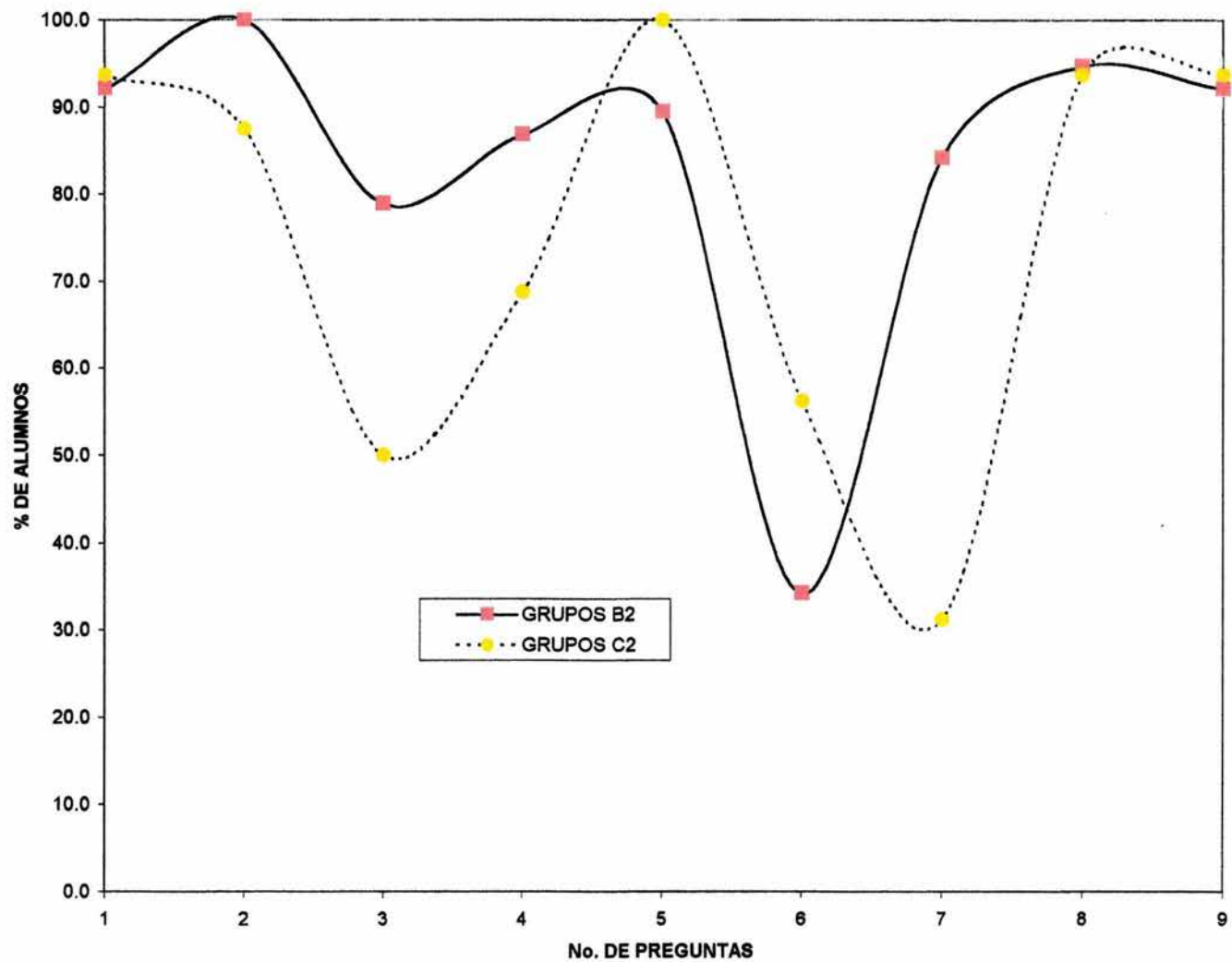


GRÁFICA No. 14  
DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 1

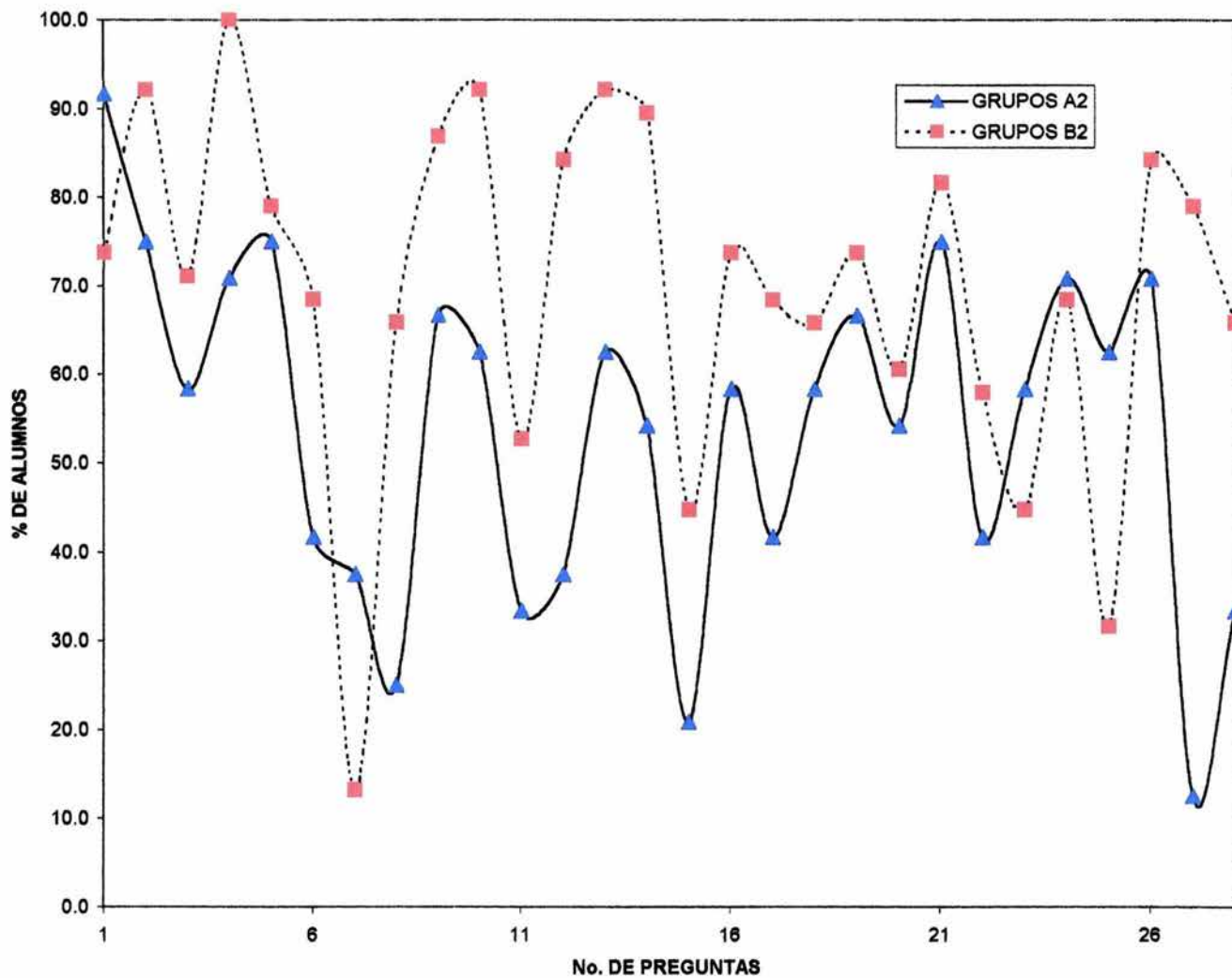




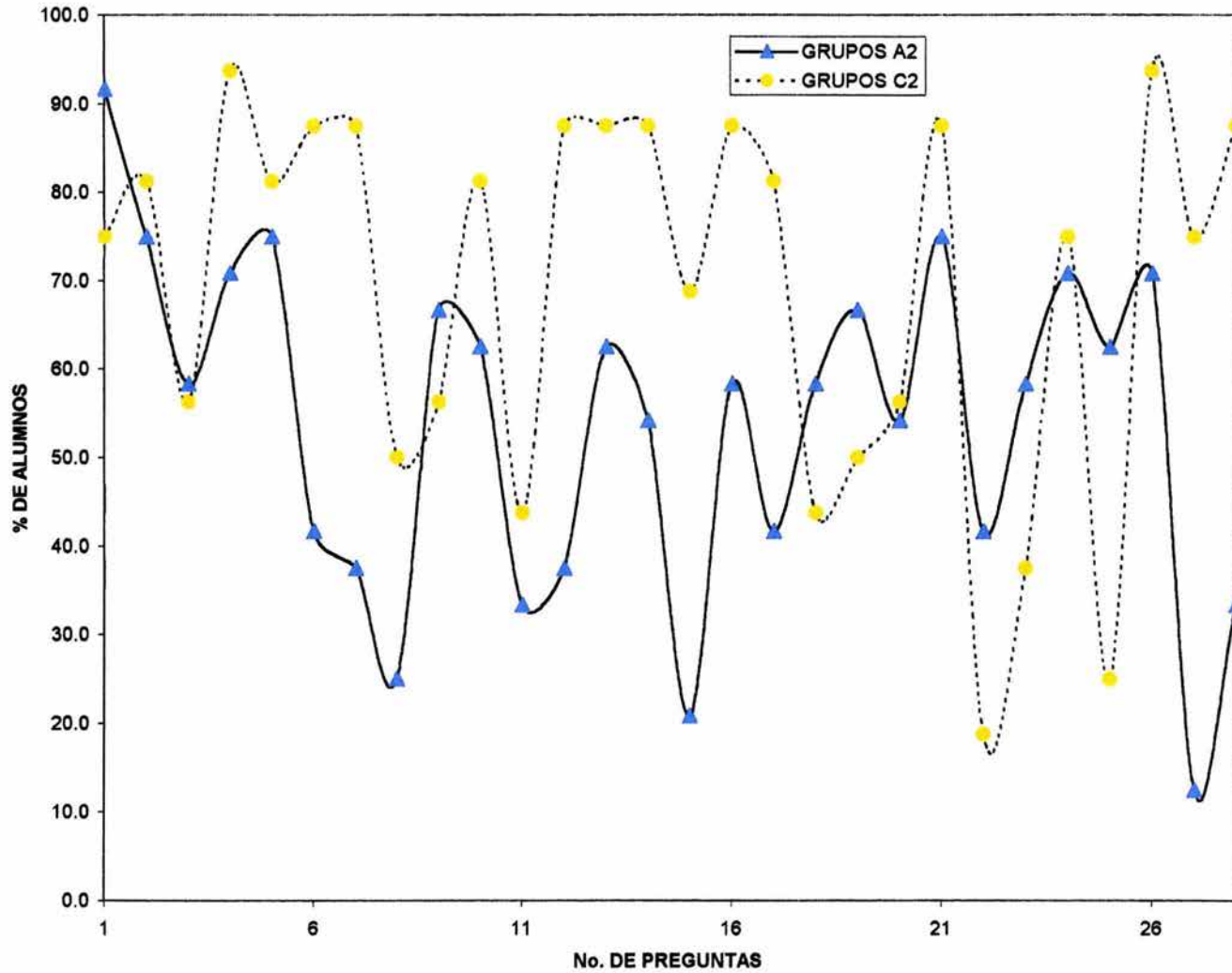
GRÁFICA No. 15  
DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 1



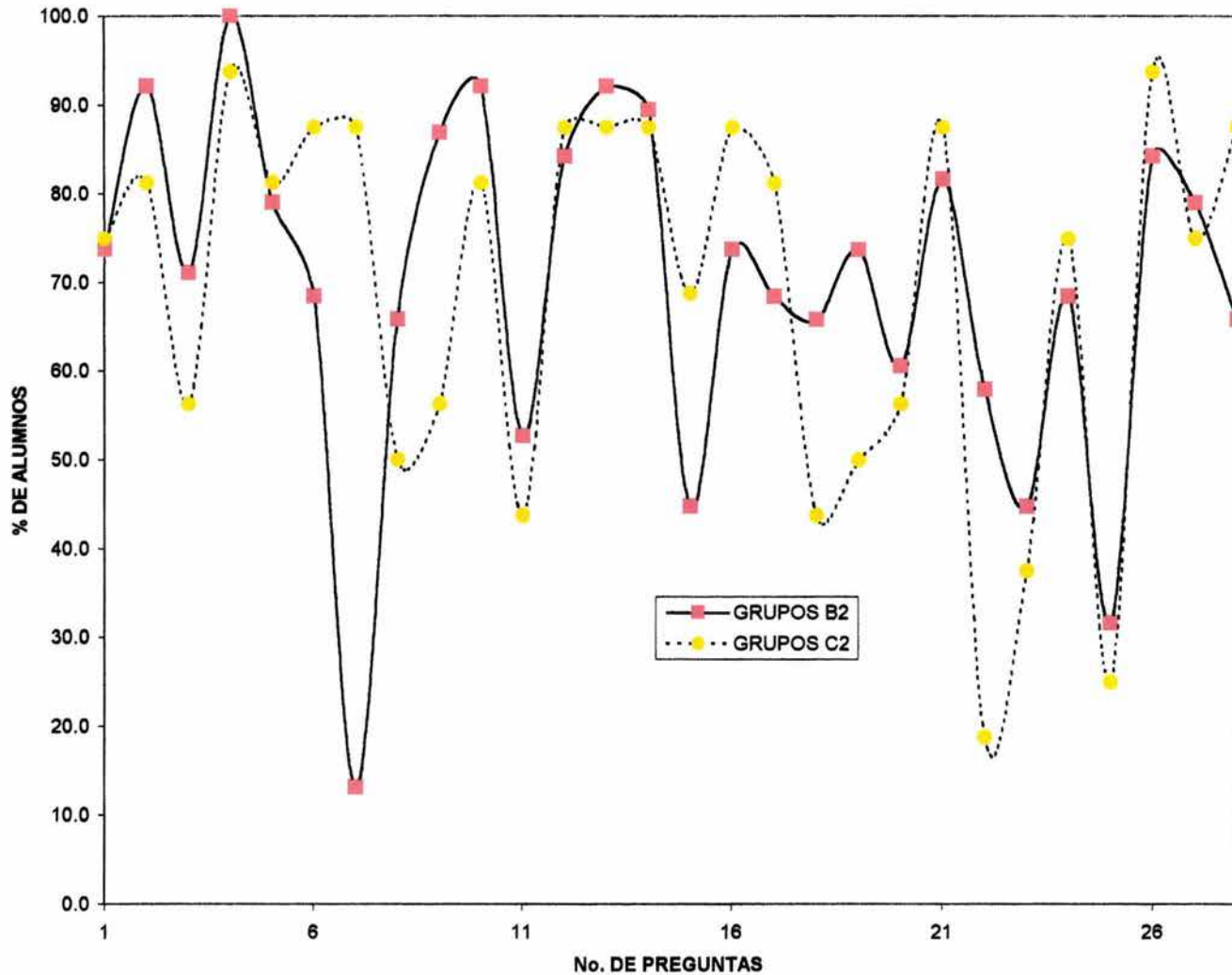
GRÁFICA No. 16  
DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 2



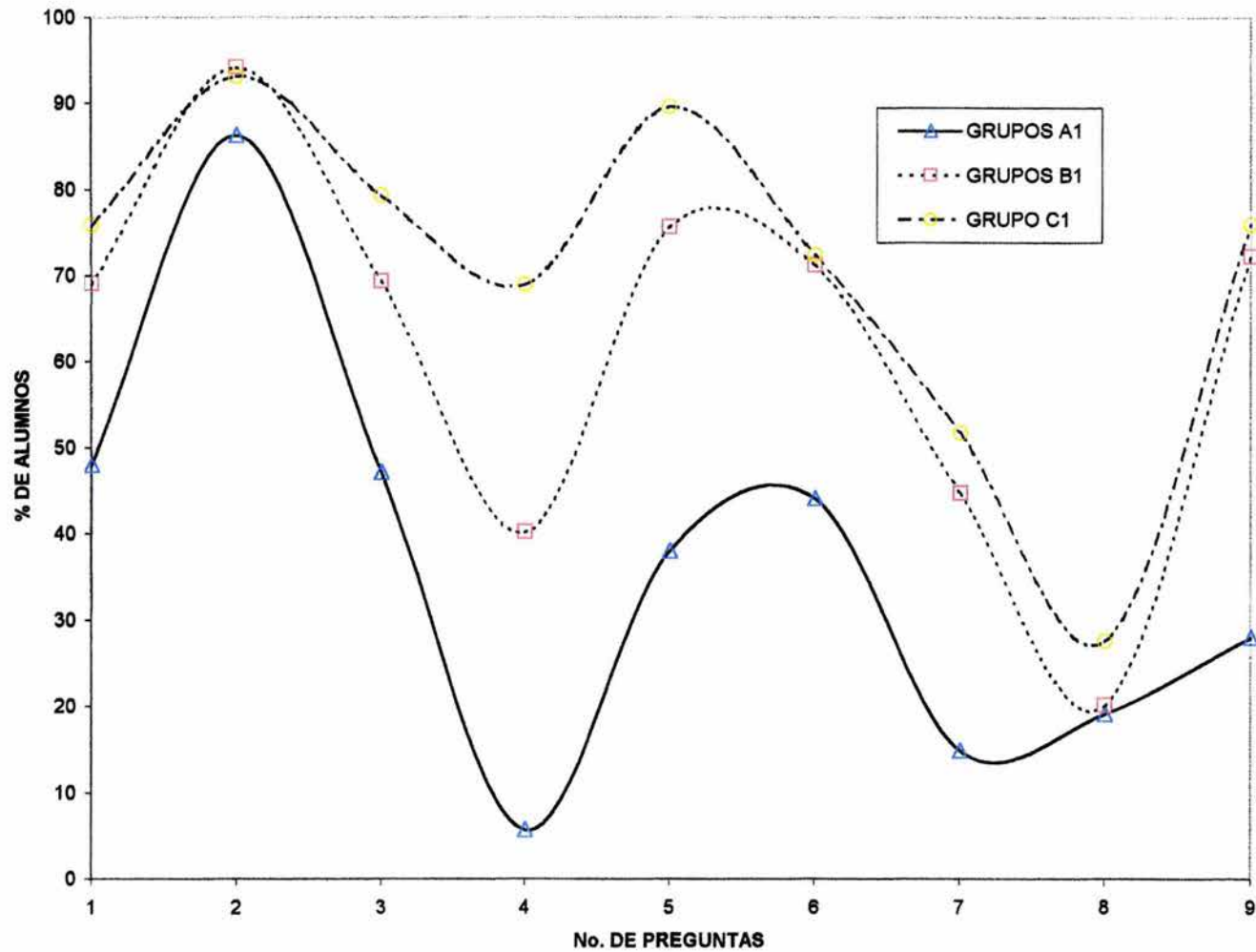
GRÁFICA No.17  
DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 2



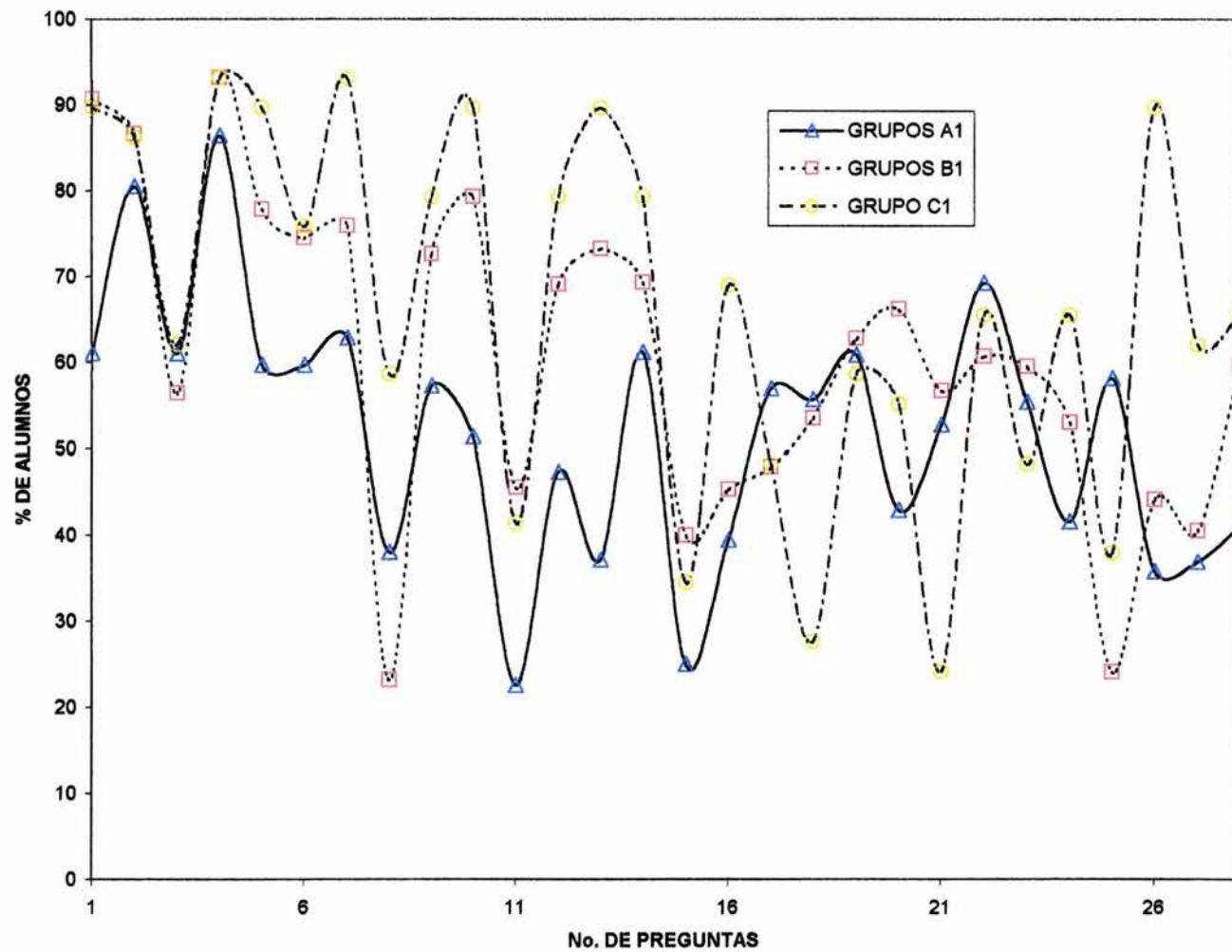
GRÁFICA No.18  
DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 2



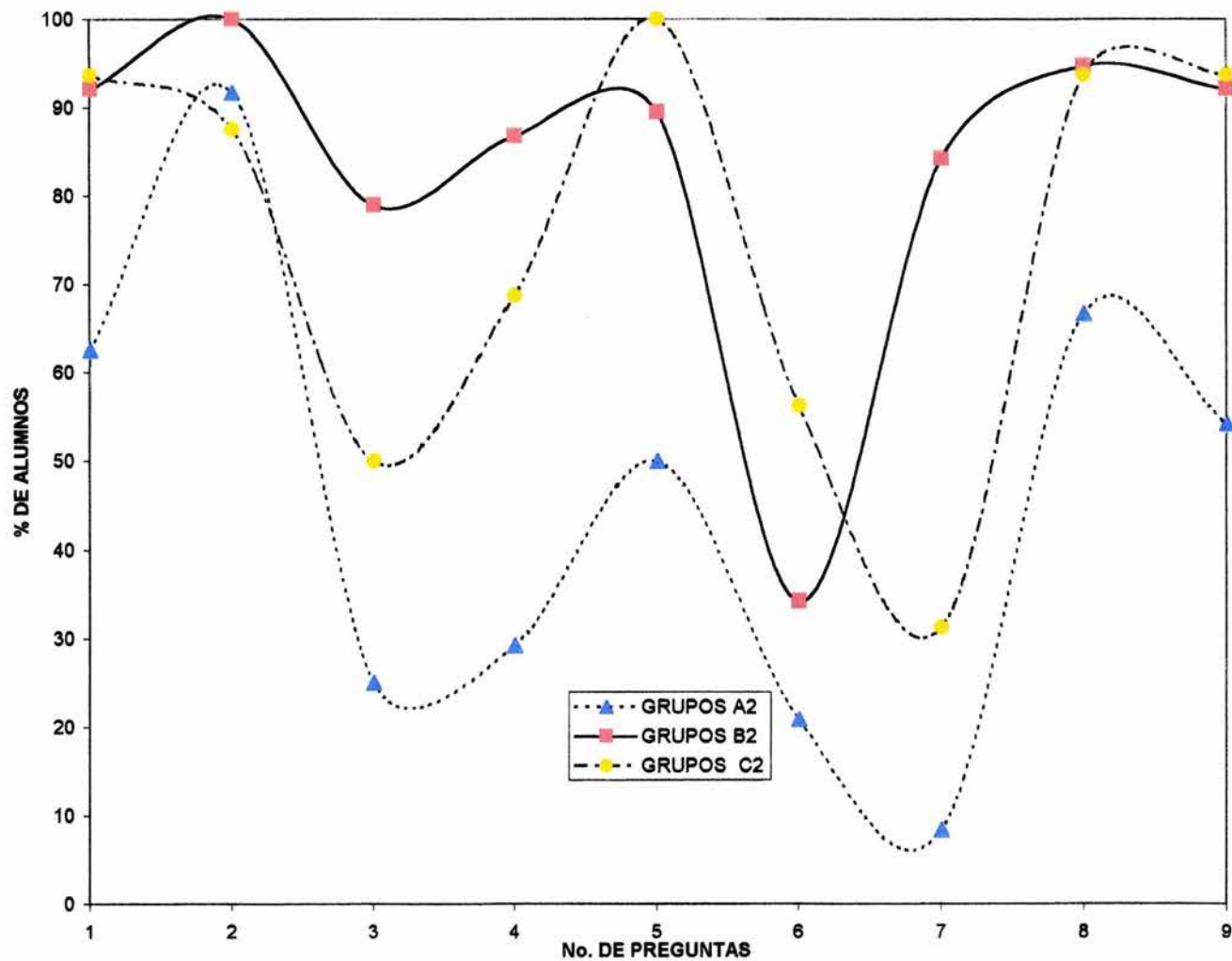
GRÁFICA No.19  
ANTES DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 1



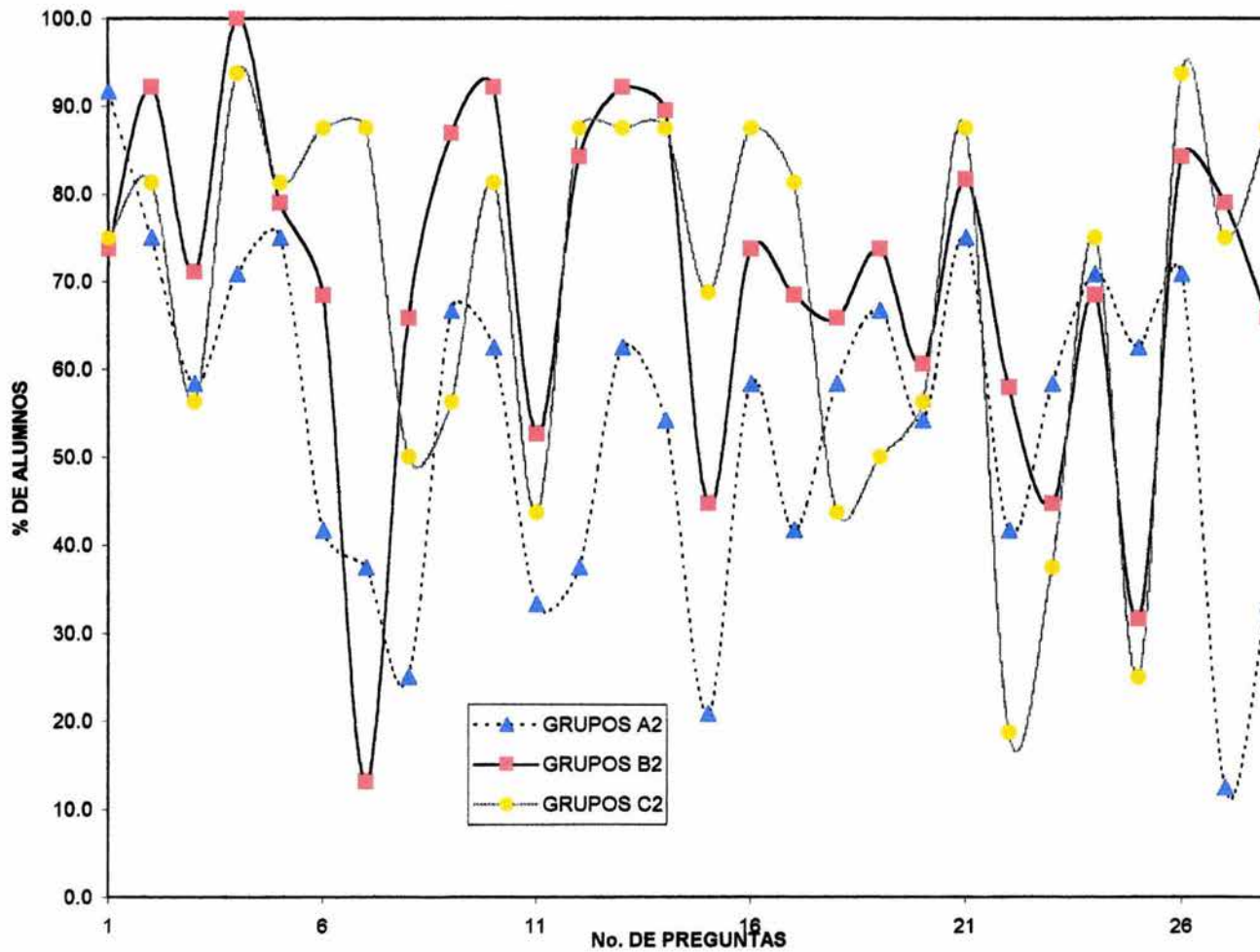
GRÁFICA No.20  
ANTES DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 2



GRÁFICA No.21  
DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 1



**GRÁFICA No.22**  
**DESPUÉS DE VER EL ENLACE QUÍMICO PARTE 2**





### 5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con la finalidad de hacer más explícito el análisis de estos resultados, se hace una discusión de cada una de las veintidós gráficas realizadas, haciendo referencia al tipo de aplicación (antes o después del ver el tema de enlace químico), así como a qué parte de la prueba diagnóstica corresponde (parte 1 ó 2), también se menciona el número de pregunta así como el enunciado de la pregunta y por último se menciona el código al que corresponde cada una de las asignaturas en tabla No. 2.

En este análisis se menciona la semejanza porcentual en aquellos puntos de la gráfica en los que el resultado es muy parecido.

De esta manera se hace el análisis para cada una de las gráficas; se comparan dos o más grupos para las diferentes aplicaciones de la prueba diagnóstica; llegando a una conclusión acerca de la evolución o persistencia de las ideas previas sobre el tema de enlace químico, en alumnos de la Facultad de Química.

#### **Gráfica No. 1**

En esta gráfica se comparan los resultados de la prueba diagnóstica para la aplicación (antes y después de ver el tema de enlace químico correspondiente a la Parte 1 de la prueba diagnóstica) en la que se involucran los grupos A1 y A2, (donde A1 son alumnos de Química General que no habían visto el tema de enlace químico en el curso, y A2 son alumnos de Química General que ya habían visto el tema durante el curso)

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa que los alumnos que ya habían visto el tema del enlace químico obtienen un resultado porcentual menor al resultado obtenido por los alumnos que no habían visto el tema en el curso.

*“3. - En un átomo los electrones están girando alrededor del núcleo, ¿crees que dicho movimiento se verá afectado al momento de formar un enlace?. Explica tu respuesta”.*

En la respuesta a esta pregunta se ve que los alumnos de Química Covalente aun cuando ya han visto el tema del enlace químico, tienen confusiones con los diferentes tipos de enlace químico y no pueden explicar que la formación de un enlace afecta el giro de los electrones alrededor del núcleo en un átomo.

Lo anterior no debería suceder ya que estos alumnos han visto por varias ocasiones el tema de enlace.

En la siguiente pregunta se le pide a los alumnos escoger el inciso correcto.

*“6. -¿Qué tipo de enlace presenta el  $F_2$ ? Explica tu respuesta*

*a)Iónico*

*b)Covalente*

*c)Covalente polar*

***Explica tu respuesta.***

De las respuestas encontradas en esta pregunta se puede ver que es difícil para los alumnos poder distinguir el tipo de enlace al que pertenece uno o más compuesto y en algunos casos hay alumnos que aún confunden el enlace iónico con el covalente por mencionar un ejemplo.

En la siguiente pregunta se le pide a los alumnos que escojan la opción correcta

*“7. -10 partículas de KCl constituyen*

*a)Un grupo de moléculas formado por átomos.*

*b)Una sola molécula formada por átomos*

*c)Una red formada por átomos.*

*d)Una red formada por iones*

***Explica tu respuesta”***

Se puede decir del resultado de la pregunta anterior que aun cuando los alumnos han visto el tema del enlace químico es difícil para ellos comprender el concepto de partícula, a tal grado de usar este nombre para describir un grupo de moléculas, una molécula, una red de moléculas, Etc.

En las preguntas anteriores 3, 6 y 7 la diferencia de los resultados es de 7 a 24 % en todos los casos favoreciendo a los alumnos que no habían visto el tema del enlace químico.

Al considerar que la Parte I de la prueba diagnóstica consta de nueve preguntas, y en seis de ellas los resultados favorecen a los alumnos que ya habían visto el tema, se puede decir que se está logrando un avance en el conocimiento del enlace químico, pero no se ha alcanzado por completo superar la persistencia de las ideas previas.

### **Gráfica No. 2**

En esta gráfica se comparan los resultados de la prueba diagnóstica para la aplicación (antes y después de ver el tema de enlace químico correspondiente a la Parte I de la prueba diagnóstica) en la que se involucran los grupos B1 y B2, (donde B1 son alumnos de Química Inorgánica que no habían visto el tema de enlace químico en el curso, y B2 son alumnos de Química Inorgánica que ya habían visto el tema durante el curso).

A continuación se menciona el enunciado de la pregunta en la que se observa que los alumnos que ya habían visto el tema del enlace químico obtienen un resultado porcentual menor al resultado obtenido por los alumnos que no habían visto el tema en el curso.

En la siguiente pregunta se le pide a los alumnos escoger el inciso correcto.

*“6. -¿Qué tipo de enlace presenta el  $F_2$ ? Explica tu respuesta”*

*a)Iónico*

*b)Covalente*

*c)Covalente polar*

***Explica tu respuesta.***

En esta pregunta la diferencia es de 37 % a favor de los alumnos que aún no han visto el tema en este curso.

Este resultado implica que para algunos alumnos aun cuando ya han visto el tema de enlace químico hay dificultades para dar el tipo de enlace que presenta una molécula.

Después de ver que en la mayoría de las preguntas los alumnos que ya habían visto el tema obtienen mejores resultados que quienes no lo habían visto, se puede decir que se está dando una evolución de las ideas previas de los alumnos hacia el cambio conceptual.

**Gráfica No.3**

En esta gráfica se comparan los resultados de la prueba diagnóstica para la aplicación (antes y después de ver el tema de enlace químico correspondiente a la Parte I de la prueba diagnóstica) en la que se involucran los grupos C1 y C2, (donde C1 son alumnos de Química Covalente que no habían visto el tema de enlace químico en el curso, y C2 son alumnos de Química Covalente que ya habían visto el tema durante el curso)

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa que los alumnos que ya habían visto el tema del enlace químico obtienen un resultado porcentual menor al resultado obtenido por los alumnos que no habían visto el tema en el curso

“2. - *¿Qué tipos de enlaces químicos conoces? Explica tu respuesta.*”.

3. - *En un átomo los electrones están girando alrededor del núcleo, ¿crees que dicho movimiento se verá afectado al momento de formar un enlace?. Explica tu respuesta,*

En las respuestas a estas preguntas se ve que los alumnos de Química Covalente aun cuando ya han visto el tema del enlace químico, tienen confusiones con los diferentes tipos de enlace químico y no pueden explicar que la formación de un enlace afecta el giro de los electrones alrededor del núcleo en un átomo.

Lo anterior no debería suceder ya que estos alumnos han visto por varias ocasiones el tema de enlace.

En la siguiente pregunta se le pide a los alumnos que escojan la opción correcta

*“6. -¿Qué tipo de enlace presenta el  $F_2$ ? Explica tu respuesta”*

*a)Iónico*

*b)Covalente*

*c)Covalente polar*

***Explica tu respuesta.***

En los resultados de esta pregunta se ve que aunque el alumno ha visto el tema, tiene dificultades al momento de dar el tipo de enlace al que pertenece una molécula.

Estos resultados son consecuencia de los resultados de la pregunta número dos ya que algunos alumnos confunden los diferentes tipos de enlaces.

En la siguiente pregunta se les pide a los alumnos que escojan la opción correcta

*7. -10 partículas de KCl constituyen*

*a)Un grupo de moléculas formado por átomos.*

*b)Una sola molécula formada por átomos*

*c)Una red formada por átomos.*

*d)Una red formada por iones*

***Explica tu respuesta.***

La diferencia de los resultados a estas preguntas es entre 16 y 29 % a favor de los alumnos que no habían visto el tema durante el curso.

Algunos alumnos de esta asignatura a pesar de que han visto el tema por varias ocasiones, no logran asimilar el concepto de partícula y una vez más se manifiesta la resistencia al cambio conceptual.

Estos resultados muestran una vez más la persistencia de las ideas previas durante el proceso del aprendizaje.

#### **Gráfica No. 4**

En esta gráfica se comparan los resultados de la prueba diagnóstica correspondientes a la aplicación (antes y después de ver el tema de enlace químico Parte 2 de la prueba diagnóstica), aquí se involucran los grupos A1 y A2, (donde A1 son alumnos de Química General que no habían visto el tema de enlace químico en el curso, y A2 son alumnos de Química General que ya habían visto el tema durante el curso)

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa que los alumnos que ya habían visto el tema del enlace químico obtienen un resultado porcentual menor al obtenido por los alumnos que no habían visto el tema en el curso.

En los siguientes enunciados se le pide a los alumnos contestar falso o verdadero.

*"2. -En la formación de un enlace participan fuerzas electrostáticas y electromagnéticas."*

*"3. -Un enlace implica siempre un par de electrones entre dos átomos"*

*"4. -Un enlace implica siempre un par de electrones entre dos átomos."*

*"6.-En un enlace, se puede identificar a los electrones y asegurar a qué átomo pertenecen."*

*"7. -En un átomo o ion que tiene su última capa de valencia completa es más fácil arrancar uno de los electrones."*

*"8. -Si la geometría de una molécula es lineal, por lo tanto es simétrica, esto implica que el momento dipolar sea cero."*

*"12. -En las interacciones de Van der Waals los electrones no abandonan el núcleo simplemente tiene lugar una pequeña deformación."*

*"14. -En una molécula formada por dos átomos con distintos valores de electronegatividad, los electrones pasarán más tiempo en la nube electrónica del átomo con mayor valor de electronegatividad."*

*"15. -En un enlace covalente cada uno de los átomos dona un par de electrones para la formación del enlace."*

*"17. -Los compuestos covalentes no pueden formar sólidos cristalinos."*

*"22. -Si un compuesto no se disuelve en agua, no conduce la corriente eléctrica, entonces es covalente."*

*"27. -Hay una frontera que permite separar claramente los compuestos iónicos de los covalentes."*

*"28. -10 partículas de  $N_2$  constituyen una red formada por átomos."*

Como se puede ver en esta parte 2 de la prueba diagnóstica se pretende conocer un poco más del conocimiento de los alumnos sobre algunas características básicas del tema de enlace químico.

En las preguntas anteriores se tiene una diferencia en los resultados de 3 al 28 %, favoreciendo a los alumnos que no habían visto el tema en este curso.

Se puede ver que para algunos alumnos de Química General aun cuando han visto el tema de enlace químico tienen muchas dudas al respecto, tales como: no saber que no existe una frontera que permita separar los diferentes tipos de enlace químico, también tienen dudas sobre conceptos tales como: el de electronegatividad, polaridad, solubilidad, así como el propio concepto del enlace químico.

Aun cuando el número de preguntas en las que se tienen resultados a favor de los alumnos que no han visto el tema, y estos resultados representan el 46 % ( $13/28 \cdot 100$ ) de la Parte 2 de

la prueba, se puede decir que se tiene ligero avance en la evolución de las ideas previas en los alumnos de la Facultad de Química.

#### **Gráfica No. 5**

En esta gráfica se comparan los resultados de la aplicación (antes y después de ver el tema de enlace químico correspondiente a la Parte 2 de la prueba diagnóstica) en que se involucran los grupos B1 y B2, (donde B1 son alumnos de Química Inorgánica que no habían visto el tema de enlace químico en el curso, y B2 son alumnos de Química Inorgánica que ya habían visto el tema durante el curso)

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa que los alumnos que ya habían visto el tema del enlace químico obtienen un resultado porcentual menor al resultado obtenido por los alumnos que no habían visto el tema en el curso.

En los siguientes enunciados se pide a los alumnos contestar falso o verdadero.

*"1. -La formación de un enlace dependerá de los electrones de valencia."*

*"6. -En un enlace, se puede identificar a los electrones y asegurar a qué átomo pertenecen."*

*"7. -En un átomo o ion que tiene su última capa de valencia completa es más fácil arrancar uno de los electrones."*

*"20. -El HF es un compuesto iónico (p. ebullición 25.5°C)."*

*"22. -Si un compuesto no se disuelve en agua, no conduce la corriente eléctrica, entonces es covalente."*

*"23. -Un enlace covalente polar es el tipo de enlace químico que tiene mayor carácter iónico que covalente."*

La diferencia en los resultados de estos enunciados abarca de 3 a 62 % a favor de los alumnos de Química Inorgánica que no habían visto el tema de enlace químico en el curso.



Como se ve en esta parte 2 de la prueba diagnóstica de un total de veintiocho preguntas se tienen solamente seis a preguntas en las que los alumnos que no han visto el tema obtienen un mejor resultado porcentual, pero el resto favorece a los alumnos que ya han visto el tema del enlace químico.

En esta gráfica se puede ver que, aparentemente a medida que los alumnos avanzan curricularmente van adquiriendo un mejor dominio sobre el concepto del enlace químico, lo anterior se menciona ya que al comparar estos resultados con los de la Gráfica 4 (Química General) se puede ver que hay menos preguntas en las que los alumnos de Química Inorgánica obtienen un resultado porcentual bajo.

#### Gráfica No. 6

En esta gráfica se comparan los resultados de la aplicación antes y después de ver el tema de enlace químico correspondiente a la Parte 2 de la prueba diagnóstica, en que se involucran los grupos C1 y C2, (donde C1 son alumnos de Química Covalente que no habían visto el tema de enlace químico en el curso, y C2 son alumnos de Química Covalente que ya habían visto el tema durante el curso).

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa que los alumnos que ya habían visto el tema del enlace químico obtienen un resultado porcentual menor al resultado obtenido por los alumnos que no habían visto el tema en el curso.

En los siguientes enunciados se pide a los alumnos contestar falso o verdadero.

*"1. -La formación de un enlace dependerá de los electrones de valencia."*

*"2. - "En la formación de un enlace participan fuerzas electrostáticas y electromagnéticas"*

*"3. -Un enlace implica siempre un par de electrones entre dos átomos"*

*"5. - En la molécula de  $F_2$  el enlace implica un par de electrones."*

*"7. -En un átomo o ion que tiene su última capa de valencia completa es más fácil arrancar uno de los electrones."*

*"8. -Si la geometría de una molécula es lineal, por lo tanto es simétrica, esto implica que el momento dipolar sea cero."*

*"9. -Los pares de electrones no enlazantes influyen en la posición de los pares compartidos y determinan la polaridad de la molécula."*

*"10. -La forma estructural de una molécula es el resultado de todas las repulsiones de los pares de electrones libres y enlazantes."*

*"19. -Si en una botella hubiera oxígeno, las moléculas de este gas estarían separadas entre sí a temperatura ambiente."*

*"22. -Si un compuesto no se disuelve en agua, no conduce la corriente eléctrica, entonces es covalente."*

*"23. -Un enlace covalente polar es el tipo de enlace químico que tiene mayor carácter iónico que covalente."*

*"25. -La longitud del enlace químico disminuye al incrementarse la separación entre las cargas."*

La diferencia entre los resultados de las preguntas aquí mencionadas se da entre 2 y 45 % a favor de los alumnos que no habían visto el tema del enlace en este curso.

Estos resultados no son lo que se esperaba de estos grupos ya que estos alumnos de Química Covalente ya han tomado varios cursos en los que abordan el tema del enlace químico.

Una vez más se ve la gran resistencia al cambio conceptual, ya que era de esperarse que en esta Parte 2 de la prueba diagnóstica los alumnos de Química Covalente, que ya han visto

el tema por varias ocasiones, superaran por mucho a los alumnos que no habían visto el tema del enlace químico durante el curso.

### **Gráfica No. 7**

En esta gráfica se comparan los resultados de la prueba diagnóstica para la aplicación (antes de ver el tema de enlace químico correspondiente a la Parte I) en que se involucran los grupos A1 y B1, (donde A1 son alumnos de Química General que no habían visto el tema de enlace químico en el curso, y B1 son alumnos de Química Inorgánica que no habían visto el tema durante el curso).

A continuación se menciona el enunciado de la pregunta en la que se observa que los alumnos de Química General que no habían visto el tema del enlace químico obtienen un resultado porcentual prácticamente igual al que alcanzan los alumnos de Química Inorgánica que no habían visto el tema en el curso.

*“8. -10 partículas de calcio constituyen*

- a)Una sola molécula formada por átomos.*
- b)Representan sólo un átomo de calcio*
- c)Una red formada por cationes y electrones*
- d)Un grupo de moléculas formado por átomos*

***Explica tu respuesta.***

En esta gráfica se logra ver claramente cómo los alumnos de semestres posteriores mejoran su conocimiento sobre el concepto del enlace químico en comparación con los alumnos de semestres anteriores, ya que en esta gráfica la diferencia solamente es de 1 % y favorece a los alumnos de Química Inorgánica.

Esta gráfica muestra los resultados esperados ya que los alumnos de Química Inorgánica aun cuando no han visto el tema en este curso ya lo han visto anteriormente cuando cursaron Química General.

#### **Gráfica No. 8**

En esta gráfica se comparan los resultados de la prueba diagnóstica para la aplicación (antes de ver el tema de enlace químico correspondiente a la Parte I) en que se involucran los grupos A1 y C1, (donde A1 son alumnos de Química General que no habían visto el tema de enlace químico en el curso, y C1 son alumnos de Química Covalente que no habían visto el tema durante el curso).

Esta es una grafica que muestra cómo los alumnos de semestres posteriores pueden mejorar su conocimiento sobre los conceptos de enlace químico; una vez más se ve que se esta dando una evolución de las ideas previas hacia el cambio conceptual.

#### **Gráfica No. 9**

En esta gráfica se comparan los resultados de la Parte I de la prueba diagnóstica para la aplicación (antes de ver el tema de enlace químico) en que se involucran los grupos B1 y C1, (donde B1 son alumnos de Química Inorgánica y C1 son alumnos de Química Covalente) en donde ambos grupos no han visto el tema durante el curso.

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa que los alumnos de Química Inorgánica que no habían visto el tema del enlace químico obtienen un resultado porcentual parecido a los resultados de los alumnos de Química Covalente que no habían visto el tema en el curso.

*"2. - ¿Qué tipos de enlaces químicos conoces? Explica tu respuesta."*

En la siguiente pregunta se pide a los alumnos que escojan la opción correcta

*"6. - ¿Qué tipo de enlace presenta el  $F_2$ ? Explica tu respuesta"*

a) *Iónico*

b) *Covalente*

c) *Covalente polar*

***Explica tu respuesta.***

Los resultados de esta gráfica sólo muestran que en la pregunta número 2 se tiene una diferencia de 1 % a favor de los alumnos de Química Inorgánica.

Esta gráfica muestra el tipo de resultados que uno esperaría cuando se compararan dos asignaturas como es el caso.

Esta gráfica también muestra la evolución de las ideas previas, ya que se manifiesta una mejoría sobre el concepto del enlace químico en los alumnos de la Facultad.

#### **Gráfica No. 10**

En esta gráfica se comparan los resultados de la aplicación (antes de ver el tema de enlace químico correspondiente a la Parte 2 de la prueba diagnóstica) en que se involucran los grupos A1 y B1, (donde A1 y B1 son alumnos de Química General y Química Inorgánica respectivamente) en donde ambos grupos no habían visto el tema durante el curso.

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa que los alumnos de Química General obtienen mejor resultado porcentual comparado con los resultados obtenidos por los alumnos de Química Inorgánica.

En los siguientes enunciados se le pide a los alumnos contestar falso o verdadero.

*"3. -Un enlace implica siempre un par de electrones entre dos átomos."*

*"8.-Si la geometría de una molécula es lineal, por lo tanto es simétrica, esto implica que el momento dipolar sea cero."*

*"17. -Los compuestos covalentes no pueden formar sólidos cristalinos."*

*"18. -Los compuestos gaseosos a temperatura ambiente son covalentes"*

*“22. -Si un compuesto no se disuelve en agua, no conduce la corriente eléctrica, entonces es covalente.”*

*“25. -La longitud del enlace químico disminuye al incrementarse la separación entre las cargas.”*

En general se puede decir que los alumnos de Química Inorgánica aun cuando ya han visto el tema en la asignatura de Química General, no logran comprender conceptos tales como: la participación de fuerzas electrostáticas y electromagnéticas, además se les dificulta ver las diferencias de los tipos de enlace químico.

Al ver estos resultados se puede notar que de veintiocho preguntas correspondientes a la parte 2 de la prueba diagnóstica, solamente en cinco preguntas los alumnos de Química General superan a los alumnos de Química Inorgánica con una diferencia de 5 a 34 %.

Esto refleja que los alumnos de asignaturas posteriores mejoran los conocimientos del enlace químico y de esta manera una vez más se puede ver la evolución de las ideas previas.

### **Gráfica No. 11**

Está grafica corresponde a la aplicación (antes de ver el tema de enlace químico Parte 2) e involucra a los grupos A1 y C1( donde A1 y C1 son alumnos de Química General y Química Covalente respectivamente) en donde ambos grupos no habían visto el tema durante el curso.

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa que los alumnos de Química General obtienen mejor resultado porcentual comparado con los resultados obtenidos por los alumnos de Química Covalente.

En los siguientes enunciados se pide a los alumnos contestar falso o verdadero.

*“17. -Los compuestos covalentes no pueden formar sólidos cristalinos.”*

*“18. -Los compuestos gaseosos a temperatura ambiente son covalentes”*

*“19. -Si en una botella hubiera oxígeno, las moléculas de este gas estarían separadas entre sí a temperatura ambiente.”*

*“21. -Un compuesto con punto de ebullición alto, se disuelve en agua y conduce la corriente; seguramente será iónico”*

*“22. -Si un compuesto no se disuelve en agua, no conduce la corriente eléctrica, entonces es covalente.”*

*“23. -Un enlace covalente polar es el tipo de enlace químico que tiene mayor carácter iónico que covalente.”*

*“25. -La longitud del enlace químico disminuye al incrementarse la separación entre las cargas.”*

Al analizar los enunciados se ve que los alumnos de Q. General se ven favorecidos de un 2 al 28 % en las preguntas anteriores al comparar los resultados con los alumnos de Química Covalente.

La Parte 2 de la prueba diagnóstica está constituida por veintiocho preguntas y solamente los alumnos de Química General superan a los de Covalente en siete de ellas. Es necesario decir que este hecho no se debería dar ya que los alumnos de Química Covalente ya han visto el tema en varios cursos y que deberían manejar y conocer mejor los conceptos del enlace químico.

#### **Gráfica No. 12**

Esta gráfica corresponde a la aplicación (antes de ver el tema de enlace químico Parte 2) e involucra a los grupos B1 y C1( donde B1 y C1 son alumnos de Química Inorgánica y Química Covalente respectivamente), en donde ambos grupos no habían visto el tema durante el curso.

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa que los alumnos de Química Inorgánica obtienen mejor resultado porcentual comparado con los resultados obtenidos por los alumnos de Química Covalente

En los siguientes enunciados se pide a los alumnos contestar falso o verdadero.

*"11. -Los puentes de hidrógeno son enlaces químicos y no solamente fuerzas."*

*"15. -En un enlace covalente cada uno de los átomos dona un par de electrones para la formación del enlace."*

*"18. -Los compuestos gaseosos a temperatura ambiente son covalentes"*

*"19. -Si en una botella hubiera oxígeno, las moléculas de este gas estarían separadas entre sí a temperatura ambiente."*

*"20. - El HF es un compuesto iónico (punto de ebullición 25.5)*

*"21. -Un compuesto con punto de ebullición alto, se disuelve en agua y conduce la corriente; seguramente será iónico"*

*"23. -Un enlace covalente polar es el tipo de enlace químico que tiene mayor carácter iónico que covalente."*

La diferencia entre los resultados de las preguntas aquí mencionadas se da entre 3 y 32 % a favor de los alumnos de Química Inorgánica.

Estos resultados no son lo que se esperaba de estos grupos ya que los alumnos de Química Covalente ya han tomado varios cursos en los que se aborda el tema del enlace químico.

Una vez más se ve que los alumnos tienen dificultades al reconocer algunas características de los tipos de enlace químico, esto también refleja la gran resistencia al cambio conceptual, ya que se esperaba que en esta Parte (2) de la prueba diagnóstica los



alumnos de Química Covalente superaran el número de preguntas contestadas correctamente comparado con los alumnos de Química Inorgánica.

#### **Gráfica No 13**

Esta gráfica corresponde a la aplicación (después de ver el tema de enlace químico Parte 1) e involucra a los grupos A2 y B2 ( donde A2, B2 son alumnos de Química General y Química Inorgánica, respectivamente) además ambos grupos ya habían visto el tema de enlace químico.

Esta gráfica muestra el tipo de resultados esperados, también muestra que generalmente los alumnos de semestres posteriores mejoran su conocimiento sobre conceptos del enlace químico.

#### **Gráfica No.14**

Esta gráfica corresponde a la aplicación (después de ver el tema de enlace químico Parte 1) e involucra a los grupos A2 y C2 ( donde A2 son alumnos de Química General y C2 son alumnos de Química Covalente).

En esta gráfica solamente se analiza la pregunta número dos en la cual se tiene una diferencia de 4% a favor de los alumnos de Química General. Una vez más se tiene una gráfica que muestra el tipo de resultados que cualquiera esperaría.

Se puede ver que los alumnos que ya habían visto el tema, en este caso los alumnos de Química Covalente superan los resultados porcentuales en comparación con los alumnos de Química General.

Tal como lo muestran los resultados se puede decir que si es posible tener un cambio conceptual sobre enlace químico por parte de los alumnos de semestres posteriores.

**Gráfica No. 15**

Está grafica corresponde a la aplicación (después de ver el tema de enlace químico Parte 1) e involucra a los grupos B2 y C2 (B2 son alumnos de Química Inorgánica y C2 de Química Covalente) además, ambos grupos ya habían visto el tema del enlace químico durante el curso.

A continuación se mencionan los enunciados en los cuales los alumnos de Química Inorgánica superan en el resultado porcentual a los alumnos de Química Covalente.

*"2. - ¿Qué tipo de enlaces químicos conoces? Explica tu respuesta"*

*"3. - En un átomo los electrones están girando alrededor del núcleo, ¿Crees que dicho movimiento se verá afectado al momento de formar un enlace?. Explica tu respuesta.*

*"4. - El enlace C-F es polar, pero en el tetrafluoruro de carbono la disposición de los cuatro enlaces da un resultado de una molécula con un momento dipolar cero. Explica tu respuesta.*

En la siguiente pregunta se pide a los alumnos escoger la opción correcta para contestar

*"7. - 10 partículas de KCl constituyen*

*a) Un grupo de moléculas formado por átomos*

*b) Una sola molécula formada por átomos*

*c) Una red formada por átomos*

*d) Una red formada por iones*

*Explica tu respuesta.*

En los resultados de esta Parte 1 de la prueba diagnóstica se tiene una diferencia entre un 2 y un 22 % a favor de los alumnos de Química Inorgánica; esto indica una vez más, que los alumnos que ya han visto el tema del enlace químico no logran dominar por completo los conceptos de los diferentes tipos de enlace químico y que siguen utilizando el concepto de partícula para describir átomos, moléculas, elementos, etc.

### Gráfica No. 16

Esta gráfica corresponde a la aplicación (después de ver el tema de enlace químico Parte 2) e involucra a los grupos A2 y B2 ( donde A2 y B2 son alumnos de Química General y Química Inorgánica, respectivamente) y los dos grupos para este momento ya habían visto el tema durante el curso.

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa que los alumnos de Química General que ya habían visto el tema del enlace químico obtienen mayor resultado porcentual comparado con los resultados obtenidos por los alumnos de Química Inorgánica que ya habían visto el tema en el curso.

En los siguientes enunciados se pide a los alumnos contestar falso o verdadero.

*"1. -La formación de un enlace dependerá de los electrones de valencia."*

*"7. -En un átomo o ion que tiene su última capa de valencia completa es más fácil arrancar uno de los electrones."*

*"23. -Un enlace covalente polar es el tipo de enlace químico que tiene mayor carácter iónico que covalente."*

*"24. -"En el enlace covalente no polar es necesario que los átomos tengan electronegatividades con valores iguales o al menos parecidas."*

*"25. -"La longitud del enlace químico disminuye al incrementarse la separación entre las cargas."*

Al analizar esta gráfica se observa que hay una diferencia de 2 a 31 % a favor de los alumnos de Química General.

Este resultado muestra que los alumnos de Química Inorgánica aun cuando han visto el tema del enlace químico continúan teniendo dudas sobre algunas características de los diferentes modelos de enlace químico. Sin embargo los alumnos de Química Inorgánica

contestan mejor a la mayoría de los enunciados de la prueba diagnóstica, por lo tanto esto también demuestra que se está dando el cambio conceptual sobre el tema del enlace químico.

### **Gráfica No. 17**

Esta gráfica corresponde a la aplicación (después de ver el tema de enlace químico Parte 2) e involucra a los grupos A2 y C2 (donde A2 y C2 son alumnos de Química General y Química Covalente respectivamente), en donde ambos grupos ya han visto el tema del enlace durante el curso.

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa que los alumnos de Química General obtienen un mayor resultado porcentual comparado con los resultados obtenidos por los alumnos de Química Covalente.

En los siguientes enunciados se pide a los alumnos contestar falso o verdadero.

*"1. -La formación de un enlace dependerá de los electrones de valencia."*

*"3. -Un enlace implica siempre un par de electrones entre dos átomos."*

*"9. -Los pares de electrones no enlazantes influyen en la posición de los pares compartidos y determinan la polaridad de la molécula."*

*"18. -Los compuestos gaseosos a temperatura ambiente son covalentes"*

*"19. -Si en una botella hubiera oxígeno, las moléculas de este gas estarían separadas entre sí a temperatura ambiente."*

*"22. -Si un compuesto no se disuelve en agua, no conduce la corriente eléctrica, entonces es covalente."*

*"23. -Un enlace covalente polar es el tipo de enlace químico que tiene mayor carácter iónico que covalente."*

*"25. -En el enlace covalente no polar es necesario que los átomos tengan electronegatividades con valores iguales o al menos parecidas."*

Al analizar los resultados de esta gráfica se puede ver que la diferencia comprendida de un 2 a un 37 % favorece a los alumnos de Química General, esto implica que algunos alumnos de Química Covalente aun cuando han visto el tema por varias ocasiones siguen teniendo problemas para reconocer algunas características de los diferentes modelos de enlace químico.

A pesar de estos resultados en la mayoría de las preguntas los alumnos de Química Covalente obtienen un mayor resultado porcentual. De esta manera se puede decir que se está dando la evolución de las ideas previas sobre el cambio conceptual.

#### **Gráfica No. 18**

Esta gráfica corresponde a la aplicación (después de ver el tema de enlace químico Parte 2) e involucra a los grupos B2 y C2, en donde B2 y C2 son alumnos de Química Inorgánica y Química Covalente, y ambos grupos ya habían visto el tema del enlace durante el curso.

A continuación se mencionan los enunciados de las preguntas en las que se observa un mayor resultado porcentual en los alumnos de Química Inorgánica.

En los siguientes enunciados se pide a los alumnos contestar falso o verdadero.

- "2. -En la formación de un enlace participan fuerzas electrostáticas y electromagnéticas."*
- "3. -Un enlace implica siempre un par de electrones"*
- "4. -La atracción entre dos iones sucede cuando éstos tienen cargas diferentes, siendo una característica del enlace iónico."*
- "8. -Si la geometría de una molécula es lineal, por lo tanto es simétrica, esto implica que el momento dipolar sea cero."*
- "9. -Los pares de electrones no enlazantes influyen en la posición de los pares compartidos y determinan la polaridad de la molécula."*
- "10. -La forma estructural de una molécula es el resultado de todas las repulsiones de los pares de electrones libres y enlazantes."*

*"11. -Los puentes de hidrógeno son enlaces químicos y no solamente fuerzas."*

*"13. -La polarización de un átomo se refiere a la deformación de la nube electrónica."*

*"18. -Los compuestos gaseosos a temperatura ambiente son covalentes"*

*"19. -Si en una botella hubiera oxígeno, las moléculas de este gas estarían separadas entre sí a temperatura ambiente."*

*"20. -El HF es un compuesto iónico (p. ebullición 25.5°C)."*

*"22. -Si un compuesto no se disuelve en agua, no conduce la corriente eléctrica, entonces es covalente."*

*"23. -Un enlace covalente polar es el tipo de enlace químico que tiene mayor carácter iónico que covalente."*

*"25. -La longitud del enlace químico disminuye al incrementar la separación entre las cargas."*

*"27. -Hay una frontera que permite separar claramente los compuestos iónicos de los covalentes"*

Al analizar los resultados de estos enunciados se puede ver que se tiene una diferencia de un 2 a un 37 % a favor de los alumnos de Química Inorgánica. Esto implica que algunos alumnos de Química Covalente aun cuando ya han visto el tema por varias ocasiones siguen teniendo ideas previas con una gran persistencia ya que no logran reconocer algunas características de los diferentes modelos de enlace químico.

En esta gráfica se puede ver una clara competencia entre los alumnos de Química Inorgánica y Química Covalente; sin embargo, a pesar de la competencia entre los dos grupos, los alumnos de Química Inorgánica superan ligeramente a los alumnos de Q. Covalente en el número total de preguntas contestadas correctamente.

**Gráfica No. 19**

Esta gráfica corresponde a la aplicación (antes de ver el tema de enlace químico Parte 1) e involucra a los grupos A1, B1 y C1, en donde A1, B1 y C1 son alumnos de Química General, Química Inorgánica y Química Covalente, respectivamente. En este caso ninguno de los grupos ha visto el tema durante el curso respectivo.

Los resultados de esta gráfica son el tipo de resultados esperados, ya que en la mayoría de las preguntas los alumnos que ya vieron el tema (en cursos previos) efectivamente superan a los que no lo habían visto. En esta comparación se puede ver muy claramente un comportamiento "ideal" entre los tres grupos, con excepción de la pregunta número dos en la que los alumnos de Química Covalente obtienen el 1% por debajo del resultado porcentual obtenido por los alumnos de Química Inorgánica el cual es del 94 %.

Con el análisis anterior se puede decir que efectivamente se está dando un avance significativo en el conocimiento del enlace químico en alumnos de la Facultad de Química.

**Gráfica No. 20**

Esta gráfica corresponde a la aplicación (antes de ver el tema de enlace químico Parte 2) e involucra a los grupos A1, B1 y C1, donde A1 son alumnos de Química General, B1 son alumnos de Química Inorgánica y C1 alumnos de Química Covalente, que no habían visto el tema durante el curso.

A continuación se presenta una tabla en la que se da el número de pregunta y las asignaturas correspondientes en las que se obtiene un menor resultado porcentual de lo que se esperaba.

| Número de pregunta | Resultados |
|--------------------|------------|
| 3                  | B1 < A1    |
| 8                  | B1 < A1    |
| 11                 | C1 < B1    |
| 15                 | C1 < B1    |

|    |                |
|----|----------------|
| 18 | $C1 < B1 < A1$ |
| 19 | $C1 < A1$      |
| 20 | $C1 < B1$      |
| 21 | $C1 < A1 < B1$ |
| 22 | $B1 < C1 < A1$ |
| 23 | $C1 < A1 < B1$ |
| 25 | $B1 < C1 < A1$ |

Al observar los resultados de esta gráfica se puede ver que existe una fuerte competencia entre los tres grupos y en algunos casos se tienen resultados en los que los grupos de semestres posteriores se ven superados por alumnos de semestres anteriores.

En general se tienen resultados satisfactorios ya que se sigue manteniendo el orden esperado en el que los alumnos de Química General fueran quienes obtuvieran el menor resultado porcentual, viéndose superados éstos por los alumnos de Química Inorgánica y por ultimo los alumnos de Química Covalente deberían superar los resultados en la mayoría de los enunciados a las dos asignaturas antes mencionadas.

Con estos resultados también se puede decir que se está dando por una parte la evolución de las ideas previas, pero también existe una resistencia al cambio conceptual, en general se da un avance en el manejo de los conceptos del enlace químico a medida que los alumnos avanzan en el programa curricular.

#### **Gráfica No. 21**

Esta gráfica corresponde a la aplicación (después de ver el tema de enlace químico Parte 1) e involucra a los grupos A2, B2 y C2, donde A2, B2 y C2 son alumnos de Química General, Química Inorgánica y Química Covalente respectivamente, en donde en todos los casos los alumnos ya habían visto el tema en el curso correspondiente.



Esta gráfica presenta resultados menos satisfactorios, ya que en cuatro de nueve casos, (Preguntas 2, 3, 4 y 7) los alumnos de Química Covalente se ven superados por alumnos de Química Inorgánica o incluso por alumnos de Química General (Pregunta 2).

Algunas de las causas que provocan este tipo de resultados pueden obedecer a que el programa vigente de Química Inorgánica aborda explícitamente diversos modelos de enlace químico. Además, uno de los docentes de los grupos de Química Inorgánica en que se aplicaron las pruebas trabaja con las ideas previas de los estudiantes. No obstante, se puede ver una vez más la evolución así como la persistencia de las ideas previas.

#### Gráfica No. 22

Esta gráfica corresponde a la aplicación (después de ver el tema de enlace químico Parte 2) e involucra a los grupos A2, B2 y C2, donde A2, B2 y C2 son alumnos de Química General, Química Inorgánica y Química Covalente, respectivamente. En todos los grupos ya habían visto el tema durante el curso correspondiente.

| Número de pregunta | Resultados |
|--------------------|------------|
| 1                  | A2>C2>B2   |
| 2                  | B2>C2      |
| 3                  | B2>A2>C2   |
| 4                  | B2>C2      |
| 7                  | A2>B2      |
| 8                  | B2>C2      |
| 9                  | B2>A2>C2   |
| 10                 | B2>C2      |
| 11                 | B2>C2      |
| 13                 | B2>C2      |
| 14                 | B2>C2      |
| 18                 | B2>A2>C2   |
| 19                 | B2>A2>C2   |
| 20                 | B2>C2      |
| 22                 | B2>A2>C2   |
| 23                 | A2>B2>C2   |
| 24                 | A2>B2      |
| 25                 | A2>B2>C2   |
| 27                 | B2>C2      |

En esta parte se puede ver una vez más un comportamiento muy alejado del “ideal” ya que, al igual que en la Gráfica No. 21, hay preguntas en las que los alumnos de Química General superan a los alumnos de Química Inorgánica y Química Covalente; esta situación se presenta solamente en tres preguntas (1, 23 y 25) de la Gráfica No. 22.

Sin embargo la competencia se da más entre los grupos de Química Inorgánica y Química Covalente, siendo frecuente el caso en el que los alumnos de Química Inorgánica superan a los alumnos de Química Covalente; esto sucede en dieciséis de las veintiocho preguntas de la prueba diagnóstica (Preguntas 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 18, 19, 20, 22, 23, 25 y 27).

En varios casos, los alumnos de Química General superaron también a los de Química Inorgánica (Preguntas 1, 7, 23, 24 y 25).

Sin lugar a duda este tipo de resultados muestra una vez más, por un lado, la gran resistencia al cambio de las ideas previas, en este caso sobre el tema del enlace químico. Por otra parte, esto es un indicador de la ingente necesidad de cambiar la metodología de enseñanza en los cursos de Química, de la Facultad de Química.

#### 5.4 COMPARACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DOCUMENTADAS EN UN MEDIO ELECTRÓNICO\* CON LAS RECOPIADAS EN LA PRUEBA DIAGNÓSTICA

Después de comparar las ideas previas documentadas en la página de Internet, mencionadas en el capítulo 4, con las recopiladas de la prueba diagnósticas mencionadas en el capítulo 5.2, se pueden observar que hay ideas previas comunes y persistentes en ambos casos.

Por ejemplo, para describir el enlace iónico, en ambos casos, los alumnos se refieren a que el átomo de sodio *le presta un electrón al átomo de cloro*. Una de las ideas más persistentes, se tiene cuando se menciona que en todos los enlaces covalentes se comparte *el par electrónico equitativamente*.

También se da el caso en el que las ideas previas de los alumnos son diferentes a las que se mencionan en la página, por ejemplo: mientras que para algunos alumnos el enlace iónico es el tipo de enlace químico en el que se donan electrones, en la página se reporta como una transferencia de electrones.

Se observa que una parte de los alumnos hace referencia al modelo de enlace químico como una realidad que permite explicar, lo que sucede en una reacción, en un cambio de estado, en las fuerzas moleculares, etcétera.

Al tener este tipo de resultados se puede decir que se está dando una evolución de las ideas previas para un número de alumnos, pero otra parte de estudiantes muestra una gran resistencia al cambio conceptual, prefiriendo estos últimos continuar con el manejo de argumentos diferentes a los de la comunidad científica.

\*Flores. F. *Et al. op. cit*

## 5.5 COMPARACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ALUMNOS CON LOS CONCEPTOS DE LA BIBLIOGRAFÍA

La finalidad de comparar las ideas previas de los alumnos (capítulo 5.2), con los conceptos encontrados en la bibliografía sobre el tema de enlace químico (capítulo 3), es conocer el acercamiento del conocimiento de los alumnos de la Facultad de Química al conocimiento científico.

En el capítulo 3 se mencionan los conceptos encontrados sobre los diferentes modelos de enlace químico en la bibliografía más consultada por los alumnos. De la búsqueda anterior puede observarse que, se aborda con mayor frecuencia el enlace iónico, covalente, covalente coordinado, covalente polar y algunos tipos de fuerzas intermoleculares se estudian en el capítulo de enlace químico; en donde se abordan ampliamente las principales características de cada uno de los tipos de enlace, haciendo énfasis en las fuerzas electrostáticas que participan en la formación de los enlaces.

El enlace metálico es el modelo de enlace químico que es poco estudiado en la bibliografía consultada y en algunos casos no se menciona para nada este tipo de enlace químico.

Las ideas previas recopiladas de la prueba diagnóstica, mencionadas en el capítulo 5.2, son en la mayoría de los casos, enunciados a los que les falta abordar más sobre algún modelo de enlace químico, e incluso en algunas ocasiones no distinguen enlace químico de fuerzas intermoleculares, viéndose estas definiciones alejadas de los conceptos bibliográficos.

Generalmente los alumnos utilizan ejemplos de la literatura para referirse al enlace químico, por ejemplo: representan al enlace iónico con el cloruro de sodio, al enlace covalente con los compuestos orgánicos, mencionan que el enlace metálico se da entre

metales, (dejando a un lado que en este enlace se da una compartición de electrones externos con todos los átomos vecinos, en donde los electrones tienen libre movimiento en el metal), también describen al enlace químico simplemente con una raya. etcétera.

Probablemente una de las consecuencias de que los alumnos aborden muy poco el enlace metálico, es la poca información sobre este enlace en la bibliografía consultada.

Después de comparar las ideas previas de los alumnos con los conceptos de enlace químico que aparecen en la bibliografía, una vez más se puede decir que se está dando una evolución para un número de alumnos, pero para otra parte de estudiantes se sigue manteniendo una gran resistencia al cambio conceptual.

## **CAPÍTULO 6**

### **RECOMENDACIONES SOBRE ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA**

#### **APRENDIZAJE**

En los últimos años se ha observado, en el dominio de la didáctica de las ciencias, una progresiva convergencia para desarrollar el trabajo educativo y de investigación bajo la concepción constructivista del aprendizaje.

Desde este punto de vista los alumnos construyen los nuevos conocimientos a partir de sus ideas o concepciones previas, de forma que la enseñanza de la ciencia consistiría principalmente en promover el cambio de dichas ideas con el fin de acercarlas al concepto académico.

#### **MECANISMO DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN EL ALUMNO**

Si el objetivo de enseñanza es que el alumno memorice un concepto, no sería necesario conocer sus ideas sobre dicho contenido, sería suficiente con la aplicación de recursos mnemotécnicos para conseguir los objetivos planteados.

En un contexto constructivista centrado en las ideas previas, el término aprendizaje significativo de un contenido de enseñanza hace referencia básicamente, omitiendo detalles divergentes, a la relación no arbitraria sino sustancial que establece el propio alumno entre dicho contenido y las ideas que tiene en su estructura cognoscitiva

Para conseguir una asimilación o un aprendizaje significativo de un contenido de enseñanza correcto, es necesario presentar una estrategia didáctica en donde se tenga en cuenta, como punto de partida lo que el alumno sabe sobre dicho contenido a enseñar.

A continuación se mencionan algunas estrategias de enseñanza-aprendizaje, las cuales pueden ser aplicadas en cualquier nivel de escolaridad, con la única intención de mejorar los criterios de aprendizaje para los alumnos y enseñanza para los profesores.

**Técnicas:****APRENDIZAJE EN EQUIPO**

La cooperación y la buena administración son la esencia del Aprendizaje en equipo. McKeachie (1986) establece que la interacción alumno-alumno mejora el desarrollo de su pensamiento y su capacidad para resolver problemas.

Este juicio es confirmado por A. Astin (1993) en un estudio que involucró a 27 mil estudiantes de universidades norteamericanas.

Estos antecedentes son uno de los testimonios de que el aprendizaje en equipo es un proceso educativo centrado en el aprendizaje en el cual un pequeño grupo formado intencionalmente con tres a cinco alumnos interactúa para realizar una tarea de aprendizaje bien definida. Cada individuo es responsable del aprendizaje de los demás y del propio y el profesor funciona como un facilitador del aprendizaje de cada grupo. Esta técnica ha mostrado su eficiencia relativa con respecto al método tradicional expositivo en cursos de todos niveles.

**ASPECTOS OPERATIVOS CRÍTICOS**

El cuidado de seis principios operativos hace que la eficiencia en equipo aumente.

- a) Forme grupos de tres a cinco alumnos, dependiendo de la tarea de aprendizaje a realizar. Asigne alumnos buscando heterogeneidad en cuanto a promedio, sexo, edad, y experiencia a aprender en equipo.
- b) Cuide la continuidad o permanencia de los grupos por al menos la mitad del semestre. De vez en cuando permita que los alumnos formen sus equipos para una actividad de aprendizaje de poca duración (1 a 3 horas) de preferencia al principio del semestre y sobre todo si no tienen experiencia de aprendizaje en equipo.

- c) Conserve interdependencia en los miembros del grupo. Asigne responsabilidades a cada miembro del grupo que tenga que ver con el aprendizaje de los demás.
- d) Cuide el aprendizaje de cada miembro del grupo. El mayor peso de la evaluación, y eventualmente de la calificación, debe darse a exámenes o actividades de cierto criterio de referencia. En la evaluación del grupo todos deben sacar la misma nota.
- e) Ponga especial atención al desarrollo de habilidades y actividades sociales, promueva que cada miembro del grupo coordine al menos una sesión del grupo, que explique algún tema de maneras variadas, exprese sus puntos de vista con claridad, aprenda a cuestionar o preguntar con pertinencia, desarrolle su capacidad para desarrollar ideas, resolver problemas y tomar decisiones grupales, que aprenda a planear y valorar en equipo y a preocuparse por el aprendizaje de los demás.
- f) Juegue el papel de consultor o facilitador del proceso grupal y del aprendizaje individual.

### **GRUPOS RELÁMPAGO**

Estos grupos duran lo que dura una sesión de clase, su objetivo es centrar la atención de los alumnos en el material que se va a enseñar. Se trata de que la información pase de los apuntes del profesor a los del alumno.

Las siguientes sugerencias ayudan a que los estudiantes se mantengan intelectualmente activos..

- a) Planee la exposición alrededor de ciertas preguntas a las que la sesión de clase tenga que responder, prepare las preguntas con anticipación. El propósito de esta discusión es tratar a la superficie los antecedentes de los alumnos sobre las preguntas y establecer las expectativas de la sesión de clase.



- b) Divida la sesión de clase en intervalos de 10 a 15 minutos. Este es el tiempo que un alumno se puede concentrar en una conferencia, planea una tarea que implique una discusión corta de parejas de alumnos después de cada segmento. La tarea debe completarse en tres o cuatro minutos. El objetivo de la tarea es que los alumnos se involucren en el material que se está presentando.
- c) Prepare una discusión final para sintetizar lo que los alumnos han aprendido de la sesión de clase. Se debe procurar que los alumnos integren lo que aprendieron con esquemas conceptuales anteriores.

### **GRUPOS FORMALES**

Estos grupos de varias semanas a un semestre para realizar una tarea específica. Los alumnos tienen dos responsabilidades: maximizar su aprendizaje y el del resto de los compañeros de grupo.

Las instrucciones prácticas para estos grupos son.

- a) El grupo resuelve problemas. Cada grupo resuelve y establece su solución (procedimiento y respuesta)
- b) Estudiantes elegidos al azar presentan la solución de su grupo.
- c) Se discute la solución en toda la clase. Se deben de revisar todas las soluciones diferentes.
- d) Cada grupo entrega un informe.

### **GRUPOS PERMANENTES**

Se forman con tres o cuatro miembros, de manera heterogénea y estable por todo el semestre con el propósito de proveer a cada estudiante la ayuda necesaria para que progrese académicamente.

Los grupos permanentes apoyan a sus miembros de la siguiente manera.

- a) Proporcionando ayuda y motivación a sus compañeros para aprender el contenido del curso y retroalimentando a sus compañeros.
- b) Estimulando el pensamiento crítico alrededor del contenido del curso: explicando claramente lo que se aprende, entablando controversias intelectuales, asegurando que el trabajo se hace a tiempo y aplicando lo aprendido en la propia vida.
- c) Proporcionando el espacio para el desarrollo de habilidades y actitudes para aprender en equipo.
- d) Proporcionando la estructura para la evaluación del curso.

Los miembros del grupo tienen tres responsabilidades principales:

- a) Entender las teorías, conceptos y conocimientos y desarrollar las habilidades enfatizadas en el curso.
- b) Asegurar que todos los miembros del grupo cumplan con (a). Esto se puede lograr cambiando de grupo a alumnos “clave”.

#### **DISCUSIÓN ESTRUCTURADA**

Aquí los estudiantes se asignan a los grupos con la idea de que preparen, presenten y defiendan el punto de vista que se les asigne. Dada la naturaleza cooperativa del aprendizaje en equipo es necesario que cada grupo entienda todos los ángulos del asunto para poder escribir un repote integrando los mejores argumentos desde cada ángulo. La discusión estructurada puede usarse en una amplia gama de tópicos y puede durar horas o semanas.

#### **APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO**

Para algunos investigadores este sería el método ideal para fomentar la adquisición de destrezas del pensamiento formal, que permitiría al alumno resolver casi cualquier tipo de

problema casi en cualquier tipo de dominio del conocimiento. Además encontrando sus propias resoluciones a los problemas, los alumnos serían capaces de aprender las cosas haciéndolas y ello haría más probable que las recordaran.

Por otra parte, se argumenta que la implicación activa en el aprendizaje y el contacto directo con la realidad daría como resultado una mayor motivación en los alumnos.

### **ENSEÑANZA BASADA EN EL USO DE PROBLEMAS**

Esta estrategia de enseñanza propone que la mayor parte de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencias en el nivel universitario debe basarse en la resolución de problemas por parte de los alumnos.

Esta propuesta hace énfasis en la organización de unidades didácticas articuladas fundamentalmente como colecciones de problemas; es necesario mencionar que el sistema no es tan simple como parece. Los problemas han de ser seleccionados cuidadosamente y secuenciados de forma que se consiga el aprendizaje significativo, por ejemplo pequeños experimentos, conjunto de observaciones, tareas de clasificación, permitirán un razonamiento extra por parte de los alumnos

La propia dinámica interna de esta estrategia fomenta el aprendizaje autorregulado durante el análisis inicial del problema, el alumno debe de crear un modelo mental relativo a la situación que se describe en el enunciado. Así mismo descubrirá posibles alternativas y enfoques válidos que en principio, pueden resultar apropiados para avanzar en la resolución del problema o para explorar posibilidades.

Según Birch el aprendizaje a partir de problemas es el mejor medio disponible para desarrollar las potencialidades de los alumnos, también señala que, en primer lugar, el aprendizaje basado en problemas es más adecuado que los métodos tradicionales por transmisión para las necesidades de los alumnos, ya que entre las situaciones más

frecuentes que se deben afrontar en las ciencias experimentales se encuentra la búsqueda de soluciones a situaciones problemáticas.

Ya que esta estrategia docente hace explícita la explicación de los conocimientos teóricos a situaciones problemáticas, fomenta la percepción de la unidad de los mismos, y contribuye, por tanto a incrementar la movilización intrínseca. Dado que el alumno debe movilizar constantemente sus conocimientos y que existe una interrelación entre teoría y aplicación práctica, el aprendizaje basado en problemas puede conseguir una mejor integración de los conocimientos declarativos y procedimentales.

Como cualquier estrategia, el aprendizaje a partir de problemas presenta algunas limitaciones; un posible inconveniente es que exige una mayor dedicación por parte del profesor. De la selección y secuenciación de los problemas depende además el interés que se logre despertar y el grado de coherencia interna que adquieren los contenidos que componen la asignatura.

#### **El cambio conceptual como punto de partida de las ideas constructivistas**

Ante la evidente persistencia de las ideas previas de los alumnos y como una alternativa a la enseñanza tradicional por transmisión y a la enseñanza por descubrimiento, diversos autores han planteado la búsqueda del cambio conceptual para que los alumnos expliciten sus ideas previas.

Las posiciones que recomiendan un cambio conceptual conciben el currículo como un conjunto de experiencias mediante las cuales el alumno construye una concepción del mundo más cercana a la concepción de la comunidad científica.

Las pautas generales que deberían seguirse en cualquier programa de enseñanza para el cambio conceptual han sido revisadas por algunos autores y ofrecen las siguientes recomendaciones.

- a) Las ideas de los alumnos deben ser una parte explícita del debate en el aula. Se trata de que los alumnos sean conscientes de sus propias ideas y de las ideas de los demás. Los alumnos deberán darse cuenta de que las ideas tienen autoridad por su poder explicativo, no por la fuente de donde proceden.
- b) El estatus de las ideas tiene que ser discutido y negociado. Como consecuencia de la primera condición, una vez que todas las ideas han sido elicitadas, los alumnos deben decidir acerca del estatus de sus propias opciones y de las opciones de los demás.
- c) La justificación de las ideas debe ser un componente explícito del plan de estudios. Que los alumnos consideren que las nuevas concepciones son plausibles y útiles puede depender de varios factores: que las nuevas concepciones parezcan verdaderas y compatibles con otras concepciones previas o aprendidas, que las concepciones no contradigan las ideas metafísicas de los alumnos.
- d) El debate en el aula debe tener en cuenta la metacognición que, desempeña un papel fundamental en el cambio conceptual. Cuando los alumnos comentan, comparan y deciden sobre la utilidad, la plausibilidad y la consistencia de las concepciones que se presentan, están explicitando sus propios criterios de aceptación. La aceptación o no de las ideas previas depende en gran medida de los patrones metacognitivos de los alumnos.

De la descripción anterior se desprende la necesidad de disponer de un repertorio de técnicas y recursos acorde con las condiciones que se han explicado. Las ideas previas pueden ponerse de manifiesto utilizando ejemplos adecuados, cuestionarios, demostraciones, técnicas de discusión en grupo, etc. Una vez que se ha conseguido lo anterior, las estrategias para disminuir el nivel de las ideas erróneas de los alumnos y para

justificar las nuevas ideas deben hacer hincapié en los principios científicos de buscar la máxima simplicidad o la máxima consistencia; se basa en el empleo de analogías, discusiones guiadas, modelizaciones, comparaciones, etc.

### **EL APRENDIZAJE COMO INVESTIGACIÓN DIRIGIDA**

Esta propuesta se orienta, fundamentalmente, a la enseñanza de la ciencia en el nivel de enseñanza secundaria, si bien en la literatura didáctica existen ejemplos de aplicación orientadas a la enseñanza universitaria.

Las estrategias propias del aprendizaje como investigación deben ir acompañadas por actividades de síntesis que dan lugar a la elaboración de esquemas, memorias, mapas conceptuales, etc. y que permiten concebir nuevos problemas.

A continuación se menciona una serie de estrategias, que no necesariamente deben seguir una secuencia predeterminada.

- a) Se plantean situaciones problemáticas que generen interés en los alumnos y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.
- b) Los alumnos, trabajando en grupo, estudian cualitativamente las situaciones problemáticas planteadas y con la ayuda bibliográfica apropiada, empiezan a delimitar el problema y a explicitar ideas.
- c) Los problemas se tratan siguiendo una orientación científica, con emisión de hipótesis, elaboración de estrategias posibles de resolución, análisis y comparación con los resultados obtenidos por grupos de otros alumnos.
- d) Los nuevos conocimientos, se manejan y aplican a nuevas situaciones para profundizar en los mismos y afianzarlos. Este es el momento más indicado para hacer explícitas las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

**Desarrollo de las capacidades metacognitivas:**

Las destrezas metacognitivas son una de las componentes del aprendizaje a las que se ha empezado a prestar atención en los últimos años.

La metacognición puede concebirse como una ayuda al aprendizaje, pero también puede y debe constituir un objetivo legítimo de la enseñanza.

Entre las destrezas básicas que se espera que desarrollen los alumnos de ciencias destacan las capacidades de observación, organización, clasificación, comparación, medición, descripción, organización coherente de la información, predicción, formulación de inferencias y hipótesis, interpretación de datos, elaboración de modelos y obtención de conclusiones.

### CONCLUSIONES:

Después de conocer las ideas previas recopiladas de la prueba diagnóstica, hacer el análisis de las diferentes gráficas, comparar las ideas previas de los estudiantes con las que aparecen en la página de Internet y con los conceptos de enlace químico encontrados en la literatura, se puede decir que la evolución de las ideas previas en los alumnos de la Facultad de Química se está manifestando, aunque se nota una resistencia al cambio conceptual por una parte de la comunidad a la que se le aplicó la prueba.

Es necesario mencionar que en cualquiera de las asignaturas y de los grupos a los que se aplicó la prueba diagnóstica se tienen alumnos que no cambian sus ideas previas durante todo el curso y por otra parte se tiene a los alumnos que desde principios de la carrera tienen la necesidad de cambiar sus ideas previas por conceptos más parecidos a los utilizados por la comunidad científica.

Existen casos en los que los alumnos no tienen una comprensión completa de lo que es el enlace químico, ya que en algunas ocasiones en lugar de superar el concepto cuando el tema se ha visto, sucedía lo contrario, es decir, los alumnos contestaban mejor a las preguntas cuando no han visto el tema durante el curso.

Lo anterior implica que las ideas previas en los alumnos de la Facultad de Química son complejas y difíciles de superar para algunos casos, ya que se esperaba que los alumnos de Química Inorgánica superaran siempre a los alumnos de Química General y los de Química Covalente a los de Química General y a los de Química Inorgánica, sin embargo esto no sucedió en algunas preguntas de la prueba diagnóstica.

Se puede decir que existe una gran cantidad de ideas previas en los alumnos de la Facultad de Química y que además estas ideas previas son muy persistentes en algunos casos, de tal



manera que esta resistencia impide la evolución de las ideas previas a conceptos aceptados por la comunidad científica así como el propio aprendizaje.

Considero que las características sobre las ideas previas, que se mencionan al principio en este trabajo, se reflejan en los resultados obtenidos; por ejemplo: la persistencia, pensamiento no coherente, las ideas previas se encuentran presentes de manera semejante en estudiantes de diferentes edades, por mencionar algunas.

Después de analizar los resultados de este trabajo, se puede decir que se logró llevar a cabo los objetivos que se plantearon al principio, llegando a conocer gran parte de las ideas previas de los alumnos de la Facultad de Química, pudiendo así proporcionar algunas recomendaciones sobre estrategias de enseñanza-aprendizaje para los alumnos y profesores de la Facultad de Química. La persistencia de las ideas previas en muchos alumnos obliga a considerar estas y otras estrategias como una herramienta indispensable en la comprensión del conocimiento científico y así poder lograr significativamente la evolución de las ideas previas hacia el conocimiento científico.

Finalmente considero que el conocimiento de las ideas previas más persistentes sobre el enlace químico, así como las estrategias de enseñanza recomendadas en este trabajo le permiten a un profesionalista de la química tener una visión más clara en el proceso del aprendizaje.

**BIBLIOGRAFÍA:**

1. Carles Furio y Cristina Furio. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos, *Educación Química* 11 (3), 300-308.
2. De Posada José María. (1999). Concepciones de los alumnos sobre enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. *Problemas de aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias* 17 (2), 227-245.
3. Ana E. Domínguez P., Marta Rodríguez P., Fernando Flores y Leticia Gallegos C. (2002) Estudio longitudinal sobre la construcción de conceptos: enlace, solubilidad y conductividad, *Educación Química* 13 (4), 247-253
4. Oliva Martínez, José M. (1999), Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias* 17 (1), 93-107.
5. Oliva Martínez, José M. (1999). Ideas para la discusión sobre las concepciones de cambio conceptual, *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 115-117.
6. Toledo, B., Arriaseq, I. y Santo, G. (1997). Análisis de la transición de la física clásica a la relativista. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), 79-90.
7. Pozo, Juan Ignacio, (1999). Más allá del cambio conceptual: El aprendizaje de la ciencia como cambio representacional, *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 513-520.
8. Juan Quílez Pardo (2002). Aproximación a los orígenes del concepto de equilibrio químico: algunas implicaciones didácticas, *Educación Química* 13 (2), 101-112.
9. Armando Rugarcía (1995), *El aprendizaje en equipo en acción*, *Educación Química*, 6 (4), 206-209.
10. Oliva Martínez, J. M. (1986), Estudios sobre consistencia en las ideas de los alumnos en ciencia, *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 87-92.

11. Silvia Valdez-A., Fernando Flores-C, (1998), Ideas previas en el estudiante de bachillerato sobre conceptos básicos de química vinculados al tema de disoluciones, *Educación Química*, 9 (3), 155-162.
12. Laura Gasque –Silva. (1997) ¿Iónico o covalente?, *Educación Química*, 8 (1), 160-165.
13. Marín, N., Jiménez Gómez, (1997), Delimitación de “lo que los alumnos saben” a partir de objetivos y modelos de enseñanza, *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 215-224.
14. Andoní Garritz y Cesar Rincón, (1999), Valencia y número de oxidación. Corolario para docentes, *Educación Química*, 8 (3), 130-140.
15. Galache López, M, I. y Camacho Domínguez, E. (1992), Un avance decisivo en el conocimiento de los iones: La teoría de Arrhenius de la disociación electrolítica, *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (3), 307-311
16. De Posada , J. M. (1996), Hacia una teoría sobre las ideas científicas de los alumnos: Influencia del contexto, *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 303-314
17. Juan Josep Solaz-Portolés y Magdalena Moreno-Cabo, (1998), Enseñanza / aprendizaje de la ciencia versus historia de la ciencia. *Educación Química*, 9 (2), 80-85
18. Alejandro Anaya D. (1995), Estilos de enseñanza-aprendizaje y aprendizaje en equipo en ingeniería química. *Educación Química*, 6 (4), 200-205
19. Olivia J. M (1999), Del cambio conceptual a la adquisición de conocimientos: Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual, *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1),109-114

20. Richard A. Dush, (1991) *Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implications for Education Practice*, *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 839-858
21. Jacques Livage(1981), , *El enlace Químico*, *Mundo Científico*, 1(1) 54-63 .
22. Mansoor Niaz, (2002), *Facilitating Conceptual Change in Students' Understanding of electrochemistry*, *International Journal of Science Education*, 24(4), 425-439.
23. B. Wojtkowiak(1987), *Historia de la química*, , Editorial Acribia S. A, 1-157
24. , José Hierrezuelo Moreno y Antonio Montero Moreno(1988), *La ciencia de los alumnos*, Editorial Laia/Ministerio de Educación y Ciencia .
27. – Campanario, Juan Miguel y Moya, Aidan(1999), *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*, *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192