



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ENSEÑANZA DE LA QUIMICA INORGANICA A PARTIR DE UNA NUEVA PROPUESTA TAXONOMICA.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA DE ALIMENTOS
PRESENTA:
DANIELA CASTILLO LEO



MEXICO, D. F.



EXAMENES PROFESIONALES FACULTAD DE QUIMICA

2002

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Paginación

Discontinua

Jurado asignado:

Presidente: Silvia Bello Garcés
Vocal : José Antonio Chamizo Guerrero
Secretario: Plinio Jesús Sosa Fernández
1er. Suplente: José Adelfo Escalante Lozada
2do. Suplente: Patricia Eugenia Altuzar Coello

Facultad de Química. Edificio "B", laboratorio 304.


Asesor de tesis: Dr. José Antonio Chamizo Guerrero


Sustentante: Daniela Castillo Leo

A papá, mamá y San que me han enseñado que las obras se hacen en el tiempo y que en la vida lo que mandas, te llega de vuelta y lo que das, recibes. Y por que nunca me han dejado sola.

A los Castillo y a los Leo, porque me han demostrado que la base del éxito está en serme fiel y esforzarme por alcanzar cada una de mis metas. Y que estamos aquí para ser felices.

A todas aquellas personas que alguna vez me dieron su mano para ayudarme, acompañarme o consolarme, y a los cuales hoy cuento como AMIGOS, gracias por abrirme sus corazones.

A mi Universidad por haberme permitido conocer un mundo lleno de contrastes y matices en el que rige la libertad y la tolerancia. Y por que en ella encontré gente que no sólo intento borrar mis miserias, sino que me enseñó a caminar. Gracias a mi asesor, mi jurado de tesis y toda la gente que con su ayuda hizo posible este proyecto.

Gracias a Dios por todas sus bendiciones.

Daniela Castillo Leo

INDICE

INTRODUCCIÓN	I
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES	1
1.1. El origen del intelecto	1
1.2. Los objetivos de la enseñanza de la Ciencia	13
Referencias	21
CAPÍTULO 2. EL CURRÍCULUM DE LA QUÍMICA	23
2.1. Antecedentes	23
2.2. Metodología	32
2.3. Resultados y discusión	36
Conclusiones	58
Referencias	59
CAPÍTULO 3. LA DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA	60
3.1. Antecedentes	60
3.2. Metodología	63
3.3. Resultados y discusión	65
Conclusiones	91
Referencias	92
CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES	93
APÉNDICES	95

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la ciencia, tradicionalmente ha tenido como objetivo: informar a los jóvenes sobre lo que han descubierto los verdaderos científicos. Se nos plantea que la ciencia constituye un cuerpo de conocimientos intrínsecamente valiosos. Y esto es cierto, pero aún cuando la ciencia se define en términos de "conocimiento", "comprensión" y "conciencia", pocas veces los alumnos somos capaces de identificar estos factores.

Generalmente los alumnos nos conducimos de dos formas distintas: una mental y reflexiva y la otra conductual e impulsiva. Muy pocas veces contraponemos a ambas, y es esto lo que nos hace falta para lograr aprender bien.

Necesitamos *razonar*, explicarnos a nosotros mismos; buscar dentro de nuestra memoria y del acervo de ideas con que más hemos convivido aquellas que puedan relacionarse lo suficiente con nuestras intuiciones y reacciones. Debemos desarrollar en nosotros el hábito de reflexionar mientras trabajamos en alguna tarea de aprendizaje, pues como bien señala el constructivismo humano: crear nuevos conocimientos es, por parte del creador, una forma de aprendizaje significativo.

Inmersos en la cultura del confort, nuestra generación se rige por el sentido de la *utilidad*; buscamos descubrir el *para qué* y no el *por qué* de las cosas. Estamos acostumbrados a obtener el mayor placer con el menor esfuerzo, de manera que no nos hacemos conscientes de que la actividad intelectual está, como toda actividad enriquecedora, basada en un proceso de esfuerzo-relajación.

Los estudiantes de nuestros días, requerimos estrategias de enseñanza capaces de persuadirnos para desarrollar nuestra inteligencia. La enseñanza de la química actual debe impulsarnos a asumir nuestra propia elaboración de significados; comprender que el *aprendizaje* es responsabilidad exclusiva de quien aprende.

El objetivo de esta tesis es diseñar, aplicar y evaluar una nueva estrategia curricular para la enseñanza de Química Inorgánica, basada en una nueva taxonomía e implementada a partir de técnicas didácticas específicas, que inciten a los alumnos a construir, organizar y utilizar estructuras jerárquicas de conocimientos que los ayuden a aprender mejor. Siendo en todo momento, ellos los responsables de su aprendizaje, pero sin perder la asesoría del profesor, que establece el ritmo de trabajo, comparte significados y valora el aprendizaje.

La implementación de este tipo de propuestas curriculares cobra particular importancia en asignaturas básicas, en virtud de los conceptos que aquí se abordan, los cuales debieran ser vitales para el desarrollo académico y profesional de cualquier químico, sin importar su área.

Este trabajo enmarca dos vertientes: la primera que constituye la columna vertebral de la propuesta curricular, es decir, la taxonomía que dicta la estructura del *currículum*; y la segunda que establece las estrategias didácticas mediante las cuales se aborda el *currículum* previamente establecido. Ambos campos son complementarios e ineludibles durante el ejercicio académico.

En cuanto al esquema de esta tesis, hay que señalar que en el capítulo 1 se abordan los fundamentos de este trabajo: revisado en primer plano algunos modelos de la construcción del aprendizaje, los cuales nos permiten entender ese complejo proceso mediante el cual a través de observaciones, experiencias y conocimientos acumulados, extraemos nuestras propias conclusiones e intentamos entender cómo funciona el mundo, y en segundo plano se exponen los objetivos de la enseñanza de la ciencia, los cuales justifican en gran medida la existencia de este proyecto de investigación educativa.

En el capítulo 2, titulado "El *currículum* de la química" se exponen la taxonomía que da forma a la propuesta curricular de esta tesis. De igual manera, se explican el diseño, la aplicación y la evaluación de los efectos de esta taxonomía.

En el capítulo 3 , titulado “La didáctica de la química” se explican las distintas técnicas y estrategias didácticas implementadas durante el desarrollo de esta propuesta curricular. De nuevo, se suman a éstas el diseño, la aplicación y la evaluación de los alcances obtenidos a partir de cada una de ellas.

Las conclusiones generales se enumeran en la última sección y a éstas se suman algunas recomendaciones para la mejora de la nueva propuesta curricular.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

Los estudios acerca del origen del intelecto, entendido como el complejo proceso por medio del cual las personas *construyen* sus ideas sobre cómo funciona el mundo, son abordados en la primera parte de este apartado, ya que constituyen las bases en las que se fundamentan, tanto la didáctica, como la misma taxonomía implementadas en este proyecto de investigación educativa. La estructura de este apartado respeta el orden cronológico de las distintas corrientes aquí citadas e intenta evidenciar la relación que guardan entre sí.

Los objetivos de la enseñanza de las ciencias, integran la segunda parte de este apartado. Evidentemente, la definición de estos objetivos se encuentra plagada de una discusión que, en primer plano, revela claras analogías con el origen del intelecto y, en segundo plano, señala lo complicado que resulta conducirse por el complejo camino que estas disciplinas van tomando día a día. Se recuperan también, dentro de este apartado, algunas propuestas que permiten alcanzar dichos propósitos.

1.1. EL ORIGEN DEL INTELECTO

PIAGET Y LA CONSTRUCCIÓN DEL APRENDIZAJE

El desarrollo cognitivo ha sido estudiado desde hace mucho tiempo, entre otros desde 1927 por Jean Piaget un psicólogo suizo especializado en el desarrollo cognitivo del niño. Piaget, a través de sus observaciones y formulaciones intenta explicar más *cómo* trabaja la mente que lo *que* hace. Se ocupa más de la comprensión de la conducta que de su predicción y control. Aunque debe puntualizarse que no se puede conocer el *cómo* sino a través del *qué*; sólo se pueden inferir los procesos centrales a partir de las conductas que organizan. La afirmación de un tipo de análisis no implica necesariamente la negación del otro. Phillips (Phillips, 1977, p. 22), define las teorías de Piaget, como "teorías cognoscitivas" las cuales están principalmente interesadas en los procesos de organización mental de los animales superiores

y reconocen una autonomía parcial de estos procesos, ya que el animal se convierte en actor más que en un ser que reacciona simplemente a su ambiente. Hoy en día, Piaget constituye un centro definido de intereses teóricos y profesionales en el terreno de la psicología, aunque su método de investigación excesivamente clínico, ha sido objeto de muchas críticas.

"El conocimiento es acción, aunque no necesariamente motriz. El sujeto está actuando continuamente. Sus acciones están estructuradas, y en cierta medida también son autónomas"

Piaget, 1976

Piaget concibe la adquisición del conocimiento como un proceso de adaptación con dos grandes movimientos: asimilación y acomodación. Mediante la asimilación se altera, construye y configura la realidad para incorporarla a las estructuras y esquemas del sujeto. Mediante la acomodación son las estructuras propias del sujeto las que se acomodan a la naturaleza de la realidad. La adquisición del conocimiento es un juego de asimilación y acomodación. Esas estructuras o esquemas a los que se asimila y acomodan la realidad no son siempre iguales, van evolucionando con los años. El niño comienza su vida con un repertorio primitivo de esquemas de acción. A través de los procesos de equilibración y maduración, y de la interacción social, este repertorio inicial se va diferenciando y coordinando cada vez más. En una serie de etapas en la vida del niño, los esquemas ya coordinados alcanzan una interdependencia que los configura como un sistema organizado de estructura operacional. El desarrollo intelectual consiste, pues, en una serie de estructuras organizadas, comenzando con las estructuras del periodo sensomotor y terminando con las estructuras del pensamiento formal.

Esto significa que el niño no es un adulto en miniatura, sino que es estructuralmente diferente. Y son estas estructuras intelectuales diferentes las que trata de investigar Piaget. Por consiguiente, si las estructuras son diferentes también debe ser diferente la manera de aprender y, en consecuencia, la forma de enseñar (Segovia y Beltrán, 1998, p. 80).

En la tabla 1 se muestran los periodos de la inteligencia según Piaget.

PERIODOS DEL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA		
Período sensoriomotor (seis estadios)	Ejercicio de los esquemas sensoriomotores innatos	0 - 1 mes
	Reacciones circulares primarias	1 - 4 meses
	Reacciones circulares secundarias	4 - 8 meses
	Coordinación de los esquemas secundarios	8 - 12 meses
	Reacciones circulares terciarias	12 - 18 meses
	Inención de nuevos medios mediante combinaciones mentales	18 - 24 meses
Período preoperacional		2 - 7 años
Período de operaciones concretas		7 - 11 años
Período de operaciones formales		11 - 15 años

Tabla 1. Los periodos de la inteligencia de Piaget (Phillips, 1977, p. 34)

AUSUBEL Y LOS ESQUEMAS DEL CONOCIMIENTO

Para Ausubel el aprendizaje significativo requiere dos condiciones absolutamente imprescindibles. En primer lugar, la disposición del individuo a aprender significativamente. Si el individuo no tiene esta disposición, cualquiera que sea la naturaleza de la tarea o el sistema estratégico del profesor, el aprendizaje acabará siendo mecánico. La segunda condición es que la tarea o el material sean potencialmente significativos, que la estructura mental del alumno tenga ideas de afianzamiento con las que se pueda relacionar.

Para que pueda darse el aprendizaje significativo (Ausubel, et. al., 1993) se deben respetar algunos principios fundamentales del aprendizaje cognitivo (Op. cit., 1976), como son: la diferenciación progresiva (las ideas generales e incluyentes, primero; las particulares, después), y el de la reconciliación integradora (los conocimientos ya existentes en el individuo se reorganizan y adquieren nuevos significados al contacto con la nueva información).

La idea clave del modelo de Ausubel es que el aprendizaje se integra en esquemas de conocimiento preexistentes ya en el individuo. Cuanto mayor sea el grado de organización, claridad y estabilidad del nuevo conocimiento, más fácilmente se podrá acomodar y retener gracias a los puntos de referencia y afianzamiento bajo los cuales este material puede ser incorporado, relacionado y transferido a situaciones nuevas de aprendizaje (Op. cit., 1998, p. 44-45).

LAS IDEAS DE LOS NIÑOS

- Lo que los niños son capaces de aprender depende, al menos en parte, de "lo que tienen en la cabeza", así como del contexto de aprendizaje en el que se encuentren -

Driver, 1989

Piaget y Ausubel incluyeron en sus teorías la idea de que el niño, aún cuando es muy pequeño, tiene ideas sobre las cosas, y esas ideas desempeñan un papel propio en las experiencias de aprendizaje. Pero Driver (Op. cit., 1989), se encargó de analizar a fondo esta idea al plantear "los modelos de organización de esquemas integrados en estructuras", en donde el término *esquema* no tiene el sentido que le atribuye Piaget, sino más bien el derivado por los estudios sobre la memoria y el proceso de información. La teoría de Driver se apega al modelo introducido por los científicos cognitivos, el cual se ajusta a lo que se conoce como la interacción entre las distintas ideas del niño y la forma de evolución que experimentan con la enseñanza. Este modelo se basa en la hipótesis de que la información se almacena en la memoria de diferentes formas y todo lo que decimos y hacemos depende de las cosas almacenadas e interrelacionadas en la memoria. Nos comportamos y actuamos de acuerdo al grupo o grupos de elementos de información que tenemos almacenados en la memoria, pero al mismo tiempo, nuestro propio ambiente puede influir en nosotros mediante retroalimentación (*feedback*).

Estos "modelos de la organización de esquemas integrados en estructuras" pueden ser utilizados para describir el aprendizaje o la adquisición de una nueva porción de conocimientos. La analogía de estos modelos con el aprendizaje es clara: el modo de asimilación de un nuevo elemento de información depende tanto de la naturaleza de dicha información como de la estructura del aprendiz de "esquemas". Estas imágenes de la organización de esquemas y de la adquisición de otros nuevos pueden dar cuenta de la existencia de estas ideas personales, contradictorias y estables. (Ibid., p.25).

Una opción viable para la mejora de la enseñanza radica en el conocimiento de las ideas previas de los alumnos. Algunas técnicas que favorecen el mejoramiento de la enseñanza se citan a continuación:

1. La elección de los conceptos que se enseñarán.

Muy frecuentemente dentro de los esquemas de enseñanza se consideran algunos conceptos como obvios y se dan por sabidos al planificar el curso. Es importante tomar en cuenta que la incomprensión de estos conceptos fundamentales puede llevar a posteriores y más serios problemas de aprendizaje.

2. La elección de experiencias de aprendizaje.

Si se conocen las ideas previas de los alumnos, éstas podrán ser atacadas de forma directa mediante experiencias que pongan en conflicto al alumno con sus expectativas; de manera que éste se vea obligado a reconsiderarlas.

3. La presentación de los objetivos de las actividades propuestas.

Cuando se plantean los objetivos del aprendizaje es importante tener en cuenta que los alumnos pueden reinterpretar las intenciones del profesor. Se debe procurar ser muy claro en este aspecto.

-...el aprendizaje...tiene lugar en la interacción entre, por una parte, las experiencias del aprendiz y, por otras, las "entidades mentales", las "ideas" o "esquemas", utilizados para interpretar y dar sentido a aquellas experiencias.-

Driver, 1989

EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO O CONCEPTUAL

La elaboración de significados comienza con objetos o hechos observados, y el registro de los mismos. Cuando se perciben con regularidad acontecimientos, objetos o los registros de los mismos y estas percepciones se designan en el cerebro por medio de una etiqueta, hablamos

de un *concepto*. Y en el momento en que se enlazan uno o más conceptos para formar un enunciado sobre cómo funciona algo o como aparenta ser, entonces hablamos de un *principio*.

De acuerdo a lo reportado por Novak (Novak, 1991) en las últimas décadas se ha llegado a la conclusión de que la memoria humana no es un simple "recipiente vacío" para ser llenado, sino más bien el conjunto interactivo de los tres sistemas de memoria que se muestran en la figura 1.

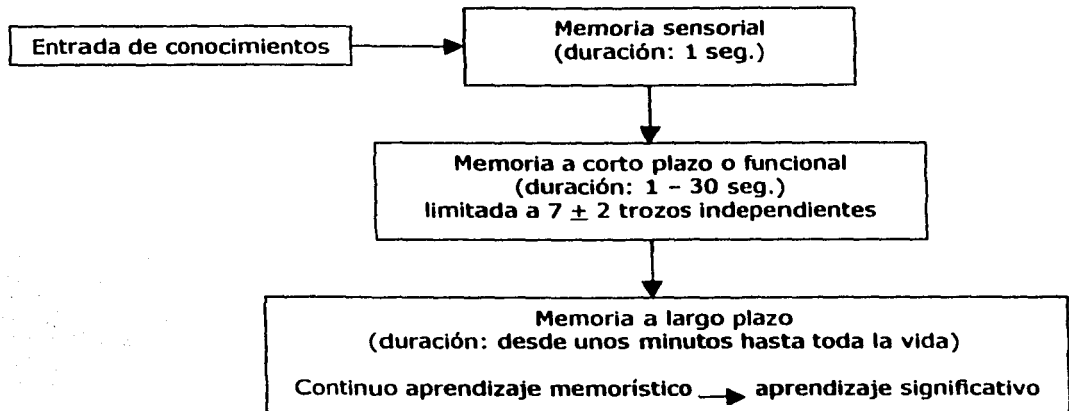


Figura 1. Conjunto interactivo de los tres sistemas de la memoria (Novak, 1991)

Las serias limitaciones de la memoria funcional a corto plazo, en donde debe tener lugar toda elaboración de nuevos significados, son uno de los motivos por los que muchos estudiantes sufren cuando sus conocimientos son limitados o están organizados en "fragmentos" diminutos. En la figura 1, se muestra el conjunto interactivo de los tres sistemas de la memoria.

"El aprendizaje significativo es la base sobre la que descansa la integración constructiva del pensamiento, los sentimientos y los principales actos que conducen al enriquecimiento humano"

Novak, 1991

Es importante señalar las limitaciones de la memoria "funcional" o "a corto plazo". Incluso genios como Einstein sólo pueden procesar unos siete "fragmentos" de información en la memoria funcional, memoria en la que tiene lugar la *elaboración de los significados*. La característica particular de los genios es que han *estructurado* sus conocimientos en la memoria a largo plazo de forma que puedan trabajar con grandes "trozos". Son capaces de utilizar conceptos y proporciones de "orden superior" al procesar información nueva, además de manifestar una recurrente pasión por la búsqueda de nuevas integraciones entre los conocimientos nuevos y viejos.

La capacidad de los alumnos descansa en la ayuda que proporciona el profesor para organizar y utilizar unas estructuras jerárquicas de conocimientos cuidadosamente elaboradas (Ibid.).

La idea fundamental, planteada por Novak (Ibid.) en su afán por ayudar a los alumnos a que "aprendan a aprender" consiste en apoyar a los estudiantes a aprender a asumir su propia elaboración de significados.

"Se trata de ayudar a los alumnos a comprender que el aprendizaje no es una actividad que pueda compartirse, que es responsabilidad exclusiva de quien aprende"

Novak, 1991

Los profesores establecen la agenda de aprendizaje y comparten el significado del material con los alumnos, valoran el aprendizaje, puesto que es indispensable que alguien cumpla con esta labor, alguien que entienda de la materia y que pueda juzgar si el alumno la comprende. Pero en esta misma línea, es indispensable que los alumnos tengan claro que la comprensión nunca es completa; consiste en un proceso repetitivo en el que nos movemos gradualmente desde una menor a una mayor comprensión hasta llegar al punto en que nuevos interrogantes amplían la frontera de nuestra comprensión.

"Los profesores no producen el aprendizaje, lo hacen los alumnos"

Godwin, 1981

Novak mantiene el argumento de que existen *tópicos* que se hallan presentes en cualquier acto educativo, que son entidades independientes y que ninguno puede ser englobado en los otros, identifica cinco *elementos* de la educación; los cuales, en algún momento, se convierten en los principales obstáculos que plantea el ayudar a los alumnos a aprender.

Elementos de la educación:

- 1) El discente,
- 2) El profesor,
- 3) El contenido del currículo,
- 4) El entorno social y
- 5) La evaluación.

Si la metodología de enseñanza propuesta por un **docente** de ciencias permite la interestructuración del conocimiento, tanto él como sus **alumnos** se convierten en emisores y receptores a la vez y, acorde a su actuación y cognición, provocan una mediación en la comunicación de los mensajes. A medida que dicho mensaje circula, cada uno de ellos lo va resignificando a partir de las construcciones personales que realiza (de Longhi, 2000). La relación entre dichos procesos, de enseñar y aprender, es complementaria más que casual (Fetermacher, 1986) y conlleva una asimetría de funciones entre docente y alumnos, porque es el enseñante quien desencadena y orienta la participación de los alumnos. Según Watzlawick (Watzlawick, 1981) la *relación profesor-alumno* es "asimétricamente contingente", ya que la posición del profesor es substancial y permanentemente predominante.

El modelo comunicacional clásico está determinado por cuatro elementos: emisor, receptor, mensaje y contexto; dentro del diálogo del aula, con el fin de construir un aprendizaje significativo, deben agregarse otros más específicos. En la figura 2 se muestra una representación de la dinámica de la relación comunicativa docente-alumno y los factores que la caracterizan.

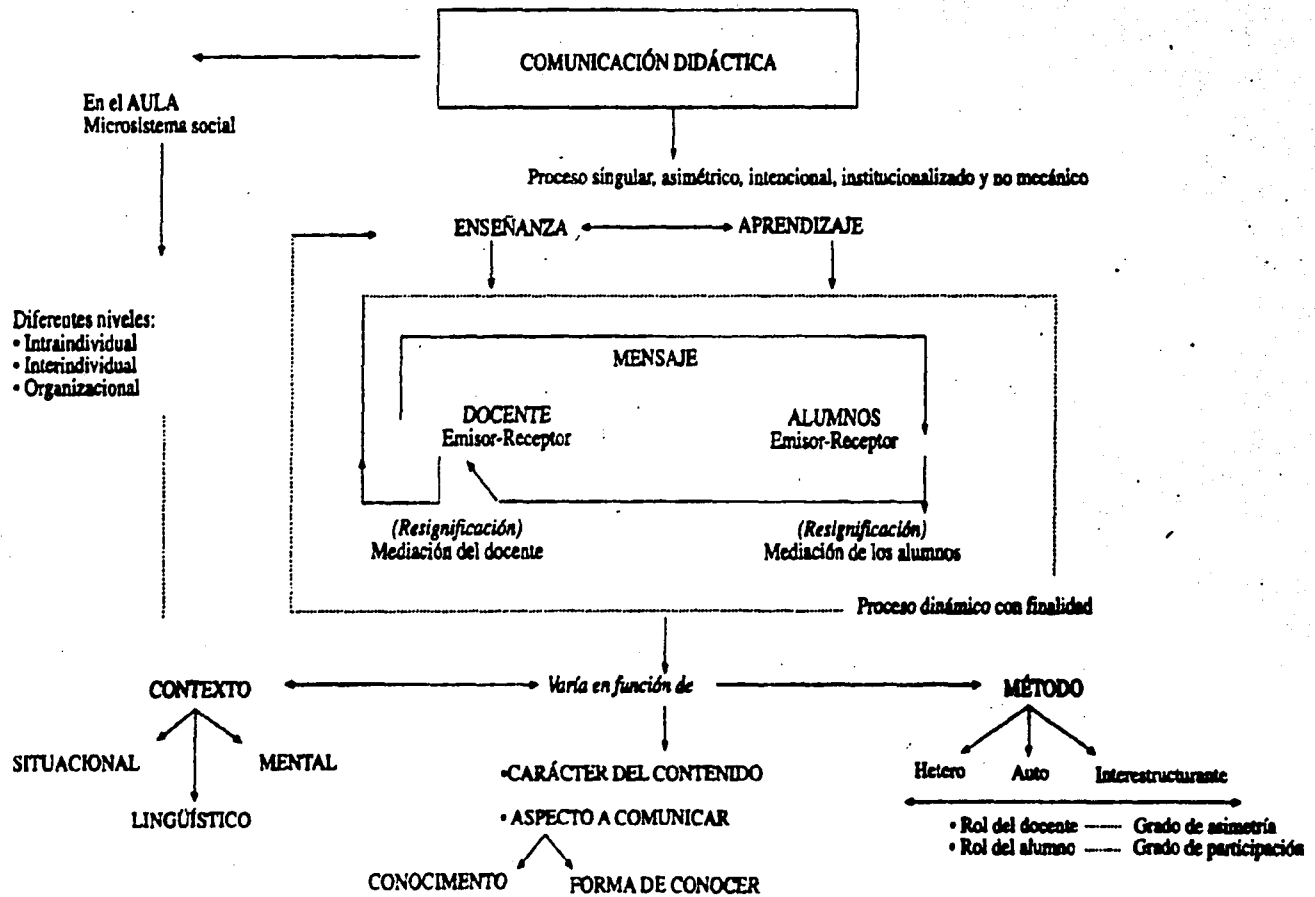


Figura 2. Dinámica de la relación comunicativa docente -alumno y los factores que la caracterizan (de Longhi, 2000)

" Las principales diferencias entre distintos docentes están dadas por el tipo de relación que cada uno de ellos establece con el saber, que se manifiesta en su dominio de la materia y el significado que da al contenido propuesto en su enseñanza, la forma de situarse y de situar al alumno con relación a dicho saber, los marcos de referencia que sugiere o impone y los tiempos de construcción conceptual que otorga o niega. Esta simetría tiene grados que pueden llegar a un punto extremo donde no ocurra comunicación en el aula. En la elaboración conjunta de un conocimiento, el docente regula el ritmo y tiempos de construcción, que no siempre contemplan las posibilidades del alumno, haciendo valer su autoridad tanto académica como funcional. Si bien el docente personifica el conocimiento realmente enseñado, sus fuentes previas de validación no siempre se originan en el conocimiento científico actualizado. Muchas veces la rutina de la docencia hace que tome sólo sus experiencias previas como criterio de validez, tanto las referidas al contenido disciplinar como las relacionadas con el conocimiento pedagógico didáctico correspondiente a la enseñanza de determinada materia y al posible aprendizaje."

de Longhi, 2000

Lo que se habla o calla, acepta o niega en el diálogo de una clase de ciencias está regulado, por tres tipos de contextos:

- El situacional, lo sitúa en un lugar, una cultura y una institución.
- El lingüístico, es el que se genera por el propio discurso y se relaciona con los códigos, el habla, el lenguaje de la disciplina, su lógica y la generada por la interacción en la clase.
- El mental, corresponde a los niveles interindividual e intraindividual y a las posibilidades de aprendizaje en grupo. Representa las comprensiones generales que surgen entre las personas que se comunican, ya no como hecho lingüístico, ni como producto de las circunstancias físicas, sino como ayuda a los participantes a dar sentido a lo que dicen.

A medida que el grupo en clase comparte más tiempo y comunicaciones en un ámbito específico, se van acordando los contextos lingüísticos y mentales, y se produce un intercambio mucho más fluido; bajo estas condiciones se elaboran y transmiten significados, se comparten referentes y el docente actúa como regulador del diálogo, facilitando la interestructuración de contenidos, en un esfuerzo por compartir su construcción.

El **programa de estudios** es otra fuente de dificultades para los esfuerzos dirigidos a fomentar el aprendizaje significativo. La mayoría de los cursos de cualquier nivel adolecen del problema de presentar demasiada materia con muy poco tiempo para explorar los conceptos subyacentes de las ciencias o matemáticas que se exponen. Los hechos y principios que se presentan a menudo no guardan relación con ninguna experiencia familiar al alumno. Se presenta relativamente poca atención al camino que los científicos y matemáticos siguieron para construir los conocimientos que se exponen y aún menos a la historia y evolución de ideas básicas subyacentes en las ciencias y matemáticas que se enseñan.

"La materia es por norma "conceptualmente opaca", o sea, los alumnos (y a menudo, también los profesores) rara vez visualizan la estructura de los conceptos y las relaciones entre conceptos que dan sentido a los enunciados que memorizan o los problemas matemáticos que resuelven aplicando algún algoritmo. Para que pueda ser aprendida significativamente, la materia debe ser "conceptualmente transparente". Los estudiantes necesitan ayuda para construir y aplicar las estructuras conceptuales jerarquizadas a la interpretación de los hechos, enunciados y reglas de procedimiento que memorizan."

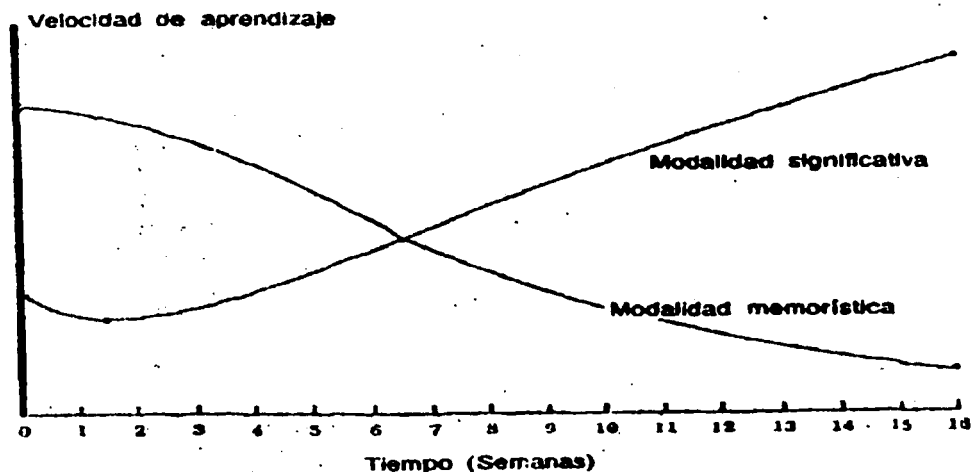
Novak, 1991

Cualquier teoría que se ofrezca debe expresarse en términos de "conocimiento activo": ideas e intuiciones que se puedan aplicar a actividades prácticas. La estructura global de las lecciones de ciencias deben aproximarse mucho más a las condiciones de la vida de cada día para que los conocimientos y las aptitudes que se adquieren en ellas aparezcan espontáneamente cuando los estudiantes viven su vida fuera de la escuela (Claxton, 1994, p. 142).

El **entorno social** resulta ser un elemento educativo que a menudo limita el esfuerzo de los profesores por ayudar a los alumnos a que aprendan significativamente.

La principal contribución al problema de la motivación de los alumnos en el momento de elegir entre aprender significativamente y no mecánicamente, la constituyen las inevitables limitaciones de los **exámenes**.

El aprendizaje memorístico puede tener una recompensa relativamente rápida y fácil; es más a largo plazo o cuando se precisan los conocimientos de problemas o entornos nuevos cuando el aprendizaje significativo se hace notablemente más valioso (Op. cit., 1991). Incluso en un curso semestral los alumnos pueden ser capaces de reconocerlo como más eficiente que el aprendizaje memorístico, tal como se muestra en la gráfica 1.



Gráfica 1. Gráfica que resume resultados de investigación que demuestra que el aprendizaje significativo requiere normalmente más tiempo que el aprendizaje memorístico a principios de curso, pero se muestra mucho más efectivo a medida que avanza éste (Novak, 1991)

Novak y su equipo de colaboradores han desarrollado herramientas que ayudan a construir nuevos significados. Entre las que destacan los mapas conceptuales que permiten al individuo que los elabora organizar los conocimientos situados en su memoria a largo plazo, estas herramientas actúan como andamiaje mental que ensambla los fragmentos de conocimiento en la memoria funcional. Desde 1975, los mapas conceptuales han servido de potentes herramientas para representar las estructuras del conocimiento en todos los campos temáticos y para alumnos de todas las edades.

"No cabe duda que la utilización de mapas conceptuales representa una alternativa prometedora, pero plantea el problema de que no podemos evaluar a los alumnos con una herramienta que jamás haya visto con anterioridad."

Novak, 1991

Novak señala acertadamente que existe un conjunto de pruebas de que el uso de prácticas docentes que fomentan el aprendizaje significativo llevan con el tiempo a mejoras en los "exámenes tipo". Pero que, demostrar esto definitiva y claramente resulta muy complicado, tomando en cuenta que las investigaciones educativas suelen llevarse a cabo en una sola asignatura y durante un único curso escolar como máximo. Ha sido imposible hasta ahora, trabajar con distritos escolares completos en donde un tercio o la mitad de los profesores se dediquen exclusivamente a prácticas de aprendizaje significativo en diversas asignaturas y a lo largo de varios cursos escolares.

1.2. LOS OBJETIVOS DE LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

Los alumnos dentro de las áreas científicas se ven envueltos en toda una serie de acciones en las que intervienen lo que Piaget ha denominado operaciones formales del pensamiento. Acciones como: el planteamiento de hipótesis, elaboración de conclusiones a partir de los cambios propuestos o esperados y el manejo mental de variantes u objetos que no pueden ser percibidos de manera directa (átomos, moléculas o electrones).

Herron en su artículo "Piaget para químicos" (Herron, 1975), expone la titánica tarea que representa la enseñanza de la química a estudiantes que aún no se han desarrollado intelectualmente hasta el nivel de las operaciones formales. De acuerdo a sus registros, un número considerable de los estudiantes que entran a la universidad son incapaces de funcionar al nivel intelectual descrito por Piaget como *operacional formal*. Una muy cercana aproximación a las ideas de Herron, la constituye la Tesis "Influencia del desarrollo psicológico del individuo en el aprendizaje de la química y ciencias afines", escrita por Castro

Acuña, C. M. en 1978, en la que se confirma que un elevado porcentaje de los alumnos que cursan los estudios universitarios, específicamente, dentro de la Facultad de Química de la UNAM, se mantienen en el periodo de desarrollo intelectual de las operaciones concretas, lo que representa francos problemas al aprender y al enseñar química.

"El contenido de la química y la aproximación que normalmente tomamos al enseñarla requiere que el alumno opere a este nivel operacional formal para entender los conceptos que se le presentan "

Herron, 1975

En 1980 Ward, C. y Herron, J. D., siguiendo la misma línea estudiaron la capacidad que tienen los alumnos para emplear sus esquemas formales en un contexto químico. Su estudio revela que los alumnos que operan en un nivel concreto de desarrollo intelectual presentan una gran desventaja al compararse con sus compañeros que operan en un nivel formal, tanto al manejar material que requiere un razonamiento formal, como cuando se trata de material que requiere un razonamiento concreto. Además, los estudiantes concretos y formales son capaces de competir al mismo nivel, únicamente cuando se trate de material que no requiera más que memorizar fórmulas o hechos.

Todo lo anterior no quiere decir que los alumnos tienen problemas con la química, únicamente por un inadecuado desarrollo cognitivo, pero este hecho forma parte importante del problema. Por lo tanto, la solución debe dirigirse hacia el fortalecimiento del desarrollo intelectual, el cual ayude a los alumnos a aplicar las operaciones formales lógicas en los problemas científicos.

"Las experiencias educativas que estimulan el debate intelectual de ideas, el análisis de las evidencias y el énfasis en "dar sentido" a los hechos observados son las que conducen al desarrollo del pensamiento formal. Pero estas experiencias educativas consumen tiempo, exigen una gran interacción entre los estudiantes, o entre éstos y sus maestros, que suelen ser frustrantes para ambos"

Herron, 1975

Por otro lado, dentro del desarrollo de la inteligencia destacan los *agrupamientos operatorios* y la *cooperación*[^], dos conductas importantes para la constitución y desarrollo de la lógica, que serán recurrentes dentro de la didáctica implementada en el proyecto de investigación educativa expuesto en esta Tesis. Piaget señala que, "sin intercambio de pensamiento y cooperación con los demás, el individuo no llegaría a agrupar sus operaciones en un todo coherente: en este sentido, la agrupación operatoria supone, consecuentemente, la vida social" (Piaget, 1976, p.173). A través de la agrupación (o del trabajo en equipo) se favorece el equilibrio entre las acciones interindividuales y las acciones individuales y es así como esta agrupación encuentra su autonomía en el seno mismo de la vida social. "El intercambio constante de pensamientos con los otros es, precisamente, lo que nos permite de tal manera descentrarnos, y nos asegura la posibilidad de coordinar interiormente las relaciones que emanan de puntos de vista distintos" (Ibid., p.174).

Ahora bien como ya se discutió, cada uno de nosotros tiene una "organización característica de esquemas". La información adquirida está ligada a otra información y, aunque la nueva sea idéntica para varias personas, hay pocas probabilidades de que el enlace establecido entre esta información adquirida y la ya almacenada sea el mismo para dos personas distintas. Por tanto, la misma experiencia facilitada a los estudiantes en sus clases de ciencias puede ser asimilada de manera muy distinta por cada sujeto (Driver, 1989, p. 25).

Al aprender ciencia, un alumno puede darse cuenta de que un hecho se opone a sus expectativas, de que no se ajusta a sus esquemas. Sin embargo la simple comprobación de esta discrepancia no implica necesariamente la reestructuración de las ideas del estudiante; esa reestructuración requiere tiempo y circunstancias favorables (Ibid., p.26). En química, específicamente, se han publicado gran cantidad de artículos, entre los que se encuentran los

[^] La agrupación consiste esencialmente en liberar desde el punto de vista egocéntrico las percepciones y las intuiciones espontáneas del individuo, con el objeto de construir un sistema de relaciones tales que pueda pasarse de un término o de una relación a otra. La agrupación es en un principio una coordinación de puntos de vista, y ellos significa, en realidad, una coordinación entre observadores, esto es una cooperación de varios individuos. La agrupación operatoria supone, consecuentemente la vida social (Piaget, 1976, p. 173).

de Bodner (Bodner, 1986) y Nakhleh (Nakhleh, 1992), en los que se aborda el estudio de los "conceptos equivocados o erróneos" los cuales se refieren a esa serie de idea o conceptos previos que cada individuo tiene y que suelen llevarlo a respuestas o soluciones incorrectas al enfrentarse a un problema. Como bien señala Driver, son estas "ideas previas" las que limitan en gran medida el aprendizaje de los alumnos de ciencia.

Siguiendo esta misma línea, recientemente en la UNAM se ha puesto, a disposición de la comunidad en general, la mayor recopilación de ideas previas, esto a través de una página web: <http://ideas.previas.cinstrum.unam.mx:2048>.

Por otro lado, debemos destacar que la mayor parte de la práctica educativa en nuestros días, desafortunadamente, aparta a los alumnos del aprendizaje significativo orientándolos hacia una forma de aprendizaje básicamente repetitivo.

En química, la mayoría de los conceptos están íntimamente relacionados entre sí. El significado específico de un concepto está relacionado, a su vez, con el significado de otro más, ya sea de forma explícita o implícita. Los conceptos químicos ácido y base están interrelacionados, de igual manera que las sustancias y las reacciones químicas. Las relaciones que guardan entre sí los conceptos son tan importantes como su propio significado, ya que nos proporcionan información sobre el contexto en que dichos conceptos adquieren su significado (de Vos, et. al., 1994).

LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y SUS PRINCIPALES OBJETIVOS

La verdadera ciencia, exige "pensar rectamente", requiere esa capacidad que se encuentra a medio camino entre el ámbito práctico de la experiencia en el laboratorio y el grandioso mundo de la creatividad que desencadena presuposiciones. "Pensar rectamente" es pensar científicamente: analizar una situación física, construir una explicación de por qué es como es, y luego ver lo que se sigue, en función de otras realidades físicas, del análisis y la explicación. Es la capacidad de ver a dónde conduce una idea, no sólo filosóficamente sino también empíricamente, y de ver cómo comprobar estas implicaciones.

"La enseñanza de la ciencia empezó y continúa con el propósito principal de mantener el suministro de futuros científicos. Esto tiene dos consecuencias relacionadas entre sí y que justifican por sí mismas: la masiva ignorancia científica y tecnológica de la gente en una sociedad cada vez más dominada por la tecnología y que se considera a sí misma dependiente de expertos en más y más áreas de su vida; y una comunidad de científicos que ven el conocimiento no disponible para la comunidad en general."

Young, 1976

Nuestra cultura occidental está orientada al confort y apoyada en la rutina: el mayor placer con el menor esfuerzo. En la universidad, como lo plantea Córdova (Córdova, 1998_b) los maestros han llegado a considerar "natural" que los alumnos callen, no pregunten, no participen. Y sí, los cursos, no forman, pero tampoco matan de aburrimiento. Los alumnos se harán a la idea de que no importa tanto el ejercicio de la inteligencia como avanzar en el escalafón académico. Además en nuestra época *la utilidad* es uno de los criterios principales de explicación. Para poder explicar a un alumno cualquier concepto el profesor debe recurrir a decirle *para qué sirve*, más exactamente: *para qué LE sirve*. Dificilmente aceptará como justificación: *"porque te hace pensar"*.

El alumno promedio espera "instrucciones" más que "explicaciones". Si la enseñanza de las ciencias actual persuadiera a los estudiantes de que la actividad intelectual no es puro gozo sino que, como todas las actividades enriquecedoras, es un binomio tensión-distensión, esfuerzo-relajación y que *ellos pueden llegar a entender todo lo que se propongan*, estaríamos más cerca de los nobles ideales de la educación. El profesor de ciencias debe enseñar a preguntar a sus alumnos; crear un ambiente favorable a las preguntas, es la primera condición para el aprendizaje relevante del alumno. Mostrar la *necesidad* del esfuerzo para la intensidad del placer intelectual, la segunda condición. Y la tercera, mostrar la *necesidad* de tal conocimiento. Pero como es de suponerse para lograrlo no existen fórmulas universales (Ibid.).

"Asomarse a la historia de 'los genios' nos permite descubrir rasgos indispensables del ejercicio intelectual, uno de los cuales es el manejo de la paradoja, la resistencia a las tensiones entre el querer saber y no saber."

Córdova, 1998

Tener un profundo sentimiento de incapacidad para modificar la propia historia es el primer requisito para la dependencia. Pero conocer lo que otros han hecho, cómo lo han hecho, cuánto les ha costado y cuánto han obtenido en términos de satisfacciones intelectuales y emocionales puede motivar a los alumnos en gran medida a pensar.

"Ayudar a los jóvenes a aprender bien requiere a la vez más y menos de lo que ofrece actualmente la ciencia escolar. Más métodos de aprendizaje y pensamiento que no sean científicos y una mayor apreciación de que el pensamiento científico es un componente valioso y limitado de un repertorio muchos más amplio. Menos impaciencia para presentar todas las supuestas "golosinas" que la ciencia puede ofrecer."

Claxton, 1994

Claxton (Claxton, 1994, p. 154) propone establecer una "alfabetización" científica; él señala que sería útil para todos los jóvenes poder comunicarse con distintos expertos científicos cuando lo necesitaran. Como mínimo, tener la capacidad de exigir a los expertos que nos hablen en un lenguaje que podamos comprender, tal como los médicos llegan a hacerlo cuando se lo proponen. Es cierto que las personas, en general, necesitan poder hablar y comprender algo del lenguaje científico para participar, aunque sólo sea mentalmente, en debates sobre temas relacionados con la ciencia que les afecten a escala personal, local, nacional o mundial.

Centrarse en temas científicos *contemporáneos* también es una manera de ofrecer a los jóvenes una cierta comprensión de la naturaleza de la investigación científica y de cómo se desarrolla el conocimiento científico. Con estos temas contemporáneos, los enseñantes no pueden retroceder hacia su cómodo mundo de la certidumbre personal. Deben unirse a los estudiantes en el incómodo mundo donde no hay respuestas correctas y, al hacerlo, tanto los enseñantes como los estudiantes pueden captar genuinamente una imagen del conocimiento científico como residuo acumulado de conjeturas e investigaciones humanas acaloradas y difíciles. Además, el examen de algunos temas actualmente sometidos a debate y que tiene importancia social es más "vivo" para los estudiantes y, en consecuencia, es más probable que les haga participar (Ibid., p. 155).

Una de las funciones sustantivas de la Universidad es la preservación de la cultura, entendida como una imagen total, integrada del mundo. Y esta función debe mantenerse en las ciencias particulares a pesar de que se ocupan sólo de ciertos fenómenos y se desentienden de todo lo demás. De otra manera bordeamos el abismo de la especialización máxima y la fragmentación de la cultura. Por eso naciones muy adelantadas tecnológicamente pueden ser terriblemente incultas. La especialización sin ninguna compensación integradora de conjunto ha causado la desorientación actual tan próxima a la locura (Córdova, 1998c).

"La ciencia escolar, tal como se practica en la actualidad, parece casi deliberadamente diseñada para ser tan "difícil" y poco atractiva que la mayoría de la gente desarrolle hacia ella una aversión condicionada, como perros de Pavlov, y se quede tan contenta dejando su gestión en manos de la minoría que haya sobrevivido a las difíciles pruebas de iniciación. Por tanto, hacer que la enseñanza de la ciencia sea más "pertinente" o "accesible" rompería este equilibrio del que dependen las sociedades tecnológicas y recibiría la oposición de quienes se benefician de la situación actual."

Claxton, 1994

Durante la XI Conferencia Internacional de Educación Química, realizada en 1991 en York, Inglaterra, de acuerdo a lo señalado por Chamizo en su artículo "El currículum oculto de la enseñanza de la química" (Chamizo, 2001), un grupo de profesores investigadores de diversos lugares del mundo lograron identificar la siguiente estructura común y dominante a nivel mundial en lo que respecta al currículum de la química: *"La educación química normal está aislada del sentido común, de la vida cotidiana, de la sociedad, de la historia y filosofía de la ciencia, de la tecnología de la física y de la investigación química actual"*. Y sí, esta perspectiva corresponde sinceramente a todo lo señalado con anterioridad.

A la par de propuestas como las de Claxton o Córdova, existen un sinnúmero de proyectos que por años han intentado desde vincular la química con la sociedad, como es el caso del proyecto de "ChemCom" química en la comunidad (ChemCom, 1988) o de "CTS" ciencia, tecnología y sociedad, proyectos que convocan a la implementación de nuevos y mayores recursos tanto curriculares como didácticos (Bodner, 1991; Brooks, 1993; Lagowski, 2000, por citar algunos

ejemplos), hasta aquellos que discuten la coherencia interna de la química (de Vos, 1994; Jensen, 1998; Scerri, 2000). Y dentro de este último rubro es que se sitúa el principio taxonómico del presente trabajo.

Ahora bien, de todo lo anterior podemos rescatar que las personas *construyen* sus ideas sobre el funcionamiento del mundo a partir de observaciones, experiencias y conocimientos acumulados, y cada individuo asimila estos aspectos de forma diferente a como puede hacerlo otro individuo. Aprender es diferente de enseñar y los cursos escolares deben centrarse en el aprendizaje significativo.

A continuación, en el capítulo 2, se exponen las ventajas que representa la implementación de la nueva propuesta taxonómica en la asignatura de Química Inorgánica, al realizar una evaluación comparativa de los alumnos que participaron en este proyecto con aquellos que siguieron el programa vigente. Para posteriormente, en el capítulo 3, exponer y evaluar la didáctica incorporada a la propuesta taxonómica, elementos que en conjunto dan forma a la nueva propuesta curricular.

REFERENCIAS

- Ausubel D. P., Novak J. D., Hanesian H. (1993). *Psicología Educativa*. Trillas, México.
- Bodner G. M. (1986). "Constructivism: A theory of knowledge". *Journal of Chemical Education*, **10**, 873-878.
- Bodner G. M. (1991). "I have found you an argument". *Journal of Chemical Education*, **5**, 385-388.
- Brooks D. W. (1993). "General chemistry needs more resources, teacher with attitudes that enhance self-esteem, and chemical foresight". *Journal of Chemical Education*, **2**, 135-139.
- Castro C. M. de la C. (1978). *Influencia del desarrollo psicológico del individuo en el aprendizaje de la química y ciencias afines*. Tesis. Facultad de Química, U.N.A.M., México.
- Chamizo, J. A. (2001). "El curriculum oculto de la enseñanza de la química". *Educación Química*, **12**, 194-198.
- ChemCom (1988). *Chemistry in the Community*. ACS, Kendall/Hunt, Dubuque.
- Claxton G. (1994). *Educación mentes curiosas "El reto de la ciencia en la escuela"*. Visor Distribuciones, S. A., Madrid.
- Córdova J. L. (1998_a). "Enseñar a pensar (I)". *Educación Química*, **1**, 54-55.
- Córdova J. L. (1998_b). "Enseñar a pensar (parte II). De monstruos y demostraciones". *Educación Química*, **3**, 170-172.
- Córdova J. L. (1998_c). "Enseñar a pensar (parte III y última). El apoyo a la aproximación histórica.". *Educación Química*, **4**, 244-247.
- Driver R., Guesne E., Tiberghien A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Ediciones Marata, S. S., Madrid.
- de Longhi A. L. (2000). "El discurso del profesor y de los alumnos: Análisis didáctico en clases de ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, **2**, 201-216.
- de Vos W., Van Berkel B and Verdonk A. H. (1994). "A Coherent Conceptual Structure of the Chemistry Curriculum". *Journal of Chemical Education*, **9**, 743-746.
- Fentermacher G. (1986). *Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza, en Wittrock. La investigación de la enseñanza I*, Segunda edición. Fondo de Cultura Económica, México. (citado por De Longhi, 2000)
- Godwin D. B. (1981). *Educating*. Cornell University Press, Ithaca, New York. (citado por Novak j. D., 1991)

- Herron J. D. (1975). "Piaget for Chemists". *Journal of Chemical Education*, **3**, 146-150.
- Jensen W. B. (1998_a). "Does Chemistry Have a Logical Structure?". *Journal of Chemical Education*, **6**, 679-687.
- Lagowski J. J. (2000). "Lessons for the 21st. century". *Journal of Chemical Education*, **7**, 818-823.
- Nakhleh M. B. (1992). "Why some students don't learn chemistry?. Chemical Misconceptions." *Journal of Chemical Education*, **3**, 191-196.
- Novak J. D. (1991). "Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor-investigador". *Enseñanza de las Ciencias*, **3**, 215-228.
- Piaget J. (1976). *Psicología de la inteligencia*. Ed. Psique, Buenos Aires.
- Phillips J. L. (1977). *Los orígenes del intelecto según Piaget*. Ed. Fontanella, Barcelona.
- Scerri E. R. (2000). "Philosophy of chemistry - A new interdisciplinary field?". *Journal of Chemical Education*, **4**, 522-525.
- Segovia O. F. y Beltrán Ll. J. (1998). *El aula inteligente*. Nuevo Horizonte Educativo. Espasa, España,.
- Ward C. and Herron J.D. (1980). "Helping students understand formal chemical concepts". *Journal of Research in Science Teaching*, **5**, 387-400.
- Watzlawick P. (1981). *Teoría de la comunicación humana*. Herder, Barcelona. (citado por De Longhi, 2000)
- Young M. (1976). *The Schooling of science- Explorations in the Politics of School Knowledge*. Nefferton Books, Drieffield. (citado por Claxton G., 1994)

CAPÍTULO 2. EL CURRÍCULUM DE LA QUÍMICA.

2.1. ANTECEDENTES

Recapitulando lo expuesto en el apartado anterior, en la XI Conferencia Internacional en Educación Química se identificó que a nivel mundial prevalece una posición dominante que dicta lo siguiente: *“La educación química normal está aislada del sentido común, de la vida cotidiana, de la sociedad, de la historia y filosofía de la ciencia, de la tecnología de la física y de la investigación química actual”.*

Esta posición marca referentes a partir de los cuales debemos actuar con miras a la mejora de la educación química, muy particularmente en el caso de la enseñanza de la Química Inorgánica que es el motivo de esta tesis.

Como respuesta al área de la que proviene mi formación profesional, la “ciencia de los alimentos”, me permito exponer, acotadamente, la importancia de la química inorgánica en dicha ciencia; justificando, al mismo tiempo, la realización de esta tesis por medio de la cual busco obtener el grado de Licenciada en Química de Alimentos.

A lo largo de la preparación del futuro Químico de Alimentos, éste suele ser bombardeado de conceptos básicos y concretos, pero realmente poco útiles para su desarrollo profesional. El problema radica en la casi nula integración de conceptos, pasamos de una asignatura a otra y vamos dejando a lo largo del camino aquel conocimiento que puede parecernos inútil, pero que en realidad construye nuestras bases como Químicos y que nos ayudará a enfrentarnos en los últimos semestres de la licenciatura y en el resto de nuestra vida profesional a todos los sistemas químicos correspondientes a nuestra especialidad.

Sería imposible imaginar un plan de estudios para la licenciatura de Química de Alimentos, en el que se omitieran las asignaturas básicas, y en este caso me refiero principalmente a la Química Inorgánica. Sería preferible que en este tipo de asignaturas básicas el alumno fuera dotado de mayor número de herramientas trascendentales, que le permitan entender desde los primeros años de la carrera, que las reacciones químicas no sólo pueden explicarse de acuerdo a la estructura de los reactivos que en ellas intervienen, sino que la energía y el tiempo asociados a ellas definen en gran medida el camino y por ende los productos que han de obtenerse.

Actualmente sabemos que por sorprendente que nos parezca la mayoría de las reacciones para la obtención de energía de los seres vivos son fundamentalmente de tipo *inorgánico*. Por supuesto, estas reacciones son mediadas y se llevan a cabo gracias a sistemas bioquímicos complejos. Las enzimas, por ejemplo, son catalizadores que controlan la síntesis y degradación de las moléculas biológicamente importantes. Muchas enzimas dependen de un ion metálico para su actividad. Los compuestos metálicos también son importantes en el proceso de transferencia química y energética, las reacciones que comprenden el transporte de oxígeno al sitio de la oxidación y diversas reacciones redox resultan de su utilización. A continuación, en la tabla 2, se exponen otras aplicaciones de la química inorgánica dentro de la ciencia de los alimentos.

De cualquier manera, es claro que el futuro científico debe hacerse conciente, y esto sin importar el área de la química en que éste se vaya a desempeñar, que en todo proceso, sistema, reacción química o como queramos llamarlo, intervienen tres dimensiones fundamentales que son: estructura, energía y tiempo.

ASPECTOS INORGANICOS EN LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

<p>Química Bioinorgánica (se encarga del estudio de los elementos en el contexto de los organismos vivos)</p>	<p>Existen 14 elementos indispensables para la vida de un ser humano: Na, Mg, K, Ca, Fe, H, Cu, Zn, P, S, Cl, C, N y O. Se considera que un elemento es indispensable cuando una carencia del mismo produce un menoscabo funcional y su adición devuelve el organismo a un estado saludable Por otro lado, existen elementos para los cuales la toxicidad se inicia a concentraciones muy bajas: Be, Cd, In, Hg, Tl, Pb, As, Se y Te.</p>
<p>Aspecto biológicos de los puentes de hidrógeno</p>	<p>La existencia de la vida depende de dos propiedades específicas del hidrógeno: la cercanía de las electronegatividades del carbono y el hidrógeno y la capacidad del hidrógeno para formar puentes de hidrógeno cuando está unido de forma covalente con nitrógeno o con oxígeno. La baja polaridad del enlace carbono-hidrógeno contribuye a la estabilidad de los compuestos orgánicos en nuestro mundo tan reactivo químicamente. Las biomoléculas como las proteínas mantienen su forma gracias a puentes de hidrógeno que forman enlaces cruzados entre cadenas.</p>
<p>Oxidación y reducción</p>	<p>Muchos procesos biológicos como la fotosíntesis y la respiración, implican reacciones de oxidación y reducción.</p>
<p>El efecto quelato de los complejos biológicos</p>	<p>Existe un ligante tetraédrico de especial importancia para los sistemas biológicos, el anillo de porfina. Se trata de una molécula orgánica en la que dobles enlaces alternantes fijan la estructura en un plano rígido con cuatro átomos de nitrógeno orientados hacia el centro. El hueco en el centro tiene el tamaño apropiado para muchos iones metálicos. La vida vegetal depende de las clorofilas, que contienen unidades de porfirina-magnesio, para el proceso de la fotosíntesis La vida animal depende de varios sistemas de porfirina-metal como la molécula de hemoglobina, que transporta el oxígeno, que contiene cuatro unidades de porfirina-hierro.</p>
<p>La energía de activación en reacciones enzimáticas</p>	<p>CATÁLISIS - La catálisis se caracteriza por facilitar una reacción mediante la reducción de su energía de activación. EFFECTOS ALOSTÉRICOS - Se refiere a activadores o inhibidores de la actividad enzimática.</p>
<p>Cinética enzimática</p>	<p>Comprende el estudio de los parámetros que influyen en la velocidad de las reacciones químicas catalizadas por enzimas y la interpretación de los datos en términos de los mecanismos moleculares posibles.</p>
<p>Mecanismos de radicales libres</p>	<p>Las reacciones de autooxidación de las grasas tiene lugar por mecanismos típicos de radicales libres, se caracterizan por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Una marcada inhibición por especies químicas que se sabe que interfieren en otras reacciones de radicales libres bien establecidas. - Estar catalizadas por la luz y por sustancias capaces de producir radicales libres. - Alta producción de hidroperóxidos, ROOH. - Rendimientos cuantitativamente superiores a la unidad cuando las reacciones de oxidación se inician por la luz. - Un periodo de inducción relativamente largo cuando se inician con el sustrato puro.
<p>Tiempo de vida media</p>	<p>Cuantificación de la vida útil de los alimentos por extrapolación de la representación gráfica de Arrhenius desde temperaturas altas hasta bajas.</p>

Tabla 2. Ejemplos de aplicación de Química Inorgánica en la Ciencia de los Alimentos (Fenema, 1993; Madrid, 1992; Rayner-Canham, 2000)

William B. Jensen, perteneciente al departamento de Química de la Universidad de Cincinnati, Cincinnati; publicó en 1998, tres artículos en serie que tituló: "Lógica, historia y textos de química" (Jensen, 1998_a; 1998_b; 1998_c). Comienza sus publicaciones justificando su propuesta de "la estructura lógica de la química". Plantea la necesidad que tienen los profesores de química de recurrir a ejemplos o a vivencias personales para asegurar la comprensión por parte de sus alumnos, además del uso exclusivo de la historia de la química como testigo de los avances tecnológicos y no como un antecedente indiscutible a partir del cual se puedan vislumbrar necesidades de la química moderna. Jensen señala que el estudio de la historia de la química le ha permitido descubrir un anteproyecto acerca de cómo se organizan, bajo una estructura lógica, los diferentes conceptos y modelos de la química actual, al mismo tiempo que le ha revelado la esencia de éstos y su interrelación (Jensen, 1998_a).

Los niveles de organización de la Química o "la estructura lógica de la Química" se plantea de forma progresiva, es decir, va de lo concreto a lo abstracto, de lo general a lo particular, de lo burdo a lo refinado. Se manejan tres niveles, molar, molecular y eléctrico, de acuerdo al nivel de complejidad con que se aborde un concepto o modelo químico. En la figura 3, se presentan los niveles de organización de la Química. Allí podemos observar también las tres dimensiones a partir de las cuales se busca un conocimiento integral de los procesos químicos.

En este proyecto de investigación educativa se adoptan los niveles de organización de la química, planteados por Jensen y a partir de ellos se clasifican los conceptos de química inorgánica, por lo que ha resultado indispensable sumar temas de energía y tiempo que no están contemplados en el programa de estudios actual, pero que nos permiten cumplir con el objetivo de una comprensión sistémica de los procesos químicos y sobre todo le facilita al alumno un transcurrir espontáneo desde lo más concreto hasta lo más abstracto en cualquiera de los niveles antes nombrados; con esto se busca que los alumnos puedan integrar y en consecuencia entender la relación entre todos los conceptos que con el paso del tiempo irán adquiriendo.

ESTRUCTURA LÓGICA DE LA QUÍMICA

		DIMENSIONES		
		ESTRUCTURA	ENERGÍA	TIEMPO
NIVELES	MOLAR	<p>Composición relativa de sustancias puras, compuestas y simples, en solución o en mezclas. Descripción empírica de los alomorfos (estado, color, forma cristalina, α, β, etc.)</p>	<p>Entropías calorimétricas (ΔS) y calores de formación (ΔH). Energías libres (ΔG) y constantes de equilibrio (K_e ó K_p)</p>	<p>Reglas experimentales de cambio o transformación. Entropías y calores de activación y/o parámetros experimentales de Arrhenius</p>
	MOLECULAR	<p>Fórmulas absolutas y a nivel estructural. Explicación racional de los alomorfos en cuanto a variaciones en su composición absoluta (polímeros) o en su estructura (isómeros)</p>	<p>Interpretación molecular de las entropías. Interpretación de los calores de formación en términos de calores de atomización, energías medias de enlace, etc. Mecanismos moleculares</p>	<p>Mecanismo de reacción a nivel molecular. Visión molecular de las entropías de activación y de complejos activados</p>
	ELÉCTRICO	<p>Fórmulas electrónicas (estructuras de Lewis y configuraciones electrónicas). Variaciones de tipo electrónicos o nuclear en cuanto a composición (iones e isótopos) o estructura (estados excitados)</p>	<p>Cálculo de las distintas energías basados en la estructura electrónica. Interpretación de espectros. Cálculo de los calores de atomización, entropías espectroscópicas, entre otros</p>	<p>Mecanismo de reacción iónicos y fotoquímicos. Efectos de los isótopos. Cálculo de las energías de activación. Índices electrónicos de reactividad</p>

Figura 3. Niveles de organización de la química.

ESTRUCTURA LÓGICA DE LA QUÍMICA

NIVELES

- **Nivel Molar:** El término molar viene de la palabra latina *moles*, que significa "gran masa". El término molar se introdujo por primera vez en química en 1865 por el químico alemán August W Hoffmann para describir el conjunto de propiedades mecánicas de la materia.
 - **Estructura:** Por definición, estructura es un concepto molecular, sería un término ausente en el nivel molar, al igual que la composición. Pero en base a lo experimentado en laboratorio, se puede definir este apartado como el relativo a la composición de sustancias, soluciones y mezclas. En general, se refiere a propiedades físicas.
 - **Energía:** Se refiere a conceptos como el calor de reacción o la entropía correspondiente a un cierto material, o cualquier concepto de este tipo que no requiera el conocimiento en absoluto de la composición molecular del mismo o de su estructura.
 - **Tiempo:** Corresponde a las leyes experimentales de cambio o transformación, además de calores y energías de activación.

- **Nivel molecular:** El término molecular proviene de la palabra latina *molécula*, que significa "pequeña masa", y en la que la terminación *-cula* denota una diminuta versión de la palabra que le da origen. El término molecular, lo utilizó Hoffmann para describir, desde las propiedades físicas, hasta las propiedades atómicas o químicas de la materia.
 - **Estructura:** En el nivel molecular es posible distinguir claramente dos características propias de la anatomía de las moléculas, su composición y su estructura, de manera que la composición se refiere a toda la información relacionada con el número y tipo de átomos presentes en una molécula (figura 4). La información referente al tipo de átomos se obtiene a partir de un análisis cualitativo de la materia y la información relacionada al número de átomos se

obtendrá a partir de un análisis cuantitativo. En caso de tratarse de especies de moléculas, en el análisis cualitativo intervendrán dos pasos, uno en el que la información del número de átomos esta dada por la fórmula empírica, y el otro en el que la información del número absoluto de átomos presentes en la molécula este dada por la fórmula molecular. Por otro lado, la estructura se refiere a toda aquella información relacionada con la conexión y el arreglo tridimensional de los átomos presentes en una molécula (figura 5).

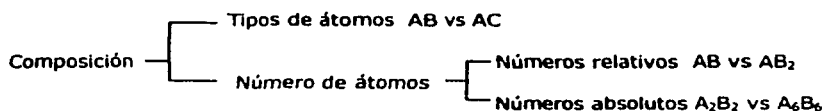


Figura 4. Composición en el nivel molecular (Jensen, 1998a).

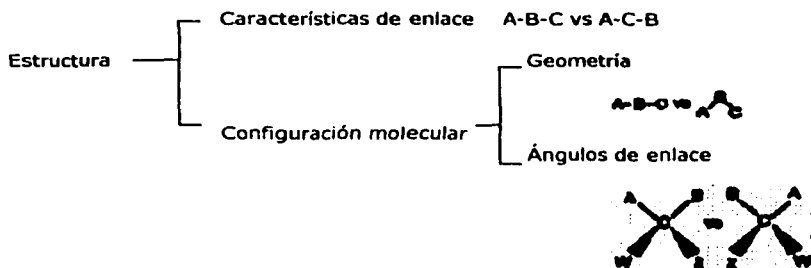


Figura 5. Estructura en el nivel molecular (Jensen, 1998a).

- **Energía:** Se refiere a la correlación que guardan los valores de las entropías relativas de materiales de composición similar, y como estos sufren giros o variaciones en los ángulos de enlace de sus moléculas o átomos. En términos generales nos permite entender las bases físicas de la entropía. También se incluyen aquí, el cambio del calor de formación de sustancias simples desde su estado más estable, hasta el estado gaseoso; a este cambio se le conoce como entalpía de atomización.
- **Tiempo:** Corresponde a la interpretación de las leyes de cambio o transformación y de las entropías de activación, la primera en cuanto a qué tan loable es determinado mecanismo de reacción y la segunda en términos de los complejos activados.

- o Nivel eléctrico: Se refiere a las propiedades eléctricas de la materia.
 - Estructura: En el nivel eléctrico esta dimensión responde a la teoría de que toda la materia esta formada por una serie de pequeñas partículas eléctricas (para nuestro propósitos: electrones, protones y neutrones); por eléctrico en esta dimensión, entendemos únicamente aspectos relacionados al electrón, mientras que nuclear se refiere a aspectos del protón y del neutrón.
 - Energía: En este caso podemos recurrir a la estructura y composición, nuclear y electrónica, y calcular la energía electrónica del material. Es decir, construir ciclos de Born-Haber a partir de los cuales se puedan obtener los calores de formación (nivel molar) y los calores de atomización (nivel molecular).
 - Tiempo: Se refiere a mecanismos de reacción en donde intervengan iones o especies con estados excitados, es decir, radicales libres, de igual manera que el estudio de los isótopos. Inclusive aquí se incluye el cálculo de calores y entropías de activación a partir del postulado de la estructura eléctrica de los estados de transición.

DIMENSIONES

- o Se usa la nomenclatura "estructura" para esta dimensión ya que se refieren a la anatomía de la molécula, que de acuerdo al orden jerárquico identifica, en primer plano, a las sustancias en general que vistas con más detalle están constituidas por moléculas, que a su vez están formadas por un núcleo integrado por protones y neutrones, y otras partículas independientes a él llamadas electrones (figuras 6).

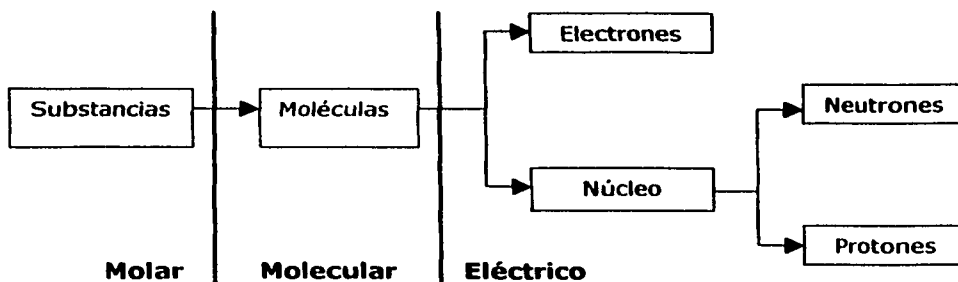


Figura 6. Jerarquía correcta para la dimensión "estructura" (Jensen, 1998_b).

Indudablemente, dentro de esta dimensión encontramos a todo tipo de moléculas y éstas pueden ser clasificadas mediante la siguiente clasificación (figura 7).

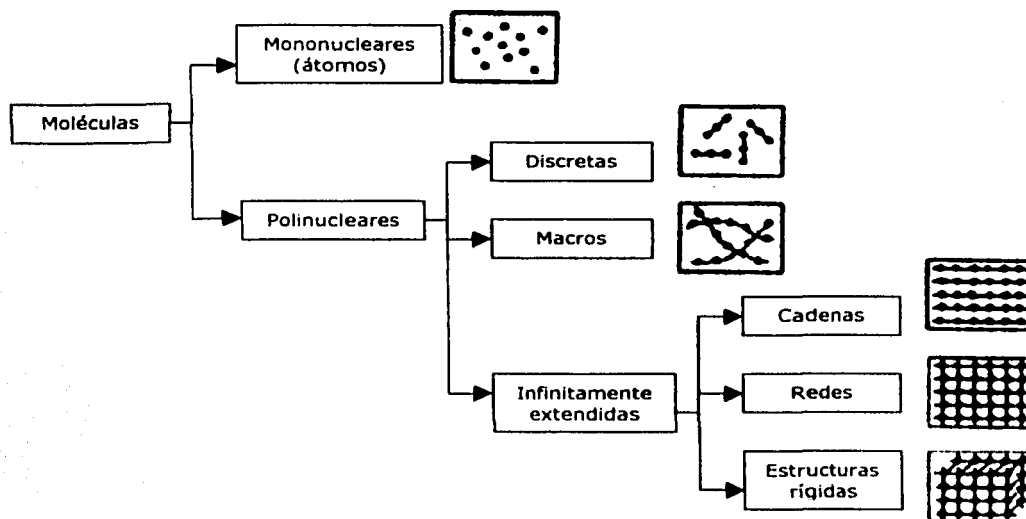


Figura 7. Moderna clasificación de las moléculas con base en su estructura (Jensen, 1998_b).

- o La "energía" es comúnmente abordada al describir fenómenos químicos, y a su vez, ésta juega un papel importante en la viabilidad de los cambios químicos. Dicho de otra manera, el término "energía" se refiere a la fisiología de la molécula, es decir, el funcionamiento de la misma.
- o El "tiempo", es ciertamente, el término con el que menos se tiene contacto, de manera explícita, en la química de nuestros días. Pero esta dimensión siempre aparecerá de manera implícita en cualquier proceso químico y a cualquier nivel en que éste se revise.

Para finalizar esta exposición se muestra a continuación (figura 8) un ejemplo práctico que puede ayudar a entender, de una forma más clara, los niveles de organización de la química propuestos por Jensen.

Nivel	Descripción
Molar	Es un gas incoloro, inodoro, paramagnético, altamente reactivo, esencial para la vida de la mayor parte de los organismos vivos, compone el 21 % del volumen total de la atmósfera, mp = 54.8 K, bp = 90.2 K y densidad = 1.43 kg/m ³ a 273 K.
Molecular	Es lineal, presenta un doble enlace, La molécula diatómica de O ₂ tiene un peso molecular de 31.98 umas.
Eléctrico	$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}=\ddot{\text{O}}\text{:} \\ (2s\sigma)^2(2s\sigma^*)^2(2p\pi_x)^2(2p\pi_y)^2(2p\sigma)^2(2p\pi_x^*)^1(2p\pi_y^*)^1 \end{array}$

Figura 8. El O₂(g) analizado desde los distintos niveles de organización de la química (Jensen, 1998_b).

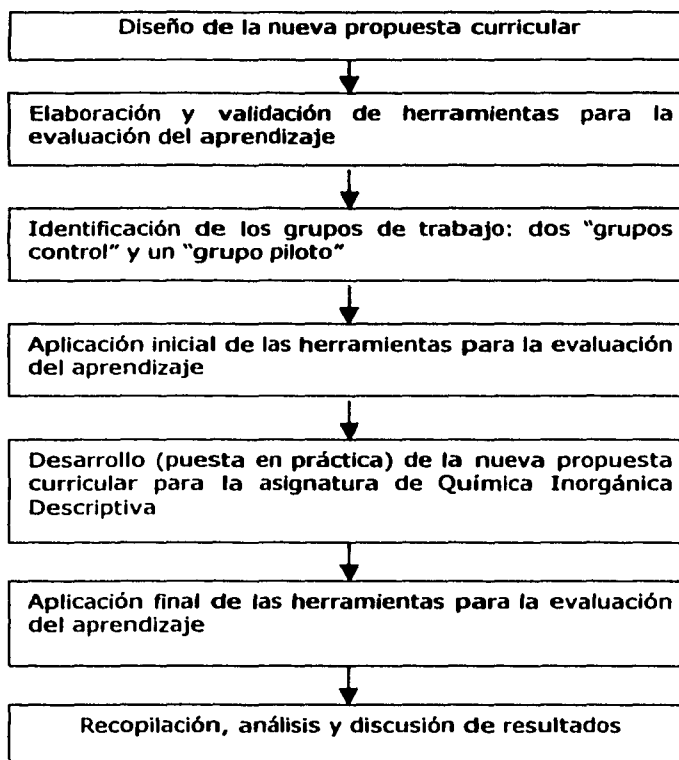
2.2. METODOLOGÍA

Para exponer la metodología, se muestra el diagrama general de trabajo, acompañado de una breve explicación de cada una de las tareas allí involucradas. El diagrama de trabajo se encuentra en la siguiente página, por lo pronto comenzaremos con la explicación de las tareas.

Como tarea inicial para este proyecto, se examinó el programa de estudios actual de la asignatura de Química Inorgánica*. En los casos en que fue necesario se incluyeron nuevos temas, esto principalmente en las dimensiones de energía y tiempo, todo con el fin de diseñar una nueva propuesta curricular que siga la taxonomía de los niveles de organización de la química.

* La asignatura de Química Inorgánica es una asignatura obligatoria para todos los estudiantes de la Facultad de Química de la UNAM, es parte de lo que se conoce como el "tronco común", es decir, asignaturas básicas que conforman el plan de estudios de todas las carreras de química. Esta asignatura se identifica con la clave 1304, los Químicos, Ingenieros Químicos, Químicos Fármaco Biólogos y Químicos de Alimentos deben cursarla en tercer semestre a diferencia de los Ingenieros Químicos Metalúrgicos que la registran en segundo semestre. Por otro lado, la enseñanza teórica de Química Inorgánica se apoya con trabajo experimental en laboratorio, de manera que los alumnos reciben 3 horas de formación teórica y 3 horas de formación experimental, lo que les otorga un total de 9 créditos una vez que acreditan la materia.

DIAGRAMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN



A la par del diseño de la propuesta curricular se construyeron dos herramientas para la evaluación del aprendizaje que trabajándolas de forma conjunta sirvieran como indicador manifiesto de los alcances que esta nueva propuesta curricular tuviera.

Se trata, por un lado, de un examen diagnóstico el cual requirió, para su construcción, la jerarquización de los conceptos que se revisarían a lo largo del desarrollo de la nueva propuesta curricular, ya que se debían identificar aquellos conceptos que permitieran obtener una visión real de los avances o desatinos existentes entre la aplicación de la nueva propuesta y el programa vigente hasta nuestros días. Es decir, que nos expusieran, de la manera más clara posible, las ventajas que esta nueva propuesta curricular representa para el aprendizaje de la Química Inorgánica.

Este examen diagnóstico fue probado en Puebla, aplicándolo a un grupo de estudiantes de química de la Universidad del Estado. Derivado de esto el examen fue objeto de correcciones y modificaciones en lo que a errores de redacción, ortografía o planteamiento se refiere.

Como refuerzo al examen diagnóstico, se recurrió a la aplicación de una prueba de asociación de palabras, en la cual se les proporcionaron, por escrito, 10 conceptos referentes a química inorgánica y de los cuales se les solicitaban al menos 3 palabras que guardaran relación con ellos, prohibiéndoles el uso de adjetivos.

La asociación de palabras es una herramienta para la evaluación de los aprendizajes que permite determinar la organización de conceptos presentes en la memoria semántica del estudiante. Esta herramienta se fundamenta en la idea de que en la medida en que un individuo maneja mayor número de conceptos de un cierto tema, mayor es el conocimiento que él tiene sobre éste. De acuerdo a los objetivos de la tesis, a través de la asociación de palabras intentamos probar que el vocabulario (mayor manejo y conocimiento del un tema) se incrementa al ser sometidos a la nueva propuesta curricular.

Ahora, para poder identificar las ventajas que la nueva propuesta curricular representa trabajamos con "grupos de control", los cuales tuvieron como eje educativo el programa actualmente vigente. Para la elección de los grupos control, tomamos en cuenta dos factores principales, el primero, la disposición de los profesores titulares de esta asignatura, así como la diversidad de su alumnado (diversidad en cuanto a las carreras en que los alumnos se encuentran inscritos); y en segundo plano, pero no por eso menos importante, consideramos el hecho de que no podríamos trabajar con todos los grupos de teoría, así que una forma de asegurar que trabajaríamos con una muestra más representativa consistía en buscar un grupo de laboratorio[▼] que nos permitiera evaluar el aprendizaje de alumnos de distintos profesores de teoría, sin tener que recurrir al análisis de todo el grupo completo. Esto último, tomando en cuenta que existen distintos factores que pueden intervenir en el aprendizaje de

▼ Los grupos de laboratorio están constituidos por alumnos que provienen de distintos grupos de teoría, no es obligatorio que los alumnos cursen la parte teórica y experimental con el mismo profesor.

los alumnos, factores como el horario de clase, el número de alumnos inscritos en el grupo, la dinámica del mismo y muchos otros que pueden sesgar los resultados y polarizar los mismos; es por esto, que el asegurarnos de trabajar con una población lo más representativa y diversa posible nos permitía minimizar los ruidos (factores externos que afectan los resultados de nuestra investigación) que se pudieran presentar. De tal manera que los "grupos control" quedaron de la siguiente manera: el "grupo control-1" corresponde a un grupo de teoría y el "grupo control-2" corresponde a un grupo de laboratorio.

Por otro lado, se encamino únicamente a un grupo de trabajo que llamaremos "grupo piloto" hacia la nueva propuesta curricular. Es decir, sólo con estos alumnos se trabajó la nueva propuesta curricular y fue a partir de este grupo que se analizaron los resultados obtenidos. Los alumnos del "grupo piloto" recibieron su formación experimental de manera habitual. El "grupo piloto" trabajó con herramientas de aprendizaje distintas a las convencionales, como por ejemplo evaluación en grupo (Chamizo, 1997), mapas conceptuales (Chamizo, 1995) y portafolios (Chamizo, 1996), que permiten realizar una evaluación más completa de los conocimientos adquiridos por los alumnos. A grandes razgos diremos que en estas herramientas se evalúa más que lo que se aprende, la forma en que se aprende. Para este tipo de evaluaciones de aprendizaje no existen conceptos de memoria, es más bien la construcción que cada alumno haga de su conocimiento lo que determina su avance o retroceso a nivel curricular. Todas estas herramientas, sus antecedentes, estructura, función y aplicación, se desarrollan en el Capítulo 3 de esta tesis dentro de lo que nosotros llamamos la didáctica de la química.

Podemos agregar que era fácilmente previsible que a lo largo del desarrollo de la nueva propuesta curricular se requirieran varios ajustes y mejoras en la misma, ya que no es, sino hasta que se aplica ésta, que pueden identificarse omisiones, excesos o imprecisiones.

Como estrategia para la recopilación de resultados manifiestos se aplicaron los exámenes diagnóstico y las pruebas de asociación de palabras en los dos "grupos control" y en el "grupo piloto" en la primera semana de clases del semestre 2001-II, durante el cual se realizó esta investigación educativa, y dos semanas antes de que concluyera el mismo.

Finalmente se recopilaron todos los resultados, tanto los obtenidos al inicio como al final del semestre. El único tratamiento que se hizo sobre ellos, fue el cálculo de las diferenciales o deltas (Δ), a partir de las cuales se pueden reconocer las ganancias que la nueva propuesta curricular presenta frente al programa de estudios actual.

2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la revisión del programa actual de la asignatura*, intentando clasificar todos sus temas dentro de los nueve niveles de organización de la química, logramos identificar la ausencia de temas referentes a las dimensiones energía y tiempo. En consecuencia se incorporaron seis temas nuevos:

- Para la dimensión "energía": energía de atomización, energía libre Gibbs, entalpía, entropía y energía de activación.
- Para la dimensión "tiempo": tiempo de vida media, representación gráfica de reacciones químicas, complejos activados, mecanismos de reacción en donde intervengan radicales libres y el proceso de difusión.

Para finalmente trazar la nueva propuesta curricular para la asignatura de Química Inorgánica Descriptiva (figura 9).

En cuanto al diseño del examen diagnóstico, los ajustes que sobre éste se hicieron surgieron de la etapa de prueba, la cual consistió en la aplicación del mismo en el Estado de Puebla a 20 alumnos que se encontraban cursando el octavo semestre de la carrera de Química en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Las correcciones se enfocaron principalmente en la redacción de las preguntas, ya que algunas de ellas resultaban poco claras u orientaban, con franca obviedad, al alumno hacia la respuesta correcta, lo que impedía un resultado ciertamente representativo. El examen diagnóstico definitivo corresponde a las figuras 10_a y 10_b.

* El programa de estudios vigente para Química Inorgánica incluye 8 temas: I. Geoquímica, II. Tabla periódica, III. Parámetros de enlace, IV. Sistemas iónicos, V. Sistemas covalentes, VI. Sistemas coordinados, VII. Fronteras de los sistemas y VIII. Reactividad. Todos estos conceptos están incluidos en la nueva propuesta curricular.

	DIMENSIÓN ESTRUCTURA	DIMENSIÓN ENERGÍA	DIMENSION TIEMPO	
NIVEL MOLAR	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Átomo ◆ Metal ◆ Gas ◆ Líquido ◆ Sólido ◆ Molécula ◆ Protón ◆ Neutrón ◆ Clasificación de los elementos en la Tabla Periódica 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gas ◆ Familias ◆ Periodos ◆ Bloques ◆ Elemento ◆ Masa atómica ◆ Número atómico ◆ Isótopo 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Energías de fusión y fisión ◆ ΔH_f 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Origen de la Tierra ◆ Origen de los Continentes ◆ Origen del Universo ◆ Origen del Sistema Solar ◆ <u>Tiempo de vida media</u>
NIVEL MOLECULAR	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Polímeros ◆ Cristal ◆ Electrón ◆ Catión ◆ Anión ◆ Valencia ◆ Número de oxidación ◆ Difracción ◆ Rayos X 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Distancias internucleares ◆ Alotropía ◆ Cúmulos ◆ Sólido (moléculas y redes) ◆ Solubilidad ◆ Enlace por puente de hidrógeno ◆ Temperatura de fusión ◆ Ligante ◆ Pseudohalógeno ◆ Litofílico ◆ Calcófilico ◆ Siderofílico 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ <u>Energía de atomización</u> ◆ ΔG ◆ ΔH ◆ ΔS ◆ "Pauling" (energías de enlace) ◆ <u>Energía de activación, E_a</u> ◆ Red cristalina, ΔH ◆ Ciclo de Born-Haber 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ <u>Representación gráfica de reacciones</u> ◆ <u>Complejos activados</u>
NIVEL ELÉCTRICO	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Núclido ◆ Polarizabilidad ◆ Ión ◆ Electronegatividad ◆ Covalente ◆ Iónico ◆ Isoeléctrico ◆ Electrones de valencia ◆ Configuración electrónica ◆ Configuración de valencia ◆ Estructuras de Lewis ◆ Síntesis nuclear ◆ Isoeléctrico ◆ Par iónico ◆ Enlace de Kossel (ácidos/bases) ◆ Momento dipolar ◆ Constante de Madelung ◆ Reglas de Fajans 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Radio de Van der Waals ◆ Radio covalente ◆ Radio iónico ◆ Carga nuclear efectiva ◆ Relaciones diagonales ◆ Sólido Metálico ◆ Sólido Iónico ◆ Sólido Covalente ◆ Geometría ◆ Paramagnético (modelo del doble cuarteto de Linnett) ◆ Modelo de repulsión de pares electrónicos en la capa de valencia (RPECV) ◆ Aducto ◆ Ácido duro ◆ Base blanda ◆ Modelo de los 18 electrones ◆ Enlace covalente coordinado ◆ Quelato ◆ Equilibrios de reacción 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Energía de ionización ◆ Fuerzas electrostáticas ◆ Afinidad electrónica 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ <u>Mecanismos de reacción (radicales libres)</u> ◆ <u>Difusión</u>

Figura 9. Estructura de la nueva propuesta curricular para la asignatura de Química Inorgánica. Aparecen subrayados aquellos conceptos de reciente incorporación.

NOMBRE: _____

Instrucciones: Lee con cuidado las siguientes preguntas, elige en cada caso una sola respuesta correcta y marca la con lápiz en la hoja de respuesta. Evita tachones, ya que puede prestarse a confusión.

1. ¿Cuáles de las siguientes moléculas tienen momento dipolar?

NF_3 , SF_6 , BCl_3 , NH_3 , PF_3 , C_2H_4 y SiF_4

- a) SF_6 , NF_3 , NH_3 , PF_3
b) SiF_4 , SF_6 , C_2H_4 , BCl_3
c) NF_3 , PF_3 , NH_3 , BCl_3
d) SF_6 , PF_3 , BCl_3 , C_2H_4
e) BCl_3 , SiF_6 , C_2H_4 , NF_3

2. ¿En cual de los siguientes procesos o sistemas ΔS es menor que cero y en cuál es mayor?

1. $\text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$
2. 1.00 mol de gas a 15 atm se comprime hasta que la presión sea de 30 atm.
3. $\text{SO}_2(g) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{Cl}_2\text{SO}_2(g)$

- a) 1. $\Delta S < 0$, 2. $\Delta S < 0$, 3. $\Delta S < 0$
b) 1. $\Delta S > 0$, 2. $\Delta S > 0$, 3. $\Delta S < 0$
c) 1. $\Delta S < 0$, 2. $\Delta S < 0$, 3. $\Delta S > 0$
d) 1. $\Delta S > 0$, 2. $\Delta S > 0$, 3. $\Delta S > 0$
e) 1. $\Delta S > 0$, 2. $\Delta S < 0$, 3. $\Delta S < 0$

3. El ácido ascórbico o vitamina "C" tiene una vida media de 12 horas. Si la leche contiene 2 mg de vitamina "C" por cada 100 mL de producto, ¿qué cantidad de este nutriente permanecerá en 1 litro de leche una vez transcurridas 48 horas?

- a) 2.5 mg de vitamina "C"
b) 0.125 mg de vitamina "C"
c) 312.5 mg de vitamina "C"
d) 1.25 mg de vitamina "C"
e) 5 mg de vitamina "C"

4. El O_2 es _____ del O_3 .

- a) Isotopo
b) Isoelectrónico
c) Alotropo
d) Isomero
e) Ninguna de las anteriores

5. Ordena los siguientes átomos de mayor a menor tamaño, según su posición en la tabla periódica: C, N, Ca y F.

- a) F, Ca, N, C
b) Ca, C, N, F
c) Ca, N, C, F
d) N, F, C, Ca
e) F, N, C, Ca

6. ¿Cuál es la energía necesaria para los siguientes dos procesos en fase gaseosa?



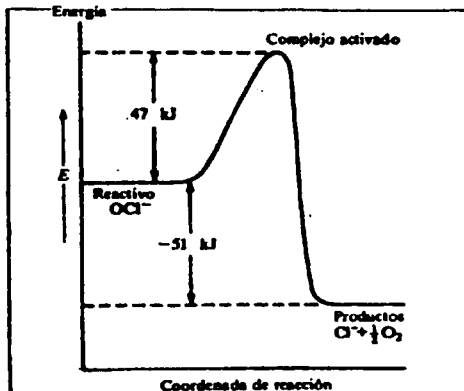
INFORMACIÓN NECESARIA:

Ca	I_1	I_2	I_3	I_4
MJ/mol	-	0.59	1.14	4.91

- a) 1.73 MJ/mol y 1.14 MJ/mol
b) 0.59 MJ/mol y 0.59 MJ/mol
c) 1.73 MJ/mol y 4.91 MJ/mol
d) 2.28 MJ/mol y 1.14 MJ/mol
e) 0.5 MJ/mol y 4.91 MJ/mol

Figura 10.. Examen diagnóstico, cara anterior.

7. Para la reacción $\text{OCl}^-_{(ac)} \rightarrow \text{Cl}^-_{(ac)} + \frac{1}{2} \text{O}_2_{(g)}$ se trazó el siguiente diagrama de energía en función de la coordenada de reacción (evolución de la reacción):



Identifica la única aseveración cierta respecto al diagrama:

- La energía de activación, E_a , es de -51 kJ/mol
- La energía de activación, E_a , es de 47 kJ/mol .
- El calor de reacción ΔH_r para esta reacción exotérmica es de 47 kJ/mol .
- El calor de reacción ΔH_r para esta reacción endotérmica es de -51 kJ/mol .
- En esta reacción el reactivo (OCl^-) es más estable que los productos ($\text{Cl}^- + \frac{1}{2} \text{O}_2$).

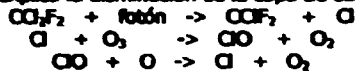
8. El ácido pícrico $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3(\text{OH})_3$ es un explosivo. En la reacción de combustión de este explosivo interviene el oxígeno, y su entalpía de combustión es: $\Delta H = -2560 \text{ kJ/mol}$. Por otro lado, la entalpía de detonación del ácido pícrico en ausencia de oxígeno es: $\Delta H = -740.5 \text{ kJ/mol}$. Tomando en cuenta la información anterior, identifica la respuesta que mejor explica los valores de ΔH .

- Ambas reacciones son endotérmicas.
- El ácido pícrico no actúa como explosivo a menos que este en presencia de oxígeno.
- El ácido pícrico es un explosivo indubitante bajo las condiciones antes mencionadas, la detonación se da en presencia o ausencia de oxígeno.
- El ácido pícrico ve favorecidas sus propiedades explosivas cuando la reacción de detonación se da en ausencia de oxígeno.
- Ninguna de las anteriores

9. El símbolo de cierto átomo es $^{148}_{73}\text{P}_x$. ¿Qué información nos proporciona sobre el átomo?

- Que tiene 48 electrones
- Que su masa atómica es de 73
- Que tiene 221 protones en el núcleo
- Que tiene 75 neutrones en el núcleo
- Que su número atómico es de 148

10. El mecanismo de reacción que explica la disminución de la capa de ozono, es:



Los radicales libres en este mecanismo son:

- CCl_2F_2 y CClF_2
- Fotón y O_3
- Cl y O_2
- CCl_2F_2 y ClO
- Cl y ClO

Figura 10_b. Examen diagnóstico, cara posterior.

La población evaluada a partir del examen diagnóstico se divide de la siguiente manera:

- Grupo piloto: 11 alumnos,
- Grupo control 1: 36 alumnos y
- Grupo control 2: 10 alumnos;

Para hacer un total de 57 alumnos evaluados, en todos los casos los grupos de trabajo presentan una equitativa presencia de estudiantes de las distintas especialidades de la Química (de las distintas carreras).

Del total de alumnos evaluados (57 alumnos), el número y porcentaje de alumnos correspondientes a cada una de las carreras, se expone en la siguiente tabla (tabla 3)

CARRERA	NUMERO DE ALUMNOS	PORCENTAJE DE ALUMNOS
INGENIERÍA QUÍMICA	7	12.5 %
INGENIERÍA QUÍMICA METALÚRGICA	7	12.5 %
QUÍMICA	9	16 %
QUÍMICA DE ALIMENTOS	19	33 %
QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA	15	26 %

Tabla 3. Número y porcentaje de alumnos evaluados, de acuerdo a cada una de las cinco carreras impartidas en la Facultad de Química.

El porcentaje de alumnos correspondientes a cada una de las carreras, sigue el comportamiento que la matrícula de la Facultad de Química presenta, es decir, la matrícula en las carreras Química de Alimentos y Química Farmacéutica Biológica es superior con relación a las tres carreras restantes, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica y Química.

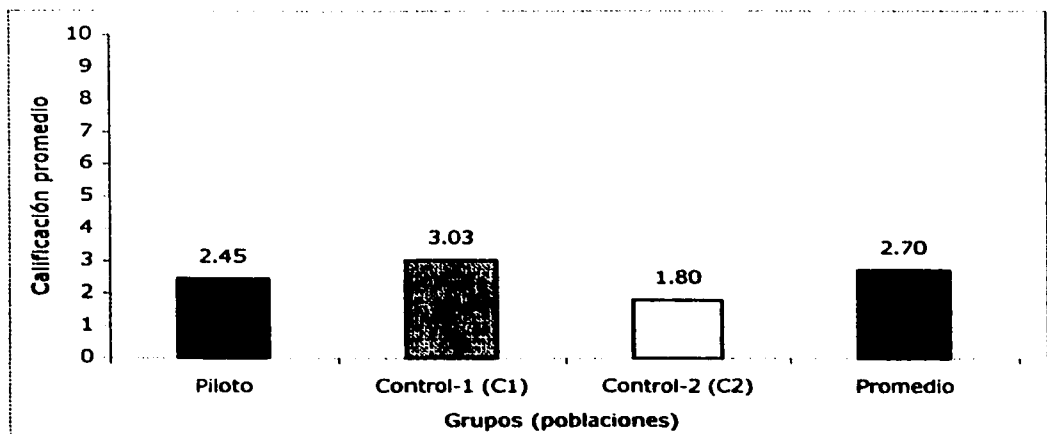
De igual manera, resulta importante señalar que al inicio de la investigación se evaluó a una población de 104 alumnos, sin embargo, ésta disminuyó a un poco más de la mitad al aplicar el examen diagnóstico al final del semestre. La deserción en este tipo de asignaturas es crítica, factor que debe tenerse presente y sobre el cual sería pertinente tomar acciones para prevenirla.

Para fines de esta investigación, únicamente se tomaron en cuenta a aquellos alumnos que presentaron el examen diagnóstico tanto al inicio como al final del semestre, el resto de los alumnos fueron descartados.

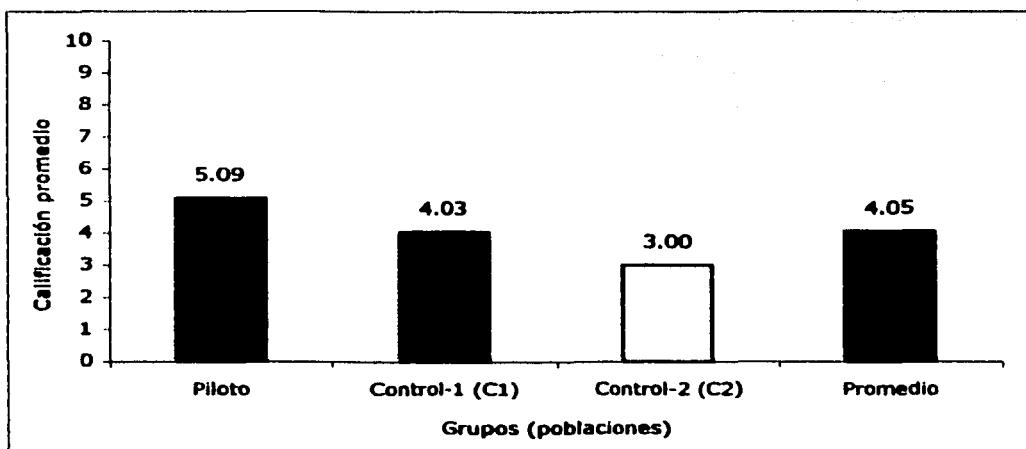
A continuación se muestran los resultados obtenidos a partir de los exámenes diagnóstico y con el fin de manifestar de la manera más clara posible lo alcanzado, se reportan en primer plano los resultados obtenidos al inicio del proyecto, posteriormente los obtenidos al término del mismo y finalmente se exponen las diferenciales o deltas correspondientes que representan, en el mejor de los casos, a las ganancias, y en el peor de los casos, a las pérdidas que con el desarrollo de esta nueva propuesta curricular se obtuvieron.

Comenzaremos por analizar los resultados obtenidos a partir del examen diagnóstico, de acuerdo a los grupos de trabajo, dos "grupos control" y un "grupo piloto."

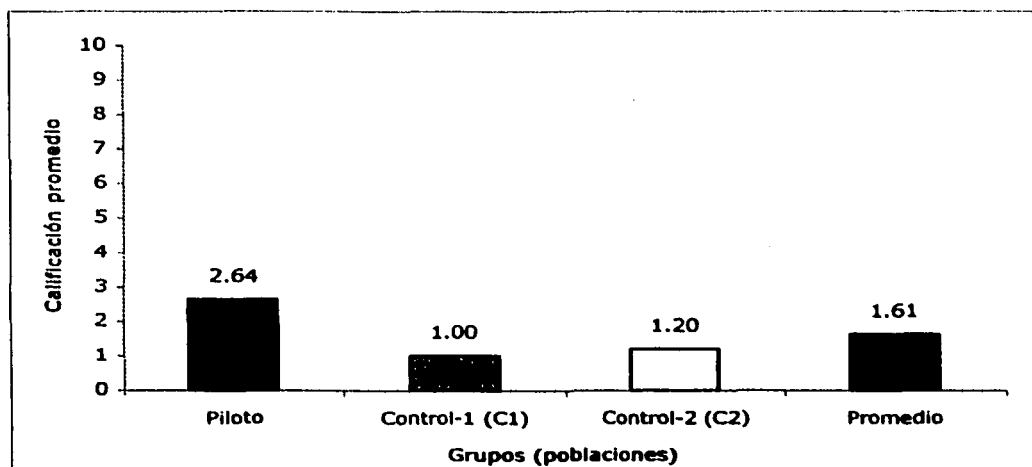
En las gráficas 2 y 3 se muestran los datos del examen diagnóstico inicial y final, respectivamente, para finalmente incluir las ganancias o los deltas en la gráfica 4. De esta presentación, podemos destacar que la calificación promedio obtenida por el total de alumnos en el primer examen diagnóstico fue de 2.70, la cual alcanzó un valor de 4.05 en el segundo examen diagnóstico. La calificación promedio se duplicó, lo cual refleja un franco aprendizaje de todos los alumnos.



Grafica 2. Resultados obtenidos al inicio del proyecto, reportados de acuerdo al grupo de trabajo



Grafica 3. Resultados obtenidos al término del proyecto, reportados de acuerdo al grupo de trabajo



Grafica 4. Deltas de los resultados obtenidos en el proyecto, reportados de acuerdo al grupo de trabajo

A partir de la gráfica 4 y analizando las ganancias de cada uno de los grupos de trabajo, podemos subrayar la ganancia que el "grupo piloto" consiguió, ya que duplicó la calificación que inicialmente había obtenido, superando por más de un punto al "grupo control-1" que inicialmente ocupó la cabeza en cuanto a la calificación del examen diagnóstico. Siendo esto un primer acierto en lo que a la nueva propuesta curricular se refiere.

El resultado final de los "grupo control-1 y control-2" resulta equivalente, ambos superaron su calificación inicial en aproximadamente un punto, lo que indica claramente un aprendizaje basado en un mismo eje educativo; lo que no ocurre con el "grupo piloto". Estas ganancias se observan mucho mejor si tomamos como referencia la calificación promedio de los tres grupos de trabajo. El "grupo piloto" la superó por un punto, mientras que los "grupos control" se situaron por debajo de ella.

Durante la construcción del examen diagnóstico, como ya se indicó anteriormente, se recurrió a una jerarquización previa de los conceptos revisados dentro de la asignatura de Química Inorgánica Descriptiva, para posteriormente incluir en éste 10 preguntas o reactivos correspondientes a cada uno de los niveles de organización de la química, lo cual nos permitiera distinguir con cierta claridad el comportamiento de los grupos de acuerdo a los niveles de organización de la química hacia el final del proyecto.

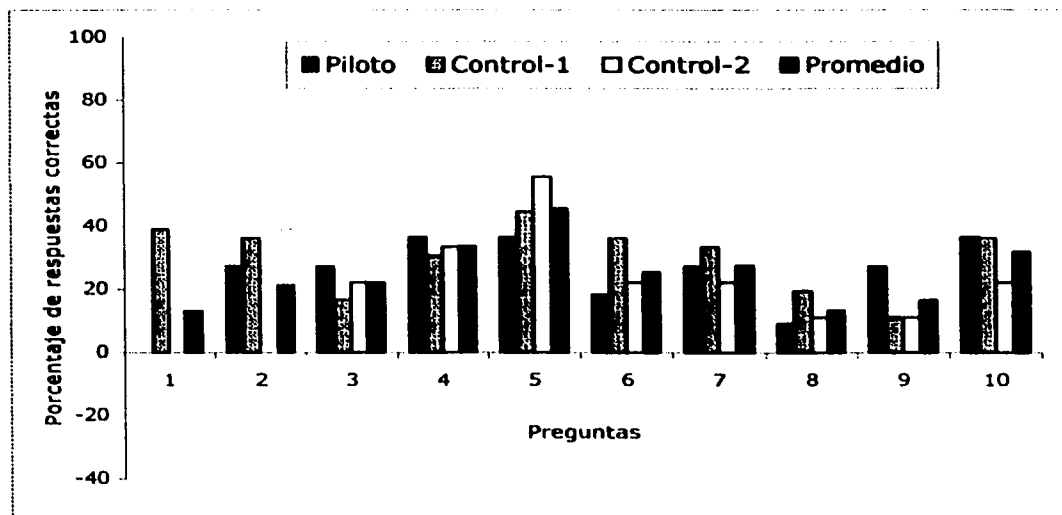
Los niveles de organización de la química se evaluaron con la aplicación del examen diagnóstico de acuerdo a la siguiente tabla (tabla 4).

NÚMERO DE PREGUNTA	NIVEL DE ORGANIZACIÓN DE LA QUÍMICA CORRESPONDIENTE	
	NIVEL	DIMENSIÓN
1	Eléctrico	Estructura y composición
2	Molecular	Energía
3	Molar	Tiempo
4	Molar	Estructura y composición
5	Molecular	Estructura y composición
6	Eléctrico	Energía
7	Molecular	Tiempo
8	Molar	Energía
9	Molar	Estructura y composición
10	Eléctrico	Tiempo

Tabla 4. Nivel de organización de la Química correspondiente a cada una de las preguntas del examen diagnóstico.

Como se puede observar en la tabla 2, con la aplicación del examen diagnóstico se evaluaron 10 distintos temas contenidos éstos en los nueve diferentes niveles de organización de la química. Para facilitar la cuantificación de estos exámenes, se incluyeron dos temas referentes al nivel molar y a la dimensión estructura y composición. Con este ajuste se logró cerrar el número de reactivos del examen en diez.

Las gráficas 5, 6 y 7 exponen claramente las tendencias que tanto los dos "grupos control", como el "grupo piloto" mostraron al ser sometidos al examen diagnóstico; estas tendencias nos permiten valorar el nivel de percepción que de los distintos niveles de organización de la química se obtuvieron durante el desarrollo de este proyecto de investigación educativa.



Gráfica 5. Resultados obtenidos al inicio del proyecto, reportados por pregunta

En la gráfica 5, se observa claramente el bajo porcentaje de respuestas correctas obtenidas por la mayoría de los alumnos. Es únicamente en la pregunta número cinco y por parte del "grupo control-2" que se rebasa el 50 % de respuestas acertadas.

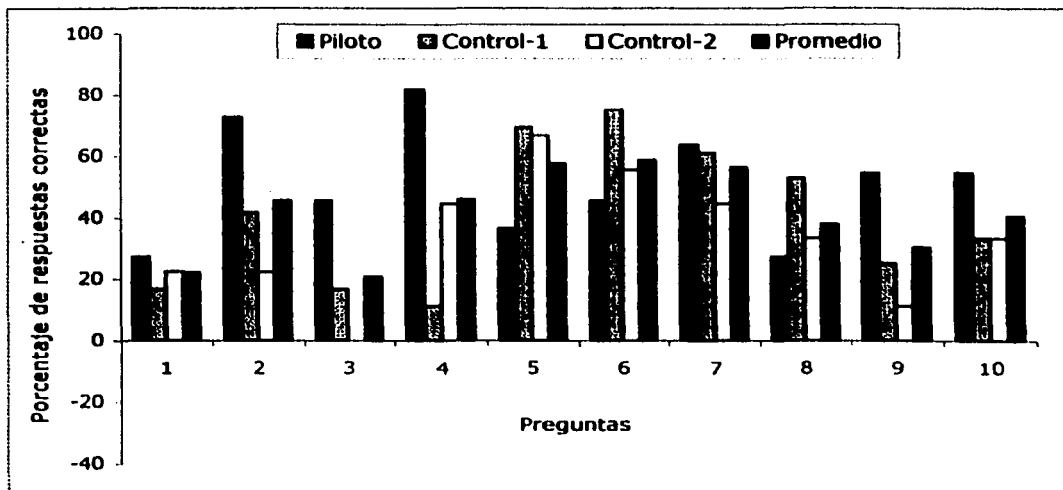
De igual forma, podemos identificar el comportamiento de cada uno de los grupos en que se aplicó el examen diagnóstico:

- En el caso del "grupo control-1" el porcentaje de respuestas correctas es bastante equilibrado, presentándose los niveles más bajos en las preguntas referentes al nivel molar. La pregunta 9, mediante la cual se evaluó un concepto básico como es el número de protones y neutrones a partir de la masa y número atómico de un elemento, fue contestada correctamente tan solo por el 10% de los alumnos; igualmente para las preguntas 3 y 8, en las cuales se evaluaron conceptos de reciente incorporación, lo que representaba un mayor grado de dificultad y para los

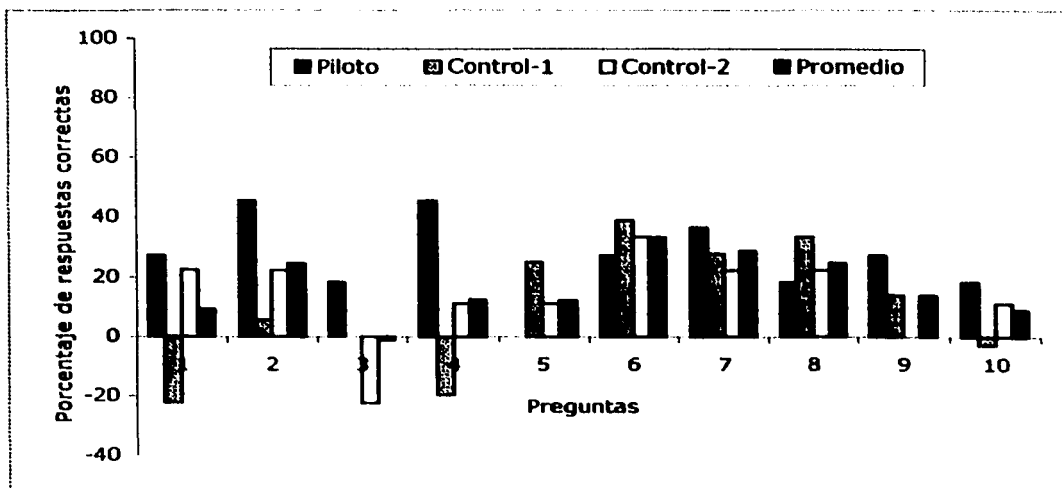
cuales era indispensable la integración de conceptos ya adquiridos por los alumnos en cursos anteriores, cerca del 20% de los alumnos obtuvieron la respuesta correcta. Mientras que la pregunta 4, obtuvo un porcentaje de respuestas correctas cercano al 50%. Entonces podemos decir, que en el caso del "grupo control-1" el manejo de conceptos básicos de química resultó complicado, es quizá la falta de jerarquización e integración durante el aprendizaje de los mismos lo que se traduce en un abandono de éstos una vez que se ha concluido su estudio.

- El "grupo control-2", muestra un comportamiento poco uniforme en el primer examen diagnóstico. Mientras que para las preguntas 1 y 2, ninguno de los alumnos obtuvo la respuesta correcta; en la pregunta 5, un poco más del 50% de los alumnos contestó correctamente. Es claro entonces, que existen algunos conceptos que no son manejados por los alumnos, mientras que otros les son claramente familiares. Al analizar los conceptos que en las distintas preguntas se evaluaron es posible identificar que los conceptos que no son manejados por los alumnos son principalmente los que se refieren a la interpretación de las reacciones químicas, mediante entropías y entalpías de reacción, además de conceptos que habían de estudiarse dentro de la asignatura que estaban comenzando. Por otro lado, la uniformidad de este grupo es menor, en gran medida porque sus integrantes provienen de distintos grupos de teoría lo que se traduce en una mayor dispersión de caracteres.
- Por último, el "grupo piloto" presenta un comportamiento uniforme, destacándose en su caso, los porcentajes obtenidos en las preguntas 6 y 8, para las cuales menos del 20% de los alumnos obtuvieron la respuesta correcta. Los conceptos de energía resultaron ser los más complicados para ellos. Al igual que en los dos "grupos piloto", la interpretación de procesos químicos a partir de las entalpías de reacción, resulta confusa. En la pregunta 1, nadie obtuvo la respuesta correcta, es decir, el concepto de momento dipolar no les es familiar, y esto se justifica al tomar en cuenta que se trata de un concepto que estaban por estudiar en la asignatura que apenas comenzaban.

En la gráfica 6, observamos de manera muy clara un aumento significativo en el porcentaje de respuestas correctas para la mayoría de las preguntas. Estas ganancias y en ciertos casos pérdidas, son fácilmente perceptibles en la gráfica 7, en la cual se muestran los deltas de cada una de las preguntas para los tres grupos evaluados.



Grafica 6. Resultados obtenidos al término del proyecto, reportados por pregunta

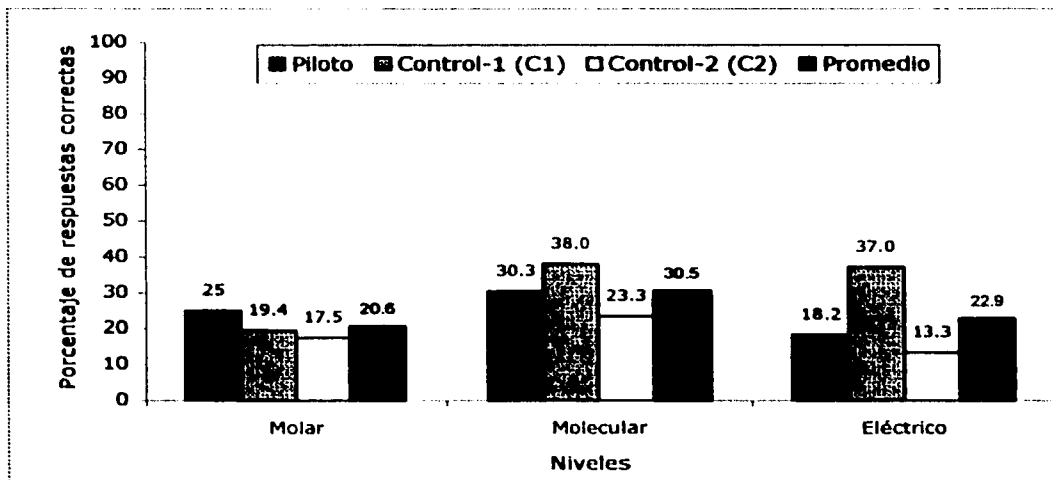


Grafica 7. Deltas de los resultados obtenidos en el proyecto, reportados por pregunta

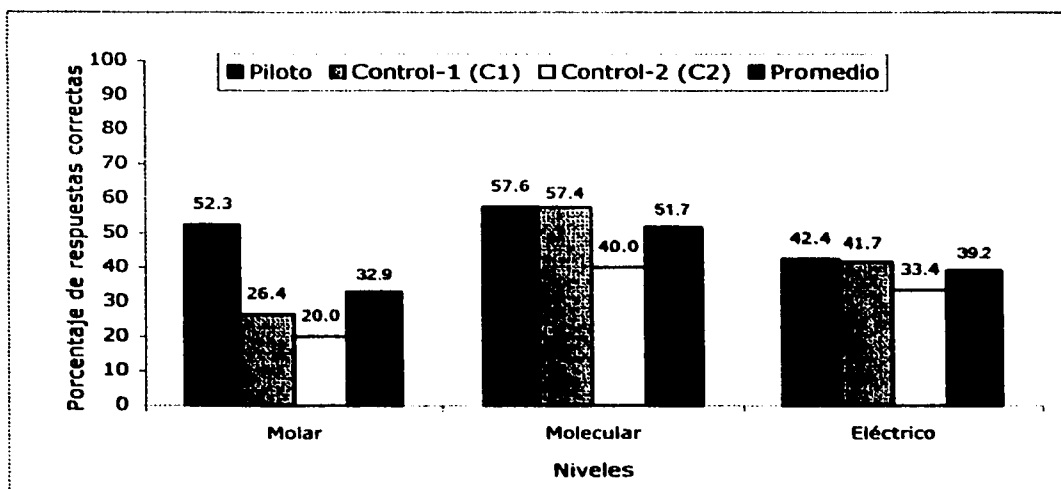
De acuerdo a las gráficas anteriores, podemos destacar lo siguiente, para cada uno de los grupos evaluados:

- El "grupo control-1" tuvo pérdidas en tres preguntas, las número 1, 4 y 10. Representando esto falta de claridad en conceptos básicos de química inorgánica como son la alotropía y el momento dipolar; además de un comprensible desconocimiento de los mecanismos de reacción en los que intervienen los radicales libres. Para el resto de las preguntas las ganancias son de entre un 10 a un 40%, lo que indica avances por parte de los alumnos una vez cursada la asignatura en cuestión.
- El "grupo control-2" tuvo pérdidas únicamente en la pregunta 3, en la que se cuestionaba el tiempo de vida media del ácido ascórbico, para lo cual no se requería mayor conocimiento, pero es posible que por la falta de cotidianeidad de este concepto, algunos alumnos se abstuvieran de responder y esto provocara tal pérdida. En el resto de las preguntas se observaron ganancias o se mantuvieron estables, lo que indica que los avances de este grupo fueron favorables. Claro que los porcentajes obtenidos con conceptos básicos de química, como son los evaluados en las preguntas 4 y 5 revelaron ganancias mínimas, lo que pone en duda la firmeza de estos conceptos y por lo tanto la dificultad para integrarlos.
- El "grupo piloto" en cambio, en todos los caso mostró ganancias, siendo las más significativas las referentes a aquéllas que corresponden a las preguntas 2, 4, 7 y 9; preguntas referentes a conceptos básicos de química: las preguntas 4 y 9 se refieren a la interpretación del orden de un sistema químico mediante el uso de entropías, y las preguntas 2 y 7 se refieren a la correlación existente entre los procesos cinéticos y termodinámicos de una reacción. Lo anterior, al igual que las ganancias obtenidas en el resto de las preguntas, superiores al 20%, reflejan la capacidad que los alumnos que fueron sometidos a la nueva propuesta curricular adquirieron para integrar los conceptos estudiados tanto previa, como durante el desarrollo de este periodo escolar. Es esta capacidad de integración la que les facilita el tránsito por conceptos un tanto complejos que de no analizarse desde distintos puntos de vista resultan difíciles de comprender, pero sobre todo, de aprender.

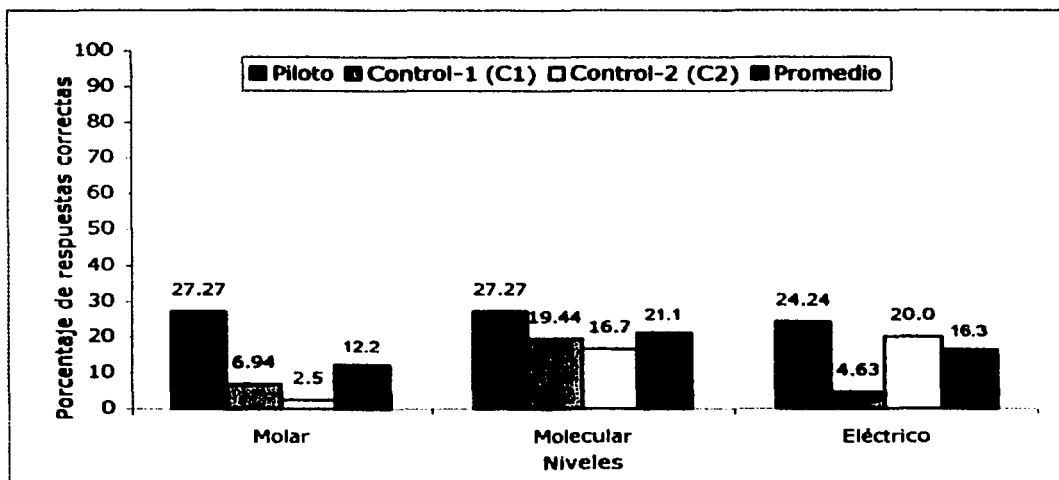
El análisis de las tres gráficas anteriores nos traslada inmediatamente al estudio de los resultados obtenidos de acuerdo a los niveles: molar, molecular y eléctrico (gráficas 8, 9 y 10), y también de acuerdo a las dimensiones: estructura y composición, energía y tiempo (gráficas 11, 12 y 13).



Gráfica 8. Resultados obtenidos al inicio del proyecto, reportados por niveles



Gráfica 9. Resultados obtenidos al término del proyecto, reportados por niveles



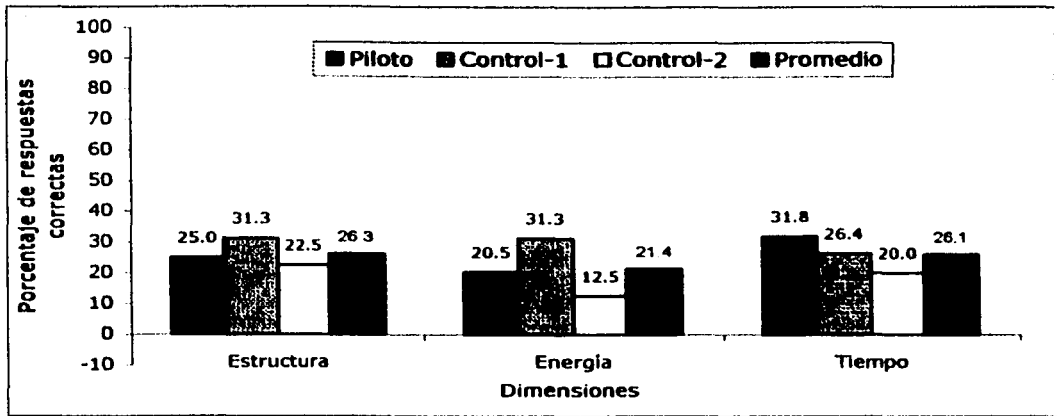
Grafica 10. Deltas de los resultados obtenidos en el proyecto, reportados por niveles

En lo que a los niveles se refiere, observamos claramente un crecimiento uniforme en todos ellos para el "grupo piloto", lo cual cumple con los objetivos de nuestro proyecto de investigación, el cual busca dotar a los alumnos de herramientas que les permitan entender de manera integral el desarrollo de cualquier proceso químico.

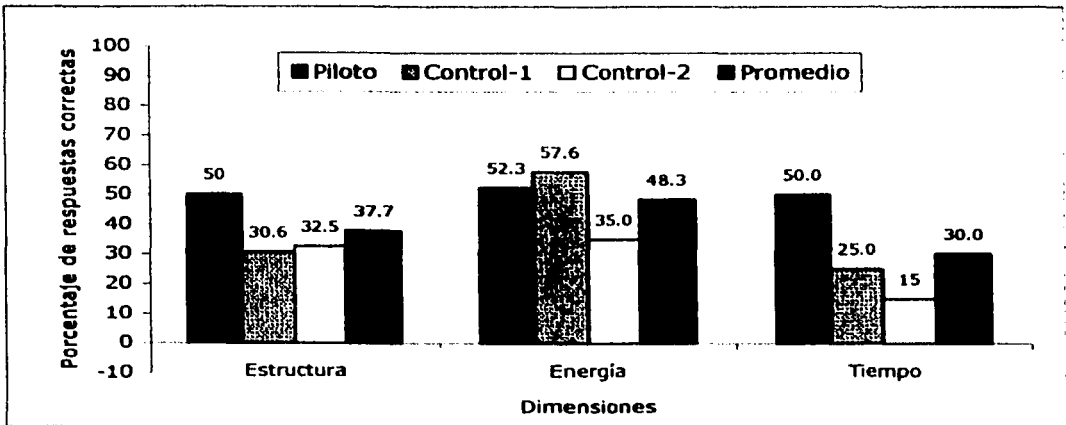
De igual manera, podemos observar que los alumnos que siguen el programa actual se especializan en temas eléctricos y moleculares sin comprender del todo conceptos básicos clasificados dentro del nivel molar. Cuando recorro al término "se especializan", me refiero a que el contenido de la asignatura Química Inorgánica se presta para desarrollar en mayor medida los niveles molecular y eléctrico, dejando de lado los conocimientos fundamentales del nivel molar. Esta es una ventaja que presenta nuestra propuesta curricular, ya que define un tiempo específico para abordar los temas básicos, sin dejar de lado el resto de los temas fundamentales para esta asignatura.

Las gráficas 8, 9, 10, 11, 12 y 13 muestran detalladamente las ventajas que la nueva propuesta curricular representa.

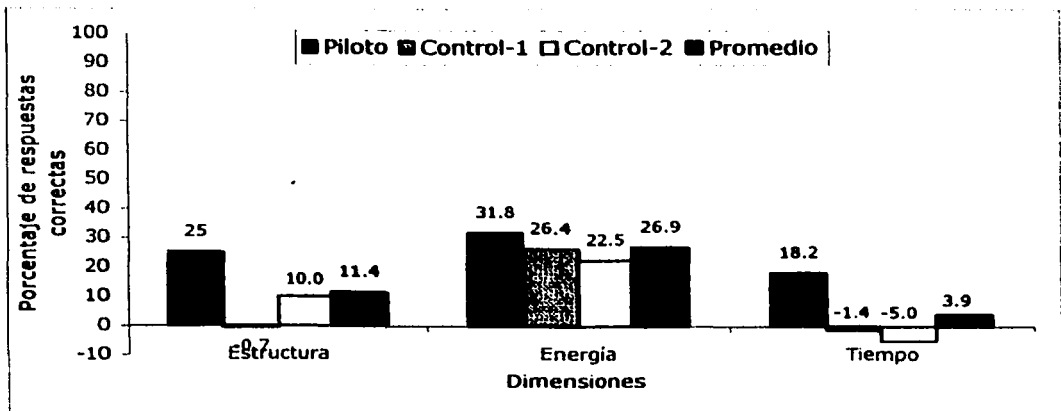
En las siguientes tres gráficas, podemos ver con facilidad que el manejo de la dimensión tiempo es pobre y esto es consecuencia de la reducida cantidad de conceptos de este tipo.



Grafica 11. Resultados obtenidos al inicio del proyecto, reportados por dimensiones



Grafica 12. Resultados obtenidos al término del proyecto, reportados por dimensiones



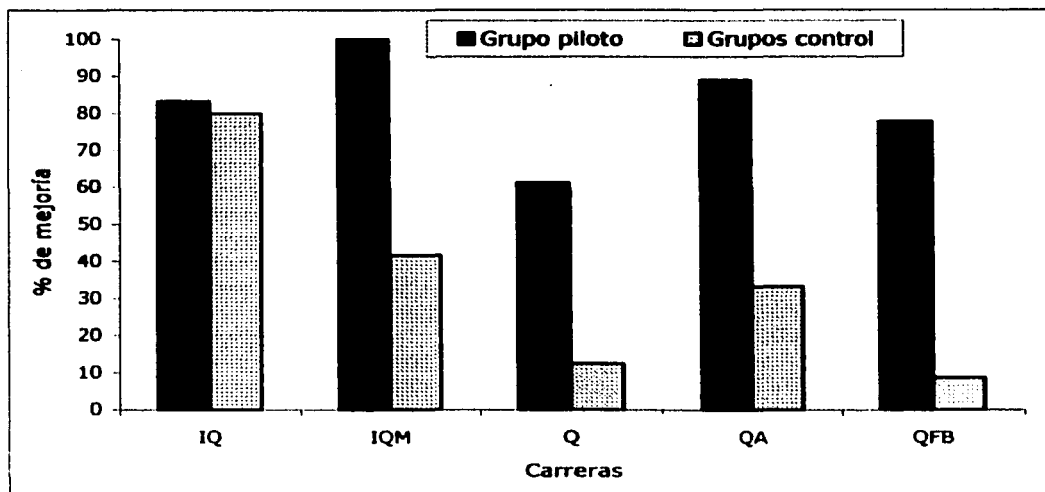
Grafica 13. Deltas de los resultados obtenidos en el proyecto, reportados por dimensiones

En la gráfica 13, encontramos que el nivel energía es el que presenta las mayores ganancias, en todos los grupos de trabajo. De hecho, la calificación promedio de este nivel es la más alta, registrando un 26.9 por ciento de respuestas correctas. En este caso específico cabe señalar que muy probablemente, y de acuerdo a los planes de estudio, los alumnos que cursan tercer semestre están involucrados en asignaturas de fisicoquímica básica, lo que les proporciona elementos externos que les permiten enfrentarse a los conceptos energéticos de esta propuesta curricular con mucha mayor soltura. El nivel energía se evaluó con las preguntas 2, 6 y 8.

Pero también, en la gráfica 13 observamos un crecimiento equilibrado por parte del "grupo piloto" en lo que a las tres distintas dimensiones se refiere; este comportamiento nos lleva a pensar que estos alumnos han "desarrollado" la capacidad de relacionar y analizar los temas desde distintos puntos de vista. El desarrollar en los estudiantes esa capacidad de predecir, no es más que una visión integradora que permite suponer los caminos que va a tomar un cierto sistema estudiado.

Enseguida vamos a analizar los alcances que esta propuesta tiene de acuerdo a cada una de las carreras. Con este fin, compararemos los resultados del examen diagnóstico obtenido por los estudiantes de las cinco diferentes carreras, tanto de los dos "grupos control", como del "grupo piloto".

Para construir la gráfica 14, calculamos las ganancias por carrera de los alumnos del "grupo piloto" y de los "grupos control". Una vez hecho esto, tomamos como 100% la mayor ganancia; ésta fue obtenida por los Ingenieros Químicos Metalúrgicos y fue de 3 puntos, es decir, ellos superaron su calificación inicial promedio por una diferencia de 3 puntos. Entonces, a partir de este 100% calculamos posteriormente los porcentajes de mejoría del resto de los estudiantes, y es así como se obtuvo la siguiente gráfica:



Gráfica 14. Porcentajes de mejora por carreras, comparando las ganancias del "piloto" y de los "controles"

De la gráfica anterior (gráfica 14) podemos resaltar lo siguiente:

- Los Ingenieros Químicos obtienen un porcentaje elevado de mejora sin importar el criterio bajo el que cursaron la asignatura, es decir, tanto para el programa actual, como para la nueva propuesta, los resultados son por mucho superiores y esto refleja lo indispensable que resulta para ellos esta asignatura, ya que constituye una parte fundamental de su formación básica como químicos.
- Lo Ingenieros Químicos Metalúrgicos muestran una franca mejoría al acceder a esta asignatura a través de la nueva propuesta curricular; esto es de vital importancia tomando en cuenta que ellos no cursan previamente la asignatura de Estructura de la Materia, lo que los hace ser aún más vulnerables frente a conceptos de química básica. Además de que Química Inorgánica es, en general, una signatura con alto índice de reprobación por parte de los estudiantes del área metalúrgica. Ahora, es de llamar la atención el hecho de que la nueva propuesta curricular ha sido capaz de proporcionar a los alumnos de esta área herramientas suficientes para asimilar conceptos inorgánicos básicos, sustituyendo parcialmente la labor de la asignatura de Estructura de la Materia.

- Por otro lado, los Químicos también mejoran en mayor medida al incorporar la nueva propuesta curricular.
- Y para los Químicos Fármaco Biólogos y los Químicos de Alimentos, la mejoría es notablemente mayor al ser sometidos a la nueva propuesta curricular. Esto resulta crucial en la medida en que esta tesis apuesta por una formación química de calidad para los Químicos de Alimentos, y sobre todo en lo que a su formación básica se refiere, la que en ocasiones suele dejarse a un lado.

Y ya para finalizar este capítulo, expondremos lo referente al diseño y la aplicación de las pruebas de asociación de palabras; para lo cual, en primer lugar se diseñó una prueba específica para Química Inorgánica Descriptiva, en la que a los alumnos se les presentaron 10 conceptos distintos, de los cuales se les solicitaba escribieran al menos 10 palabras que con éstos se relacionaran, sin poder recurrir al uso de adjetivos en ninguno de los casos. Los alumnos contaban únicamente con cinco minutos para resolver esta prueba. Dicha prueba se muestra en seguida (figura 11).

La incorporación de este instrumento para la evaluación del aprendizaje se fundamenta en la necesidad de incorporar una herramienta distinta que refuerce los resultados obtenidos a partir del examen diagnóstico, con el fin de reunir suficientes pruebas que nos permitan defender la propuesta curricular expuesta en esta tesis.

La prueba de asociación de palabras se aplicó siguiendo la misma dinámica del examen diagnóstico, es decir, se incorporó al inicio y al final del proyecto. Y sus resultados se analizan desde dos puntos de vista: en primer lugar se valoran únicamente las ganancias o mejoras en general de los estudiantes, y en segundo lugar se analiza el dominio de conceptos de acuerdo a cada una de las dimensiones, comparando en ambos casos al "grupo piloto" contra ambos "grupos control". Esto último para poder identificar directamente las repercusiones de la nueva propuesta curricular.

ASOCIACION DE PALABRAS. QUIMICA INORGANICA

Esta es una prueba para ver cuantas palabras puedes escribir con relación a la palabra clave que se te proporciona. Puedes escribir cosas, lugares, ideas, lo que sea, EXCEPTO ADJETIVOS. Si encuentras más de tres palabras escríbelas en la parte posterior de esta hoja. Tienes cinco minutos.

CIENCIA _____
CIENCIA _____
CIENCIA _____

QUIMICA _____
QUIMICA _____
QUÍMICA _____

INORGÁNICA _____
INORGÁNICA _____
INORGÁNICA _____

VALENCIA _____
VALENCIA _____
VALENCIA _____

ESTABILIDAD _____
ESTABILIDAD _____
ESTABILIDAD _____

TABLA PERIODICA _____
TABLA PERIODICA _____
TABLA PERIODICA _____

REACTIVIDAD _____
REACTIVIDAD _____
REACTIVIDAD _____

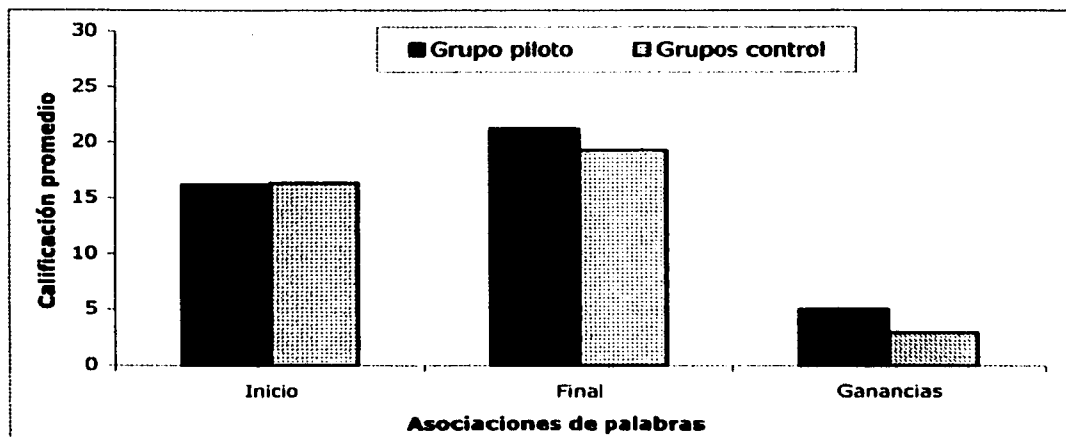
GEOMETRIA _____
GEOMETRIA _____
GEOMETRIA _____

ENLACE QUÍMICO _____
ENLACE QUÍMICO _____
ENLACE QUÍMICO _____

MODELO _____
MODELO _____
MODELO _____

Figura 11. Asociación de palabras para Química Inorgánica Descriptiva

Entonces, comenzaremos con el análisis general de las asociaciones de palabras, para lo que recurrimos a la construcción de la siguiente gráfica (gráfica 15):



Gráfica 15. Calificaciones de las asociaciones de palabras, obtenidas a lo largo de todo el proyecto y comparando entre sí al "grupo piloto" y a los "grupos control"

Para poder entender la gráfica 15, resulta necesario señalar que el máximo de aciertos que pueden obtenerse a través de esta prueba de asociación de palabras es de 30 puntos. Por esto la escala va de 0 a 30 puntos de calificación promedio.

De acuerdo a la gráfica anterior, podemos decir que el dominio de un vocabulario mayor o de un mayor número de temas es consecuencia de la revisión de éstos en la asignatura de Química Inorgánica, claro que esto no es ningún descubrimiento, ya que lo anterior es claro para cualquier asignatura. Pero lo que sí es cierto, es que con la nueva propuesta curricular, estas ganancias se favorecen. Dicho de otra forma, los estudiantes sometidos a la nueva propuesta curricular enriquecen en mayor medida su vocabulario y tal como lo indica Chamizo en su artículo de "evaluación de los aprendizajes" de 1996: "la asociación de palabras nos permite determinar la organización de conceptos presentes en la memoria semántica del estudiante". Lo que nos lleva a creer que se ha propiciado la asimilación de los conceptos y no sólo la memorización de éstos, y esta reacción resulta ser una ventaja de la nueva propuesta.

Desde luego que sería necesario realizar una tercera prueba para confirmar que aún con el paso del tiempo, los conceptos siguen ahí. Lo que nos aseguraría que la asimilación se dio.

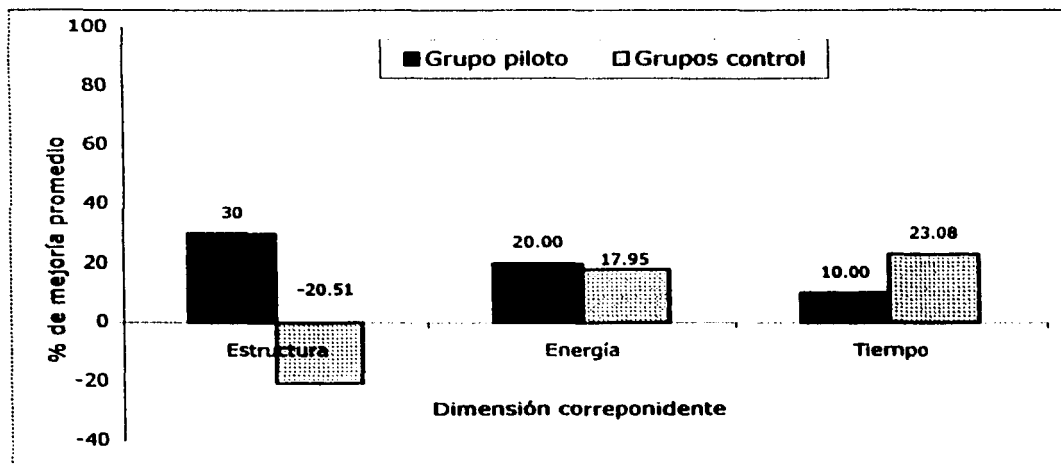
Ahora bien, otra forma de analizar los resultados que las asociaciones de palabras desprenden, consiste en identificar la dimensión a la que corresponden los conceptos que dan forma a esta prueba, y a partir de esto comparar la frecuencia de cada una de ellas.

Elegimos tres palabras-estímulo, de las incluidas en la prueba de asociación de palabras, cada una corresponde a una dimensión, tal y como se muestra a continuación (tabla 5):

PALABRA-ESTÍMULO	DIMENSION A LA QUE CORRESPONDE
Geometría	Estructura
Reactividad	Energía
Estabilidad	Tiempo

Tabla 5. Palabras-estímulo y su correspondiente dimensión

En este análisis evaluamos las ganancias que obtienen, a partir de la asociación de palabras, el "grupo piloto" y los "grupos control" por separado. Con esta comparación buscamos confirmar las tendencias de aprendizaje halladas con el análisis de los resultados del examen diagnóstico. La gráfica 16 expone los porcentajes de mejoría de todas las dimensiones.



Gráfica 16. Comparación de las ganancias o porcentajes de mejoría, por dimensiones, del "grupo piloto" y de los "grupos control"; de acuerdo a la prueba de asociación de palabras

En este caso, las ganancias del "grupo piloto" correspondientes a las dimensiones "estructura" y "energía" son superiores en comparación a las de los "grupos control". Entonces, en estas dos dimensiones se ratifica lo descubierto por el examen diagnóstico, pero este comportamiento no se sigue en el caso de la dimensión "tiempo", este último resultado no coincide con lo encontrado durante el análisis del examen diagnóstico. Quizá la palabra o el término que se eligió para valorar los porcentajes de mejoría representa con poca claridad a la dimensión "tiempo", también puede ser que el diseño de la prueba de asociación de palabras no cumpla cabalmente con los niveles de organización de la química y esto provoque desviaciones de los resultados.

En fin, hay que aceptar que esta prueba de asociación de palabras no cumplió con la tarea de reforzar los resultados del examen diagnóstico, en lo que al análisis por dimensiones se refiere, pero eso sí, este ejercicio nos deja ver que existen problemas con la dimensión tiempo, quizá sus fronteras no sean claras o existan muy pocos conceptos ligados a ella, hecho poco probable si observamos el porcentaje de mejoría de los "grupos control". De cualquier manera, en el siguiente capítulo podremos confirmar dicha especulación, cuando analicemos la didáctica empleada con el "grupo piloto", lo que nos permitirá observar con mayor detalle la aplicación de la nueva propuesta curricular, al mismo tiempo que podremos ver lo eficaz o no que esta resulta.

CONCLUSIONES

- La nueva propuesta curricular impulsa la integración de los conceptos básicos de química, previamente adquiridos, y los propios de química inorgánica. Esto mediante la división de conceptos en los tres niveles: molar, molecular y eléctrico.

- La nueva propuesta curricular fomenta en los alumnos la capacidad de imaginar la evolución de un proceso químico, analizando los distintos factores que pueden intervenir en él. Esto mediante la división de los conceptos en tres dimensiones: estructura y composición, energía y tiempo.

- La nueva propuesta curricular favorece, en general, el aprendizaje de todos los alumnos. Contribuyendo especialmente en la formación básica de los Ingenieros Químicos Metalúrgicos que no cuentan con conocimientos previos de Estructura de la Materia.

- Con el análisis por dimensiones de la prueba de asociación de palabras, encontramos que la nueva propuesta curricular no proporciona suficientes conceptos, ni determina de forma clara las fronteras de la dimensión "tiempo". Lo que provoca confusiones por parte de los alumnos, claro que esto se retomará con mayor detalle en el capítulo 3 de esta tesis.

REFERENCIAS

- Chamizo J. A. (1995). "Mapas conceptuales en la enseñanza y la evaluación de la química", *Educación Química*, **6**, 118-124.
- Chamizo J. A. (1996). "Registro de aprendizaje, asociación de palabras y portafolios. Evaluación del aprendizaje. Segunda parte". *Educación Química*, **7**, 86-89.
- Chamizo J. A. (1997). "POE, autoevaluación, evaluación en grupo y diagramas de Venn. Evaluación de los aprendizajes. Tercera parte". *Educación Química*, **8**, 141-145.
- Chamizo J. A. (2001), El *currículum* oculto en la enseñanza de la química. *Educación Química*, **12**, 194-198.
- ChemCom. (1988). *Chemistry in the Community*, ACS, Kendall/Hunt, Dubuque.
- Fenema O. W. (1993). *Química de los alimentos*. Acribia, Zaragoza.
- Jensen W. B. (1998_a). "Does Chemistry Have a Logical Structure?", *Journal of Chemical Education*, **6**, 679-687.
- Jensen W. B. (1998_b). "Can We Unmuddle the Chemistry Textbook?", *Journal of Chemical Education*, **7**, 817-828.
- Jensen W. B. (1998_c). "One Chemical Revolution or Three?", *Journal of Chemical Education*, **8**, 961-969.
- Madrid A. (1992). *Los aditivos en los alimentos*, Mundi-prensa libros, Madrid.
- Rayner-Canham G. (2000). *Química Inorgánica Descriptiva*. Pearson Educación, México.

CAPÍTULO 3. LA DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

3.1. ANTECEDENTES

La enseñanza de la química ha tenido un desarrollo extraordinario a lo largo del siglo XX; sin embargo estos desarrollos y sus repercusiones sociales se han visto poco incorporadas a las aulas. Además, en las dos últimas décadas la enseñanza de la química ha experimentado cambios importantes motivados, por un lado, por los cambios curriculares que han implicado los procesos de reforma del sistema educativo y, por otro, y más tímidamente, por los resultados de la investigación didáctica y las nuevas experiencias de innovación curricular, entre las que se cuentan los intentos de introducir las aplicaciones de la química y sus implicaciones sociales como contenidos del currículum de Química (Caamaño, 2001).

Actualmente sabemos que es necesario lograr una aproximación al pensamiento científico, que permita al alumno utilizarlo para ampliar su propia percepción del mundo. Esta aproximación se favorecerá en la medida en que se incorporen a los procesos de enseñanza fenómenos presentes en la vida cotidiana. Por otro lado, debemos tener muy en cuenta lo planteado por Giordan (Giordan, 1995):

"La motivación no puede explicar por sí sola la construcción de nuevos conocimientos; hay que apoyarse también en otros parámetros. Creemos que uno de los motores que favorecen la conceptualización es el conflicto, ya que puede hacer que la persona dude de sus propias concepciones, llevándole a buscar otros elementos más pertinentes."

Si la idea es tomar en cuenta y por consiguiente cumplir con lo anterior debemos entonces diseñar y llevar a la práctica nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje, en las que se favorezca, tanto el acercamiento del alumno a fenómenos cotidianos, como el constante enfrentamiento de éste con lo recientemente aprendido. Siendo esta confrontación, lo que fortalezca la comprensión y el aprendizaje de los conceptos abordados dentro del *currículum* de una asignatura específica.

"La preocupación fundamental de una educación contemporánea útil debe centrarse en la capacidad de las personas de aprender bien. Cualquier otra prioridad, por muy apreciada que sea, que socave el compromiso de fomentar la habilidad para el manejo del cambio o nuestro éxito en hacerlo, deberá ser relegada o suspendida."

Claxton, 1994

También debe tomarse en cuenta que el factor más importante que influye en el aprendizaje, es lo que el alumno ya sabe (Ausubel, et. al., 1993). Es decir, las experiencias de ellos y la concepción de las mismas, deberán ser nuestro punto de partida al establecer la estrategia de enseñanza.

Ausubel introdujo hace muchos años el término de aprendizaje significativo, como aquél que se relaciona de modo no arbitrario, sino sustancial con lo que el alumno ya sabe. Este aprendizaje es difícil de olvidar ya que se establecerá firmemente en el conocimiento del individuo. Y este tipo de aprendizaje será siempre nuestro objetivo principal.

Si por un lado nos preocupa conocer y entender la forma en que aprenden los alumnos, por el otro, las estrategias de evaluación empleadas deben también establecer una clara relación con los conceptos adquiridos, deben identificar el aprendizaje significativo y deben ponderarlo sobre el aprendizaje memorístico (el que se ve favorecido comúnmente durante el aprendizaje escolar).

Contrariamente a la costumbre, la evaluación aparece entonces como un medio para aprender, no como un fin en sí mismo. Debe ser integral del proceso educativo, formativa y no sumativa* (Chamizo, 1995).

Una respuesta a esta problemática ha sido la desarrollada por Novak con sus "mapas conceptuales" (Novak, 1998). Un "mapa conceptual" es una herramienta o un método a través del cual los diferentes conceptos y sus relaciones pueden ser fácilmente representados. Los conceptos guardan entre sí un orden jerárquico y están unidos por líneas

* **Formativo:** adj. Que forma o da forma. **Sumativo:** adj. Que compendia o recopila.

identificadas por palabras que establecen la relación que hay entre ellos. Si nuevas experiencias suministran una base para el aprendizaje significativo, se añadirán nuevos conceptos al "mapa conceptual" de un individuo y/o se harán evidentes nuevas relaciones entre conceptos previos (Beasley, 1992).

Los "mapas conceptuales" además sirven como herramientas para evidenciar el grado de avance a lo largo del tiempo y para identificar el tipo de relaciones que los alumnos establecen entre los conceptos (Op. cit., 1998), hechos que en nuestro caso serán de suma importancia, ya que nos señalarán posibles ajustes que deban hacerse a la propuesta curricular que en este proyecto se plantea.

Por otro lado, para aprender hay que acceder a diversas experiencias, por lo que la evaluación no debe consistir en un solo instrumento, sino considerar la mayor cantidad y variedad posible de instrumentos (Chamizo, 1996). Siguiendo esta línea se incorporaron a la didáctica de esta nueva propuesta curricular otros instrumentos como son el análisis y discusión de artículos, el "portafolios" y la "evaluación en grupo".

Así mismo, el desarrollo de trabajo práctico por parte de los alumnos, favorece ciertamente la construcción de su propio aprendizaje. Con la didáctica empleada en este proyecto, se fomenta el desarrollo de trabajo práctico, en mucho mayor grado del que suele darse en las aulas de estudio actualmente.

El "portafolios" tiene sus orígenes en actividades artísticas, aquellas en que se mantiene un registro de los trabajos elaborados a lo largo de un cierto proyecto. Un "portafolios" está integrado por una serie de documentos que prueban que el alumno ha realizado un trabajo. El "portafolios" acerca de una forma franca al estudiante hacia el proceso de aprendizaje y es también una evidencia acumulativa de sus progresos. Este instrumento de evaluación se entrega individualmente al finalizar el curso. Chamizo en 1995, retomó una vivencia, no propia, al incorporar esta herramienta: "Van Fossen informa que el uso de portafolios en su curso de Química Orgánica, además de haber sido bien recibido por sus estudiantes, reflejó idénticas calificaciones a las obtenidas por métodos más convencionales, dejando en ellos, además, una clara sensación de avance".

Finalmente, la "evaluación en grupo" ayuda a los estudiante a identificar sus debilidades, así como sus aportaciones en las actividades grupales. Además destaca factores importantes, que suelen perderse en otros métodos de evaluación, como el hecho de que el alumno se hace responsable de sus ideas, ya que es en él en quien recae la responsabilidad de la evaluación, y por otro lado el alumno aprende a evaluar, tarea que es generalmente ajena a ellos y que consideran, la mayoría de las veces, injusta por parte de sus profesores.

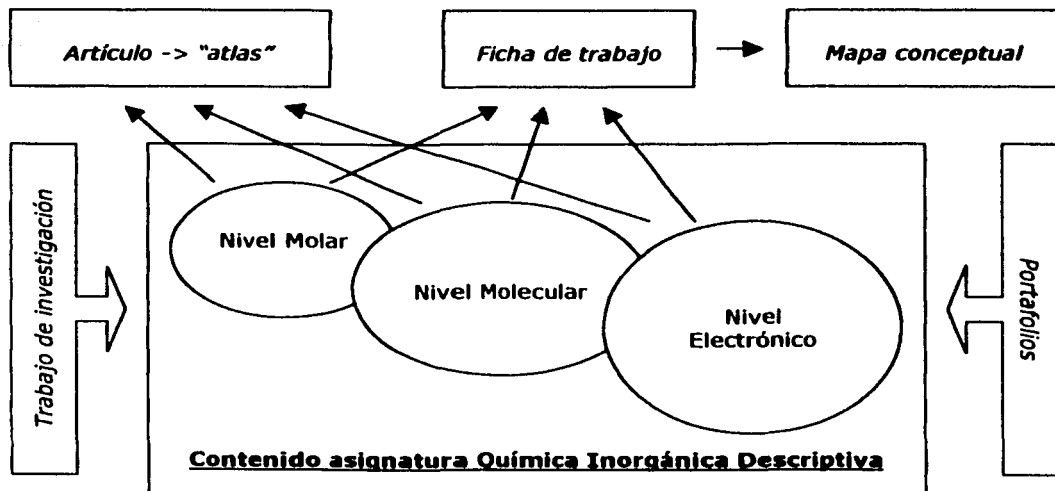
De acuerdo a todo lo anterior y tomando en cuenta que el diseño de una propuesta curricular innovadora involucra, no sólo una estructura taxonómica perfectamente definida, sino que requiere también de una didáctica que nos ayude a cumplir con el objetivo de que los estudiantes aprendan más y mejor. Incluimos en este capítulo todo lo referente a la didáctica de la nueva propuesta curricular.

En el capítulo 2 de esta tesis se exponen los resultados generales de la propuesta taxonómica obtenidos a partir de la evaluación comparativa de las características de aprendizaje de los alumnos que participaron en este proyecto y algunos estudiantes que siguieron el programa vigente. Los datos allí recabados nos permiten valorar los alcances de este proyecto, pero no son capaces de revelarnos los matices del mismo; es por esto que en este capítulo, abordamos el diseño, aplicación y evaluación de la didáctica incorporada a la nueva propuesta taxonómica. La evaluación de esta didáctica nos permitirá, al mismo tiempo, fortalecer el aprendizaje de los alumnos e identificar aquellos puntos, de la propuesta, que requieran ajustes o modificaciones.

3.2. METODOLOGÍA

La representación metodológica mediante un diagrama de flujo de la didáctica de la química, resulta bastante compleja ya que la mayoría de las actividades fueron periódicas y acumulativas. Pero es, el siguiente diagrama general de la investigación, un acercamiento lo más fiel posible a la metodología empleada.

DIAGRAMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN



La didáctica empleada con el "grupo piloto" durante el desarrollo de este proyecto de investigación educativa, siguió la siguiente línea:

1. El contenido del curso se dividió en tres periodos, correspondiendo cada uno de estos a uno de los niveles de organización de la química: nivel molar, nivel molecular y nivel eléctrico.
2. Para cada uno de los periodos, se elaboraron "fichas de trabajo" que dirigieron a los alumnos hacia un aprendizaje gradual y progresivo. Estas fichas guiaban a los alumnos por medio de preguntas abiertas y de aplicación hacia un acercamiento con los conceptos de Química Inorgánica.
3. Con el fin de fortalecer el aprendizaje de los alumnos, se les solicitó en cada nivel, la construcción de un "mapa conceptual" con un máximo de 10 conceptos.
4. A lo largo del curso, se analizaron y discutieron tres distintos artículos referentes a Química Inorgánica. La estrategia a seguir en este caso, era la clasificación de los conceptos abordados en el artículo de acuerdo a los nueve niveles de clasificación de la química. A esta clasificación le llamamos construcción del "atlas".

5. Al mismo tiempo, los alumnos agrupados en equipos de máximo tres integrantes, realizaron un "trabajo de investigación" correspondiente a un tema de aplicación de Química Inorgánica, definido al inicio del curso.
6. Al término del curso los alumnos debieron integrar un "portafolios", en el cual, presentaran todos los trabajos elaborados, tanto en la enseñanza práctica, como en la experimental.

3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como ya se mencionó anteriormente, los conceptos de la asignatura de Química Inorgánica Descriptiva se abordaron divididos en tres niveles o periodos; la duración de cada nivel se fijó con base en el contenido de los mismos y la complejidad de los conceptos que en ellos se revisó. Requiriendo para el nivel molar cuatro semanas, para el nivel molecular seis semanas y para el nivel eléctrico seis semanas de clases. El estudio de los niveles fue progresivo-acumulativo, lo que significó una recopilación íntegra de los conceptos de la asignatura hacia el término del semestre.

El contenido de cada uno de los niveles, se especifica en la figura 9, en la cual se expone la estructura de la nueva propuesta curricular.

En cada uno de los niveles se abordan también tres dimensiones: estructura, energía y tiempo. Los conceptos que corresponden a las dimensiones energía y tiempo, fueron en su mayoría recientemente incorporados al programa de estudio actual.

En cuanto al "tiempo", nos enfrentamos a la escasez de conceptos de este rubro en Química Inorgánica, sobre todo por que debíamos lograr una clara y perceptible diferencia entre las dimensiones energía y tiempo, de acuerdo con la estructura de la nueva propuesta taxonómica. En consecuencia, esta tarea resultó francamente complicada, pero logramos cumplirla finalmente.

La "energía", por otro lado, es un tema presente en el programa vigente. En el nivel eléctrico esta dimensión está cubierta mediante temas como la energía de ionización, fuerzas electrostáticas, afinidad electrónica, red cristalina y ciclos de Born-Haber. De igual forma, en el nivel molecular las energías de enlace de *Pauling* abordan términos energéticos y en el caso del nivel molar las energías de fusión y fisión revisadas en los temas de geoquímica, siguen la misma línea de los antes mencionados. La incorporación de nuevos conceptos en este nivel, responde únicamente a la imprescindible conexión o secuencia que se debe guardar entre las tres dimensiones: estructura, energía y tiempo. Y es únicamente en el nivel molecular, en donde se incorporaron nuevos conceptos; energía de atomización, entalpía, entropía, energía libre de Gibbs y energía de activación.

Todos los conceptos clasificados dentro de la dimensión estructura corresponden a los abordados actualmente, de acuerdo a lo señalado por el programa que rige la asignatura de Química Inorgánica. En este caso no se incorporaron nuevos conceptos, únicamente se detallaron nociones básicas implícitas dentro de la mayoría de ellos. Ahora si observamos la nueva propuesta curricular (figura 9), veremos que la dimensión estructura es la que cuenta con el mayor número de conceptos por aprender. Esto responde a dos premisas fundamentales:

1. El grueso de los conceptos que deben ser revisados dentro de esta asignatura corresponden a la estructura y composición de los compuestos inorgánicos.
2. Esta propuesta taxonómica define que la dimensión estructura fija el contenido de las dimensiones restantes (energía y tiempo). Es decir, la energía y el tiempo que intervienen en un proceso químico determinado están íntimamente ligados a la estructura de los reactivos del mismo.

Una vez concluido el diseño curricular, se procedió a la elaboración de tres "fichas de trabajo", correspondientes a cada uno de los niveles (molar, molecular y eléctrico). Estas fichas fueron entregadas a los alumnos al inicio de cada uno de los periodos, ellos trabajaron en éstas dentro del horario de clase y el trabajo se realizó en equipos. Los equipos de trabajo se integraron por un máximo de tres alumnos y el desarrollo del curso en su mayoría se basó en estos equipos definidos hacia el inicio del semestre.

En las figuras 13_a y 13_b se presenta la ficha 1, como ejemplo de las "fichas de trabajo", las cuales cumplen con la siguiente estructura:

- En primer lugar, se incluye un "icono" en el cual se aborda brevemente un tema de especial relevancia relacionado a los conceptos estudiados dentro de esa ficha, este tema es profundizado por los alumnos, de acuerdo a lo requerido dentro de la sección de preguntas.
- La segunda parte de la ficha está constituida por una serie de preguntas abiertas mediante las cuales el alumno es incitado a realizar una revisión monográfica de distintos conceptos químicos. Esta revisión se fortalece con preguntas y/o problemas de aplicación que permiten al alumno conocer y comprender la importancia de los conceptos abordados dentro de esta asignatura. En otras palabras, los acercan a las aplicaciones prácticas.
- Finalmente y dentro de la misma ficha, se incluye una lista de los conceptos más significativos del nivel correspondiente, a partir de la cual se les solicita la construcción de un "mapa conceptual" en el cual se incluyan únicamente diez de estos conceptos, debiendo hacer este trabajo en equipo. Un "mapa conceptual", como ya se explicó anteriormente, refleja la estructura básica del aprendizaje construido por los alumnos en relación a una serie de conceptos previamente estudiados. Un mapa conceptual es una herramienta o un método a través del cual los diferentes conceptos y sus relaciones pueden ser fácilmente representados (Chamizo, 1995).

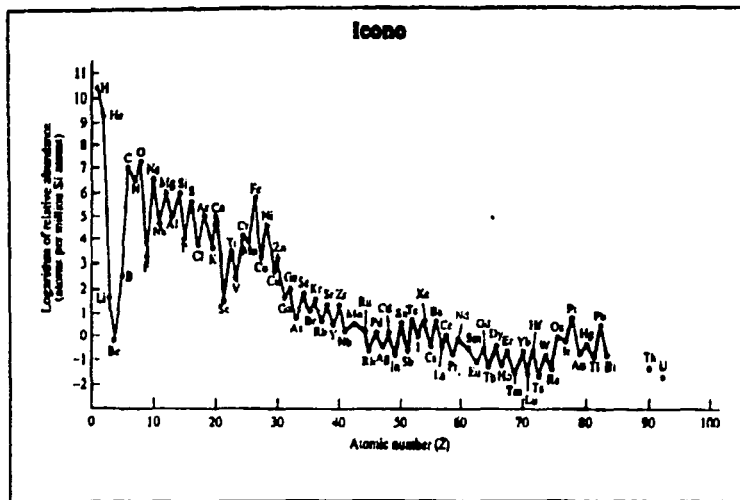
Conforme se desarrolló el curso fue necesario construir para el primer y tercer periodo, apéndices de las "fichas de trabajo" con los cuales se buscó completar el aprendizaje de los alumnos. Como ejemplo están las figuras 14_a y 14_b, en la que aparece el apéndice del nivel molar, ficha 1. Estos apéndices se construyeron con aquella información que se consideró fue omitida en las "fichas de trabajo" originales y que su presencia en éstas era imprescindible. En los apéndices se incluyeron también problemas de aplicación de la información expuesta en el mismo documento.

Ficha # 1

La teoría más aceptada del origen del Universo es la del Big Bang, que asume que toda la materia del Universo estuvo una vez contenida en un núcleo de inmensa densidad y temperatura. Por alguna razón desconocida explotó y distribuyó la materia de manera uniforme a través del espacio; inicialmente es forma de neutrones que decayeron rápidamente en protones, electrones y antineutrones con un tiempo de vida media de 11 minutos. Así la mitad de toda la materia del Universo se transformó en protones y electrones 11 minutos después del Bing Bang a una temperatura de 5×10^8 K. Posteriormente se formaron los átomos de los cuales se estima que hay 10^{80} en todo el universo.

Figura 13. Ficha 1 "Nivel Molar", cara anterior

Molar



¿Conoce los siguientes términos?

Átomo	Molécula	Metal	Gas	Líquido
Sólido	Elemento	Familias	Períodos	Bloques
Universo	Tierra	Sistema Solar	Placa tectónica	Rocas
Isótopo	Polímero	Masa atómica	Número atómico	Protón
Neutrón	Fusión nuclear	Fisión nuclear	Tiempo de vida media	
	Propiedad intensiva		Propiedad extensiva	
	Si no es el caso aprenda lo que significa.			

Construya junto con su equipo un mapa conceptual que contenga 10 de los conceptos incluidos en este recuadro, revise las siguientes referencias:

- ♦ Chamizo, J.A. (1995), "Mapas conceptuales en ...". *Educación Química*, 6, 118-124.
- ♦ Fendley, B.D. Bretz... (1994), "Concept maps...". *Journal of Chemical Education*, 71, 9.

Este mapa conceptual debería entregarse el Miércoles 21 de Mayo

¿Contesta las siguientes preguntas?

1. ¿Cuál es y por qué razón la explicación más aceptada del origen del universo?
2. ¿Cuál es y por qué razón la explicación más aceptada del origen del Sistema Solar?
3. ¿Cuál es y por qué razón la explicación más aceptada del origen de la Tierra?
4. ¿Cuál es y por qué razón la explicación más aceptada de la formación de los continentes?
5. Explica y ejemplifica en qué consiste la fisión nuclear.
6. Explica y ejemplifica en qué consiste la fusión nuclear.
7. Indica la síntesis nuclear del C, el O, el S y el Se.
8. ¿Por qué crees que esta ficha presenta como icono la figura de la abundancia cósmica de los elementos? Justifica tu respuesta.
9. ¿Por qué es necesario ubicar el proceso de nucleosíntesis en las estrellas?

QUÍMICA INORGÁNICA

- ¿Cómo se sabe de la existencia y cantidad de elementos en el espacio?
- Investiga la composición tanto del manto como de la corteza terrestre.
- ¿Cuál es la estructura fundamental a partir de la cual se forman los más de 1000 diferentes silicatos?
- Después del Oxígeno, el Silicio es el elemento más abundante en la corteza terrestre (forma las rocas). Indica tres aniones poliméricos de Silicio.
- ¿Qué hechos justifican que la atmósfera de la tierra haya experimentado cambios tan radicales en cuanto a su composición desde su formación y hasta nuestros días?
- La mayor diferencia entre la Tierra y el resto de los planetas del sistema solar es que la Tierra está cubierta por una delgada capa llamada Biosfera, ¿ como esta constituida?
- En base a que características se clasificaron los elementos en la Tabla Periódica?
- ¿Cuántas y cuales familias hay en la Tabla Periódica?
- ¿Qué es y cuántos periodos hay en la Tabla Periódica?
- ¿Cuántos y cuales bloques hay en la Tabla Periódica?
- Investiga todo lo que puedas sobre los siguientes elementos:

23
Ei
Eritronio

109
Une
Unnilenio

Incluye en tu reporte únicamente la información que consideres fundamental y no olvides justificar tu respuesta.

- Se cree que el hombre prehistórico cortó y usó un pedazo de roble hallado en una caverna en Francia Central. Luego de analizarlo, se estableció que su velocidad de desintegración de ^{14}C era de 4.5 desintegraciones por minuto por gramo de carbono. ¿Cuándo fue cortado el pedazo de árbol?
- El carbono del corazón de la madera del árbol gigante secoya dio 10.8 conteos de ^{14}C por minuto por gramos de carbono, mientras que la madera de la porción externa del árbol da 15.3 conteos de ^{14}C por minuto por gramo de carbono. ¿Cuál es edad del árbol?
- La vida media del ^{237}Np es 2.1×10^6 años y la edad de la Tierra es aproximadamente de 45×10^6 años. ¿Qué fracción de la

SEMESTRE 2001-II

cantidad de ^{237}Np que hubo al formarse la Tierra está presente ahora?

- Si el curio es una unidad de radioactividad igual a 3.70×10^{10} desintegraciones por segundo. ¿Cuál es la actividad, en curies, de 0.10 gramos de una muestra de ^{235}Np ?
- ¿Cuál es el origen histórico de la unidad de radioactividad "curie"?
- Calcula la energía liberada por la siguiente reacción de fisión:



Las masas nucleares son:

	^{235}U	^{94}Sr	^{139}Xe	neutrón
Masa nuclear (uma)	235.0439	93.9154	138.9179	1.0087

Además indica, ¿que porcentaje de la masa total de los materiales originales se convirtió en energía?

- Calcula la energía cedida cuando 1 mg de deuterio (^2D , masa nuclear = 2.014102 uma) se convierte en helio (^4He , masa nuclear = 4.002603 uma) por una reacción de fusión tal como:



- Calcula la energía liberada por la fusión de:



Las masas nucleares son:

	^1H	^3H	^4He
Masa nuclear (uma)	1.0078	2.0141	3.0160

¿Qué porcentaje de la masa total de los materiales iniciales se convirtió en energía?

- Determina la energía producida si 1 gramo de ^6Li se usa en la reacción de fisión:



Las masas nucleares son:

	^6Li	^2H	^4He
Masa nuclear (uma)	6.01513	2.0141	4.00260

FECHAS IMPORTANTES:

- La revisión del primer artículo será el Lunes 11 de Junio, recuerda que debes entregar resumen, cuatro preguntas y su relación con el atlas.
- El primer examen parcial se aplicará el Miércoles 13 de Junio.

A la pregunta - ¿Cuál es la respuesta al mayor problema de la vida, del universo y del todo? - , la mayor supercomputadora (después de muchos años de cálculo) respondió: - 4 - Douglas Adams.

APÉNDICE -> Ficha # 1 NIVEL MOLAR

Entalpía

La mayoría de las reacciones en el laboratorio se llevan a cabo a presión constante, usualmente a presión atmosférica. El cambio en energía térmica de un sistema químico mantenido a presión constante es un cambio de entalpía, simbolizado por ΔH . La letra mayúscula Δ (delta) se usa en el lenguaje científico para denotar un cambio (diferencia entre el valor inicial y el valor final) de una propiedad. Para un sistema en el cual ocurre una reacción química, $\Delta H = H_2 - H_1$, donde H_2 es la entalpía final del sistema y H_1 es la entalpía inicial del mismo.

Clases de cambios de entalpía

Algunas clases especiales de cambios de entalpía que se experimentan en el estudio de la química incluyen:

1. **Entalpía de fusión, ΔH_{fus}** : El cambio de entalpía que se presenta cuando se funde una sustancia. El agua, por ejemplo, tiene una entalpía de fusión de 6.02 kJ mol^{-1} .
2. **Entalpía de vaporización, ΔH_{vap}** : El cambio de entalpía que se presenta cuando una sustancia hierve o se vaporiza. La entalpía de vaporización varía con la presión pero generalmente se expresa a presión de una atmósfera. Para el agua ΔH_{vap} es 41.1 kJ mol^{-1} .
3. **Entalpía estándar de formación, ΔH_f°** : El cambio de entalpía que se presenta cuando un mol de una sustancia en su estado más estable a 298 K se forma a partir de sus elementos constituyentes en sus estados más comunes a 298 K. El signo de grados ($^\circ$) que aparece a la derecha arriba de la H indica un cambio de entalpía estándar.

Nota: Observe que ΔH_{fus} y ΔH_{vap} se denominan, entalpía estándar de fusión y de vaporización respectivamente. El signo de grados significa que las medidas se obtuvieron en los puntos normales de fusión y de ebullición del material y a una presión de 1 atm. El signo de grados en ΔH_f° significa que los elementos están en sus estados más estables a 298 K y a presión de una atm. No confundas estas entalpias con TPE (temperatura y presión estándar, en gases).

La entalpía estándar de formación del agua líquida es -286 kJ mol^{-1} para la reacción



A las entalpias estándar de formación de los elementos en sus formas comunes 298 K se les asignan, por convención, valores de cero.

Entalpias estándar de formación ΔH_f° en kJ mol^{-1}

Sustancia y estado	ΔH_f°	Sustancia y estado	ΔH_f°
$\text{BCl}_3(\text{l})$	-418	$\text{NH}_3(\text{g})$	-46
$\text{B}_2\text{H}_6(\text{g})$	31	$\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})$	50
$\text{CaH}_2(\text{s})$	-189	$\text{HNO}_2(\text{l})$	-173
$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$	-987	$\text{PH}_3(\text{g})$	9
$\text{CO}(\text{g})$	-111	$\text{CO}_2(\text{g})$	-394
$\text{CF}_4(\text{g})$	-680	$\text{NaCl}(\text{s})$	-411
$\text{HCl}(\text{g})$	-92	$\text{NaOH}(\text{s})$	-427
$\text{HF}(\text{g})$	-269	$\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$	-1131
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-286	$\text{SO}_2(\text{g})$	-297
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-242	$\text{PCl}_3(\text{l})$	-339
$\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$	-188	$\text{SO}_3(\text{g})$	-395
$\text{N}_2(\text{g})$	0	$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$	-20
$\text{NO}(\text{g})$	90	$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$	-811
$\text{NO}_2(\text{g})$	34	$\text{CH}_4(\text{g})$	-75

Reacciones exotérmicas y endotérmicas

Es una reacción exotérmica, la energía térmica sale del sistema reaccionante al exterior. La combustión de un gas natural es un ejemplo familiar. Como el sistema reaccionante está perdiendo energía térmica, tendrá un cambio de entalpía negativo, indicado por un valor negativo para ΔH . En una reacción endotérmica, la energía se toma del exterior por el sistema reaccionante; las reacciones endotérmicas tienen cambios de entalpía positivos, los cuales se presentan por valores positivos de ΔH .

Figura 14.. Apéndice de la ficha 1 "nivel molar", cara anterior

Ley de Hess

La ley de Hess establece que para un proceso o reacción resultante de un conjunto de otras reacciones o procesos, el cambio total de entalpía es igual a la suma algebraica de los cambios de entalpía de aquellas reacciones o procesos. En otras palabras, el cambio total de entalpía es independiente del número de reacciones intermedias.

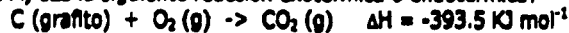
Como una consecuencia de la ley de Hess y de la definición de entalpía de formación, se puede definir inmediatamente una relación entre la entalpía estándar de reacción ΔH_r° y las entalpías estándar de formación ΔH_f° de todas las sustancias que toman parte en la reacción. Si se usa el símbolo Σ (letra mayúscula griega sigma) para indicar la suma de, se puede denotar:

ENTALPÍA ESTÁNDAR DE REACCIÓN

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma (\Delta H_f^\circ \text{ productos}) - \Sigma (\Delta H_f^\circ \text{ reactivos})$$

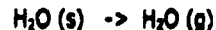
Nota: Debido a que los valores ΔH_f° se expresan en KJ o Kcal por mol cada uno de los reactivos y productos se multiplicarán por el número de moles consumidos o producidos. Recuerda que ΔH_f° para un elemento en el estado estándar es cero.

30. A) ¿Es la siguiente reacción exotérmica o endotérmica?

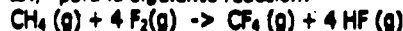


B) Si la entalpía estándar de reacción $\Delta H_r^\circ = -222 \text{ KJ}$, ¿cuál es el valor de H_f° para $\text{CO}_2 (\text{g})$?

31. Calcular el cambio estándar de entalpía para el siguiente proceso:



32. Calcular ΔH_r° para la siguiente reacción:



33. Expresar las siguientes reacciones en orden ascendente de exotermicidad:

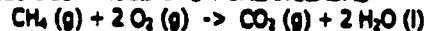
	ΔH° (KJ)
a) $\text{C (grafito)} \rightarrow \text{C (diamante)}$	1.88
b) $\text{CaCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{CaO (s)} + \text{CO}_2 (\text{g})$	178
c) $3 \text{C (grafito)} + 4 \text{H}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8 (\text{g})$	-104
d) $2 \text{C (grafito)} + \text{H}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 (\text{g})$	227
e) $2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$	-572

34. Cuál será el mejor (más exotérmico) combustible por gramo:

(a) $\text{CH}_4 (\text{g})$ quemado a $\text{CO}_2 (\text{g})$ y $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$

(b) $\text{N}_2\text{H}_4 (\text{l})$ quemado a $\text{N}_2 (\text{g})$ y $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$

REACCIONES DESARROLLADAS Y BALANCEADAS



35. ¿Cuál es la reacción más exotérmica por gramo de reactivo?

a) $2 \text{H}_2\text{O}_2 (\text{l}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{O}_2 (\text{g})$

b) $3 \text{N}_2\text{H}_4 (\text{l}) \rightarrow 4 \text{NH}_3 (\text{g}) + \text{N}_2 (\text{g})$

El apéndice de la ficha 3 "nivel eléctrico", por su parte, tuvo además como objetivo principal la unificación de la información que los alumnos pudieran obtener de las distintas fuentes bibliográficas consultadas, además de que intentó ser una herramienta de apoyo en virtud del escaso tiempo con que contaron los alumnos para abordar el extenso material. Siendo estos últimos conceptos, los candados encargados de cerrar el aprendizaje progresivo de los alumnos.

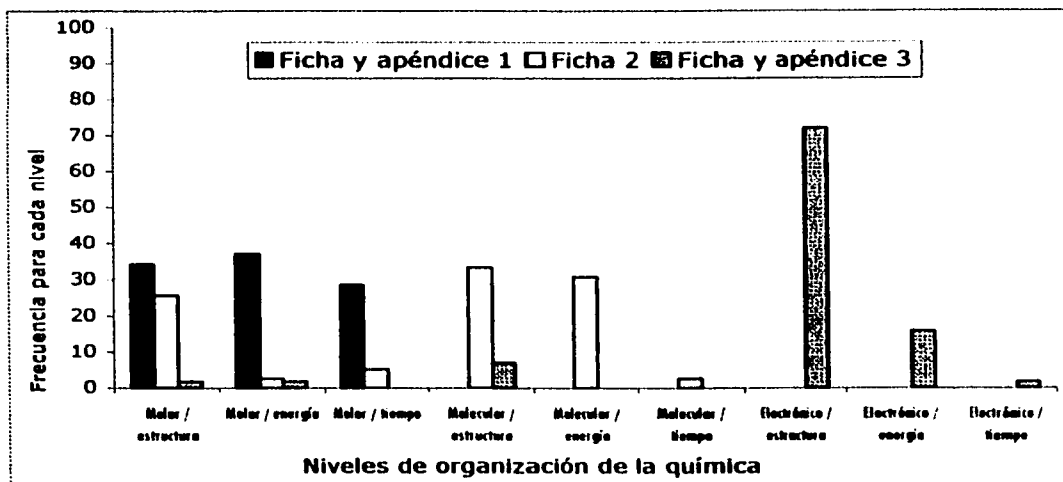
Un primer análisis de esta fichas, se fundamenta en la valoración de la frecuencia con que se abordan cada uno de los nueve niveles de organización de la química, en las tres "fichas de trabajo". Ya que, a partir de estos parámetros de frecuencia se puede evaluar la estructura de las fichas, lo que nos ayudará a comprender el comportamiento del "grupo piloto", en general.

A continuación se muestra una tabla (tabla 5) que compara la frecuencia con que aparecieron los distintos niveles de organización de la química, en cada una de las "fichas de trabajo". Recordemos que estas fichas fueron acumulativas y que cada periodo correspondió a uno de los niveles: molar, molecular y eléctrico.

NIVEL / DIMENSION	FICHA Y APENDICE 1 "NIVEL MOLAR"	FICHA 2 "NIVEL MOLECULAR"	FICHA Y APENDICE 3 "NIVEL ELECTRICO"
Molar / estructura	34.29 %	25.64 %	1.75 %
Molar / energía	37.14 %	2.56 %	1.75 %
Molar / tiempo	28.57 %	5.13 %	0
Molecular / estructura	-	33.33 %	7.02 %
Molecular / energía	-	30.77 %	0
Molecular / tiempo	-	2.56 %	0
Eléctrico / estructura	-	-	71.93%
Eléctrico /energía	-	-	15.79 %
Eléctrico / tiempo	-	-	1.75 %

Tabla 5. Porcentajes correspondientes a cada uno de los niveles de la organización de la química, en cada una de las "fichas de trabajo"

Con el objetivo de mostrar gráficamente los resultados expuestos en la tabla 5, presentamos la gráfica 17.



Gráfica 17. Representación gráfica de la frecuencia con que aparecen cada uno de los niveles de organización de la química en las distintas "fichas de trabajo"

Si estudiamos estos porcentajes o parámetros de frecuencia, podremos distinguir el comportamiento de cada ficha:

- La ficha y el apéndice del nivel molar, respetan un equilibrio entre las dimensiones estructura, energía y tiempo. Claro que resulta inevitable encontrar un número menor de preguntas referentes a "tiempo", si partimos del hecho de que para esta dimensión existe un escaso repertorio de conceptos.
- En la ficha 2 (apéndices 1_a, 1_b y 1_c), los porcentajes comienzan a desequilibrarse, la "estructura" en el nivel molar y molecular acapara un 50% de la ficha, mientras que la "energía" en el nivel molecular se apropia de un 30% y ni que decir del "tiempo" que en ambos niveles (molar y molecular) representa un porcentaje bastante bajo. Este desequilibrio responde a la necesidad de integrar conceptos. En cualquiera de los casos observamos un mayor porcentaje en las dimensiones y niveles más especializados, resulta imposible descender un nivel o pasar a la siguiente dimensión sin antes haber asimilado perfectamente lo básico-anterior. De tal forma que, la pobre presencia de la "energía" en el nivel molar esta justificada por la recapitulación

de estos conceptos durante el cálculo de los distintos parámetros fisicoquímicos, en el nivel molecular. Lo que no es tan claro, es lo que sucede con el "tiempo", ya que en este caso, los porcentajes son independientes entre sí. Esto responde al hecho de que los conceptos de esta dimensión para el nivel molar y molecular no guardan una relación tan estrecha.

Y por último, en la ficha (apéndices 2_a, 2_b y 2_c) y el apéndice 3, tenemos un desequilibrio aún más pronunciado. Es evidente que la carga de conceptos está dirigida al nivel electrónico, por ser éste el nivel que nos interesa abordar, además de ser éste el encargado de concluir o aterrizar la mayor parte de lo revisado con las fichas anteriores. Y por supuesto, son los temas de "estructura" los que llevan el mayor peso. En esta ficha, resultó casi imposible retomar todos los niveles de organización de la química por separado, pero todos ellos están incluidos tácitamente en los temas abordados dentro de la ficha.

En cualquiera de las tres fichas se registran frecuencias muy bajas para la dimensión tiempo, y esto aunado a la débil relación que guardan los conceptos de "tiempo" de cada uno de los niveles, nos lleva a suponer que estos temas serán los que manifiesten un mayor porcentaje de error al ser evaluados a través de un examen parcial.

Resulta fundamental resaltar que aun cuando esta propuesta curricular representa ventajas frente al programa actual, de acuerdo al estudio comparativo abordado en el capítulo 2, los resultados seguramente serían superiores si se mantuviera un equilibrio sustancial en todas las "fichas de trabajo".

Ahora bien, en las "fichas de trabajo" se solicitaba la construcción de los "mapas conceptuales" con un máximo de 10 conceptos, excepto en el examen final, en el que este número ascendió a 15.

Sabemos que los "mapas conceptuales" juegan un doble papel ya que mientras por un lado sirven como instrumentos de aprendizaje para el alumno, por el otro sirven al profesor como instrumentos de evaluación. Al mismo tiempo que los "mapas conceptuales" permiten, en el

momento de la evaluación, que el alumno integre sus conocimientos, hacen de la evaluación también un acto de aprendizaje (Chamizo, 1995). Siendo esta la principal ventaja por la que este instrumento de evaluación fue incluido dentro de la didáctica aplicada en este proyecto de investigación educativa.

El número de conceptos proporcionados a los alumnos para la construcción de los "mapas conceptuales" aumentó paulatinamente a lo largo del semestre, pero logramos identificar conceptos (palabras) que están presentes en casi la mayoría de los mapas elaborados. A continuación se muestra una tabla (tabla 6) en la que se presentan los conceptos más representativos. El término "representativos" se refiere a los 10 conceptos que obtuvieron el porcentaje más alto de incidencia.

		MAPAS CONCEPTUALES			
Concepto	Dimensión				
Átomo	Estructura	*		*	*
Elemento	Estructura	*			*
Familias	Estructura	*			
Periodos	Estructura	*			
Molécula	Estructura	*	*		*
Universo	Estructura	*			
Número atómico	Estructura	*			
Neutrones	Estructura	*			*
Masa atómica	Estructura	*			
Sólido	Estructura	*	*		
Energía de activación	Energía		*		
ΔG, energía libre de Gibbs	Energía		*		*
ΔH, entalpía	Energía		*		*
Factores energéticos, cinéticos y termodinámicos	Energía		*		
ΔS , entropía	Energía		*		
Complejo activado	Tiempo		*		
Cristal	Estructura		*	*	
Energía de enlace	Energía		*		
Difusión	Tiempo			*	
Energía de ionización	Energía			*	*
Electrones	Estructura			*	*
Configuración electrónica	Estructura			*	*
Ion	Estructura			*	
Red cristalina	Energía			*	
Mecanismo de reacción	Tiempo			*	
Electrones de valencia	Estructura			*	
Protones	Estructura				*

Tabla 6. Conceptos recurrentes en los mapas conceptuales, se resaltan con negrillas los 10 conceptos que se mantuvieron, hasta el final del curso, como los más representativos.

A partir de la tabla 6 podemos identificar los 10 conceptos que conforman la columna vertebral del curso de Química Inorgánica Descriptiva, se trata de aquellos conceptos que fueron incluidos en la mayoría de los mapas conceptuales, el mayor número de veces. Los 10 conceptos son: Átomo, elemento, molécula, neutrones, protones, energía libre de Gibbs, entalpía, electrón, configuración electrónica y energía de ionización. Tres de ellos corresponden a la dimensión energía, mientras que los siete restantes corresponden a la dimensión estructura. Es revelador, el hecho de que ningún concepto referente a la dimensión tiempo haya sido considerado representativo para los alumnos, pues no registró un porcentaje de incidencia elevado. Esta idea es clara e importante para nosotros, ya que deja al descubierto la escasa penetración de estos conceptos.

A continuación mostraremos algunos ejemplos de los "mapas conceptuales" construidos por los alumnos a lo largo del desarrollo del proyecto. Con esta exposición buscamos identificar una vez más el perfil de aprendizaje general de los alumnos sometidos a la nueva propuesta curricular.

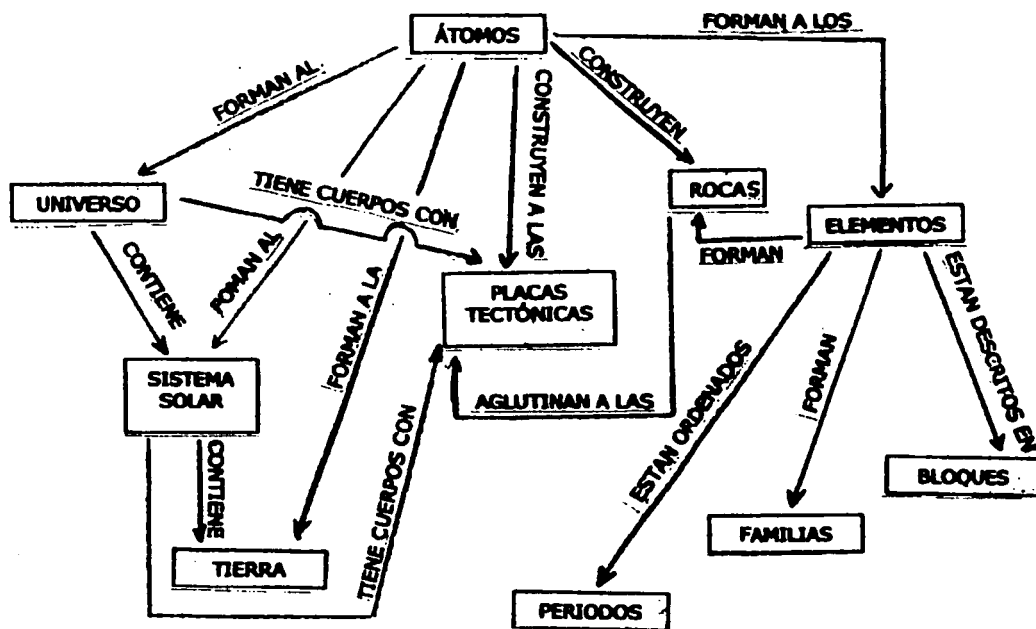


Figura 15. Mapa conceptual construido por uno de los alumnos para el nivel molar

En la figura 15, observamos un "mapa conceptual" construido para el nivel molar, en el cual son evidentes los temas de geoquímica y tabla periódica, revisados en esta misma unidad. En ninguno de los mapas construidos para este nivel se incluyeron los temas de "tiempo", por lo cual tuvimos que insistir en la inclusión de temas de todas las dimensiones en los trabajos posteriores.

En el siguiente ejemplo (figura 16) se expone un mapa construido para el nivel molecular, la incorporación de temas de las tres dimensiones nos habla de un mayor dominio de los niveles de organización de la química, claramente las tres dimensiones guardan un equilibrio, en cuanto al número de conceptos que se incluyen de cada una de ellas.

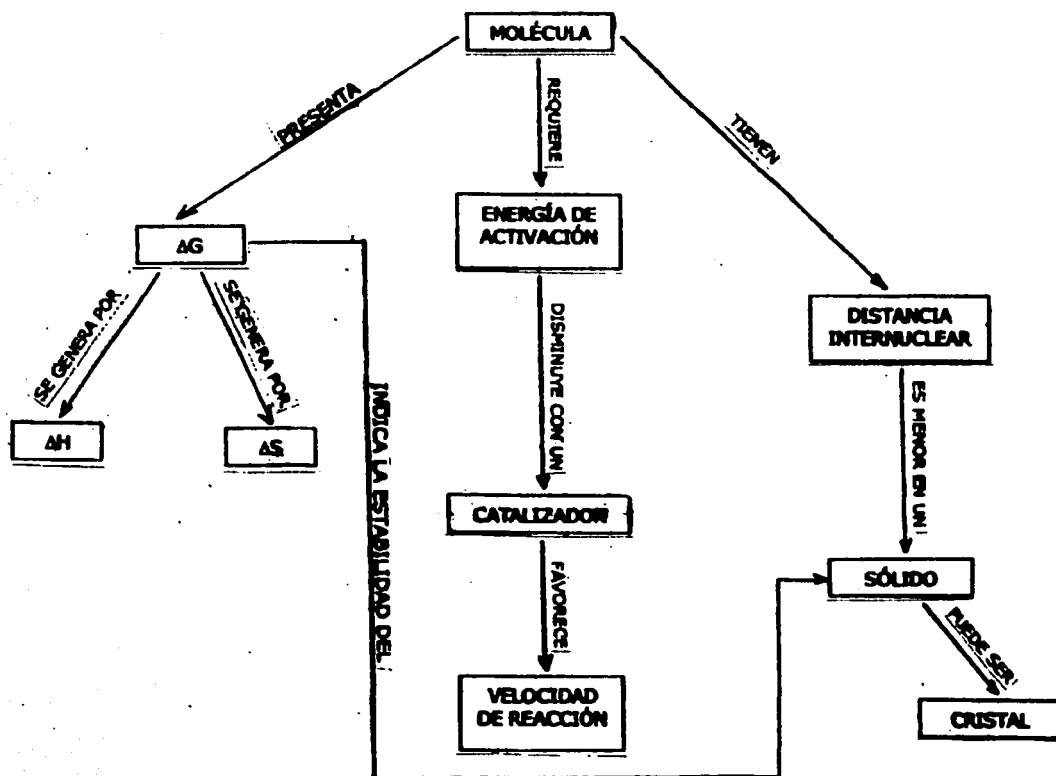


Figura 16. Mapa conceptual construido por uno de los alumnos para el nivel molecular

En el caso del mapa del nivel eléctrico (figura 17) se distingue de nuevo un equilibrio entre las tres dimensiones, aunque es evidente el peso de los conceptos de "estructura". Los conceptos utilizados, de cualquier modo, son de los más representativos y esto refleja un consenso mucho más general entre todos los alumnos, indicativo de una jerarquización clara de los conceptos. A partir de los mapas del nivel eléctrico podemos decir que aun cuando a través de otras herramientas de evaluación hemos evidenciado que los conceptos de este nivel fueron pobremente digeridos, los estudiantes son capaces de acomodarlos respetando sus jerarquías y relaciones, lo que nos lleva a pensar que quizá lo que faltó, en este caso, fue un mayor énfasis en el uso de estos.

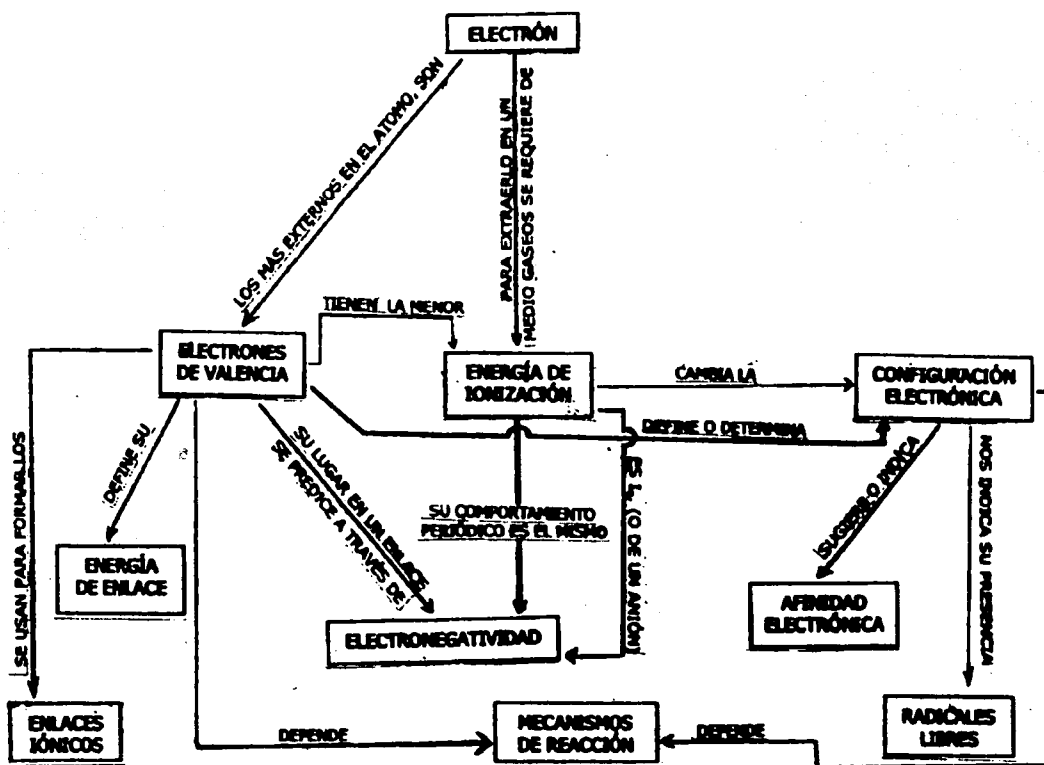


Figura 17. Mapa conceptual construido por uno de los alumnos para el nivel eléctrico

Y ya para finalizar retomamos dos mapas construidos en el examen final (figuras 18 y 19).

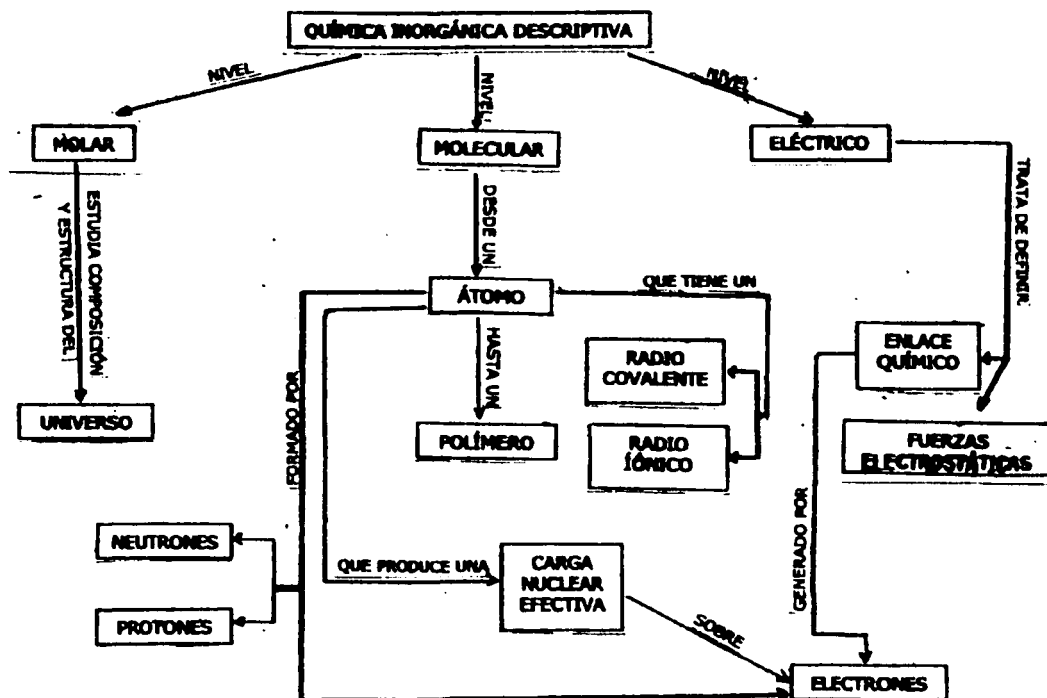


Figura 18. Mapa conceptual construido por uno de los alumnos para el examen final

Los "mapas conceptuales" correspondientes a las figuras 18 y 19, representan el aprendizaje final de los alumnos. En este caso, no se les proporcionó una lista de conceptos, únicamente se les solicitó un "mapa conceptual" sobre Química Inorgánica para el cual ellos debieron elegir 15 conceptos de los revisados en el curso, aquellos que les fueran más significativos, debían jerarquizarlos y a partir de esto proceder a la elaboración del mapa.

El mapa anterior (figura 18), se eligió ya que fue el único en que los conceptos: "molar", "molecular" y "eléctrico" se incluyeron. En ninguno de los mapas restantes se destacan los niveles de organización de la química, lo que nos lleva a creer que la estructura de la propuesta curricular no tuvo la penetración que hubiéramos deseado; es evidente que hizo falta una mayor puntualización y reiteración de los mismos, para poder obtener los resultados

deseados. Por otro lado, en este mismo mapa, todos los conceptos utilizados, con excepción de los tres niveles, corresponden a la dimensión estructura, no se incluyen conceptos de "energía" ni "tiempo".

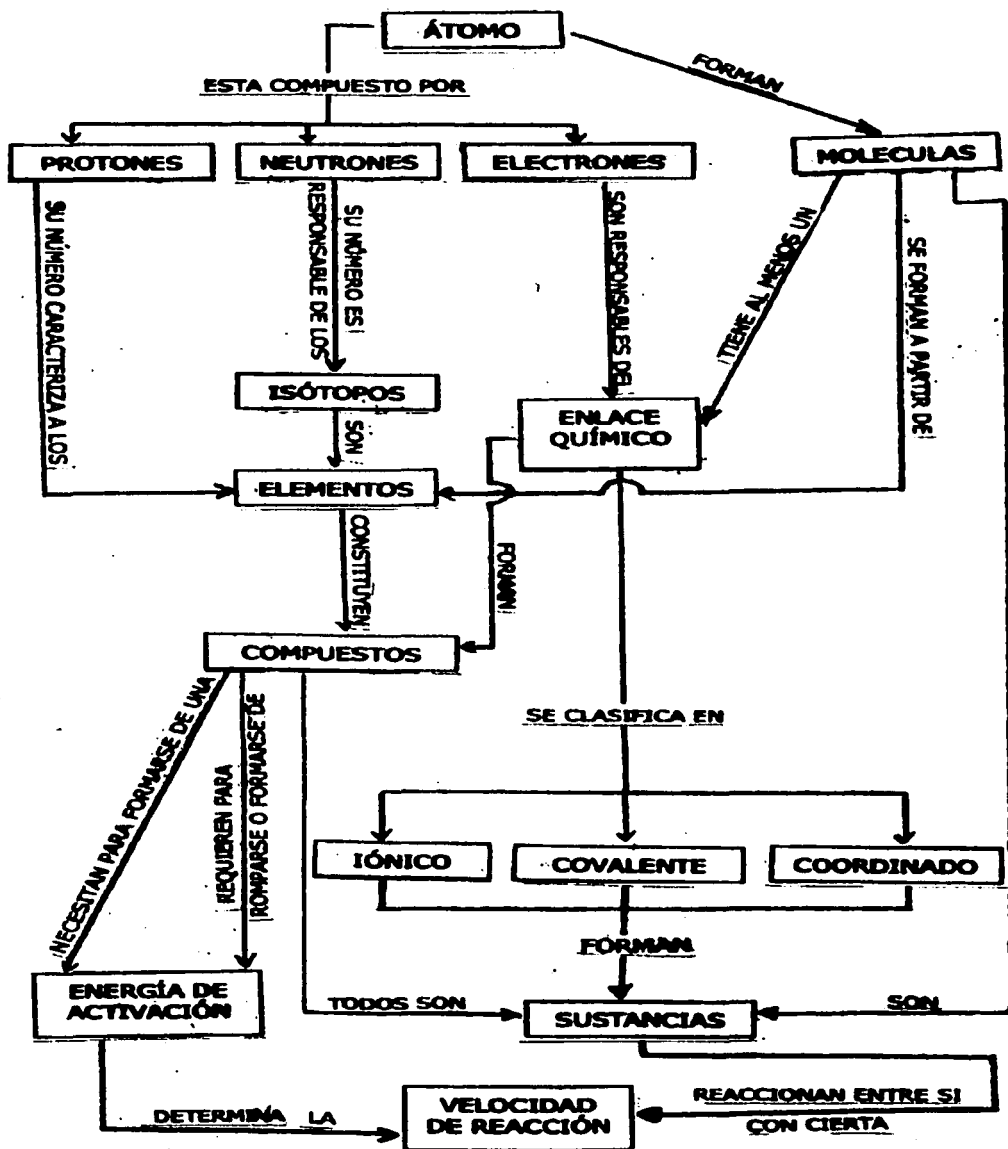


Figura 19. Mapa conceptual construido por uno de los alumnos para el examen final

El mapa de la figura 19, se eligió por ser uno de los más representativos, y por presentar una de las mejores estructuras. En él se manejan conceptos de todas las dimensiones, llevando el mayor peso los de "estructura". En general, es una muestra de la estructura del curso, aunque faltó incluir más conceptos del nivel eléctrico.

En todos los "mapas conceptuales" resultó recurrente la pobre presencia del "tiempo" esto es respuesta directa de la escasez que existe de conceptos de este tipo. Es por eso que de acuerdo a los resultados obtenidos, parece conveniente fusionar las dimensiones "energía" y "tiempo" con el fin de equilibrar el peso de éstas y favorecer al mismo tiempo la penetración de los conceptos de ambas.

Otra estrategia incorporada a la didáctica empleada en este proyecto, consistió en el análisis y la discusión de artículos científicos o de fragmentos de textos referentes a los distintos temas revisados dentro de la asignatura de Química Inorgánica, elegimos tres documentos "lecturas", las cuales se citan a continuación, en la tabla 7.

PERIODO EN QUE SE DISCUTIÓ LA LECTURA	BIBLIOGRAFIA DE LA LECTURA
Periodo I (NIVEL MOLAR)	1. Materia entre las estrellas. Arnau A. ¿Qué hay entre las estrellas?. Addison Wesley Iberoamericana, Madrid, 1996. 2. Polvo de estrellas. de la Rosa M. Las fronteras del conocimiento. Addison Wesley Iberoamericana, Madrid, 1996.
Periodo II (NIVEL MOLECULAR)	Jensen W.B. (2000). "The thermodynamics and kinetics of Heatermeals". J. Chem. Ed, 6, 713-717.
Periodo III (NIVEL ELÉCTRICO)	Livage J. (1981). "El enlace químico". Mundo científico, 1, 54-63.

Tabla 7. Lecturas revisadas a lo largo del proyecto de investigación educativa.

Una vez que el alumno entraba en contacto con la lectura correspondiente, él debía realizar una análisis del mismo y entregar en clase al profesor tres cosas:

1. Un resumen de la lectura,
2. Tres preguntas desprendidas de la lectura y
3. Una clasificación de los conceptos más significativos presentes en la lectura de acuerdo a los nueve niveles de organización de la Química, a esta clasificación la bautizamos con el nombre de "atlas".

A partir de los "atlas" los alumnos son obligados a un análisis profundo y racional de las lecturas, particularmente de la estructura de éstas.

A continuación se muestran algunos ejemplos de "atlas" contruidos por los alumnos, figuras 20, 21 y 22.

	Estructura	Energía	Tiempo
Molar	Sistema solar, Cosmos, hidrógeno, espacio interestelar, nucleones y estrellas de hidrógeno.	Combustión del hidrógeno, reacción de hidrógeno y oxígeno y combustión del helio.	Big bang (distintos periodos), contracción gravitacional, agujero negro y unificación.
Molecular	Universo, compuestos insaturados, química del carbono, moléculas interestelares y agua.	Estabilidad de gases inertes y entropía (máximo desorden).	Protogalaxia, Big bang y nucleosíntesis.
Eléctrico	Protones, hidrógeno metálico, corrientes eléctricas, campo magnético, masa nuclear, deuterio, hidrógeno neutro, hidrógeno ionizado, fuerza electromagnética.	Radio (astronomía), radiación y espectros microondas.	Fuerza nuclear fuerte, fuerza nuclear débil, fusión nuclear y fisión nuclear.

Figura 20. Atlas de la lectura analizada y discutida en el primer periodo, construido por uno de los alumnos

	Estructura	Energía	Tiempo
Molar	Cantidad y composición de las sustancias simples y compuestas, sal, hierro, acero.	Energía libre de Gibbs.	Se sostiene la reacción de efervescencia por un tiempo prolongado.
Molecular	Estequiometría de la reacción: $\text{Mg}_{(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_{2(s)} + \text{H}_{2(g)}$	Energía de atomización y energía de solvatación.	Etapas de rompimiento y formación de moléculas durante un tiempo controlado.
Eléctrico	Sobrepotencial de descarga del H_2 y el $\text{Mg}(\text{OH})_2$.	Energía de ionización.	Velocidad del intercambio electrónico.

Figura 21. Atlas de la lectura analizada y discutida en el segundo periodo, construido por uno de los alumnos

	Estructura	Energía	Tiempo
Molar	Sólidos y átomo.	Fuerza nuclear fuerte y débil, fuerza gravitacional.	Estabilidad de los gases inertes.
Molecular	Enlace por puente de hidrógeno.	Energía de enlace.	Polarización
Eléctrico	Anión, catión, electrones de valencia, enlace iónico, enlace covalente, enlace metálico, polos eléctricos, valencia y polarizabilidad.	Corriente eléctrica, atracción electrostática, atracción electromagnética, electrólisis y valencia.	Densidad electrónica y momento dipolar.

Figura 22. Atlas de la lectura analizada y discutida en el tercer periodo, construido por uno de los alumnos

Con la construcción de los "atlas" logramos identificar claramente aquellos conceptos que suelen ser difíciles de clasificar, además de distinguir las fronteras poco claras dentro de los niveles de organización de la química, esto de acuerdo a los errores más frecuentes cometidos por los alumnos dentro de los "atlas". Evidentemente los errores varían de acuerdo al texto revisado, ya que cada uno corresponde a distinto nivel (nivel molar, nivel molecular, nivel eléctrico).

Al calificar los "atlas" fuimos capaces de reconocer los comportamientos generales, para cada uno de los niveles, estos se mencionan a continuación:

- "Atlas" primer periodo

Los principales problemas se presentaron en la dimensión tiempo, el contenido del texto hacía complicado identificar conceptos que correspondieran a esta dimensión. También causó conflicto la diferenciación entre los conceptos de energía que correspondían al nivel molecular y los del nivel molar. En cuanto a la dimensión estructura, las confusiones fueron menores.

Las fallas antes mencionadas son completamente justificables si tomamos en cuenta que este fue el primer acercamiento que los alumnos tuvieron con la nueva propuesta taxonómica empleada en este proyecto.

- "Atlas" segundo periodo

En este caso los resultados fueron claramente superiores, en comparación a los obtenidos con el primer "atlas". La clasificación de los conceptos fue mucho más acertada, los conceptos de tiempo lograron ser clasificados correctamente en la mayoría de los casos, lo errores en la dimensión estructura fueron mínimos y la dimensión energía se manejó correctamente a nivel grupal. Hay que destacar que el artículo abordado en este periodo favoreció la construcción del "atlas". A partir de él, resultaba mucho más sencillo identificar los conceptos y su clasificación.

- "Atlas" tercer periodo

Finalmente en este último "atlas", la clasificación parece haberse hecho de forma mucho más fluida, y aun cuando los porcentajes en su mayoría son altos, se presentó un error recurrente en la clasificación de los conceptos correspondientes a la dimensión estructura para el nivel molar y molecular, causado principalmente, porque la carga mayoritaria de conceptos en el último texto se dirigía hacia el nivel eléctrico y eran escasos los conceptos referentes a los niveles molar y molecular, aunque su identificación era relativamente sencilla. Esto hace pensar que el principal problema lo representa la frágil frontera existente entre los niveles molar y molecular, lo cual merece una seria revisión de la estructura de los niveles de organización de la química.

En todos los "atlas", de igual manera que en los "mapas conceptuales" y en las "fichas de trabajo", se observa una escasa presencia de los conceptos de "tiempo", esto fortalece lo dicho con anterioridad. Será prudente fusionar las dimensiones "energía" y "tiempo" con el fin de mejorar esta propuesta. También, se puso en evidencia la frágil frontera que guardan los niveles molar y molecular, en este caso sería recomendable trabajar con mucho mayor

detenimiento estas zonas críticas. Es vital mantener la división por niveles aquí propuesta, pero para poder mantenerla lo que se requiere es un trabajo exhaustivo con el que se logren establecer firmemente los límites de cada uno de ellos. Establecer y sobre todo velar por el respeto de estas fronteras seguramente llegará a ser un trabajo sumamente complicado, pero será en la medida en que éste logre hacerse, que la propuesta pueda llegar a cumplir cabalmente con sus objetivos de enseñanza.

La construcción de los "atlas" resultó ser una tarea titánica para la mayoría de los alumnos sobre todo al inicio del semestre, cuando no se encontraban familiarizados con la nueva propuesta taxonómica. Es muy probable que si se hubiera empleado una estrategia de introducción de la estructura taxonómica mucho más reiterativa los resultados serían superiores, nosotros en cambio, dejamos en manos de los estudiantes la responsabilidad de digerir la taxonomía utilizada, ya que asumimos que la didáctica empleada favorecía por sí sola esta tarea, lo cual no fue del todo cierto, como lo hemos podido comprobar en este capítulo.

Y en la misma línea del análisis de los artículos, otro requisito de éste, era el planteamiento de preguntas que tenía como principal objetivo despertar la curiosidad del alumno hacia el artículo, ya que en el momento en que diseñan tres preguntas se obligan a sí mismos a un análisis profundo del artículo, para poder contestar a las mismas y completar así su aprendizaje mediante esta estrategia de estudio. Y para asegurar que el alumno se preocupara por responder a las preguntas por él diseñadas, se realizaba en clase a nivel grupal la discusión, tanto de las preguntas, como de los resúmenes elaborados por cada uno de los alumnos esto enriquecía el aprendizaje de todos.

No contamos con un análisis detallado de las preguntas, únicamente se nombra su incorporación como parte del desarrollo del aprendizaje, pero no como herramienta para la evaluación de los alcances de la propuesta curricular.

Por otro lado, la incorporación de la "evaluación en grupo" como un instrumento de evaluación más, correspondió al trabajo realizado por los alumnos a nivel grupal durante la elaboración de sus trabajos de investigación que fueron expuestos en clase, y a su vez, evaluados por los mismos alumnos a partir de un formato de evaluación que les fue proporcionado (figura 23). Este formato está constituido por las preguntas que cada uno de los equipos formuló sobre su proyecto de investigación y la evaluación grupal se fundamentaba en la resolución de estas preguntas durante la exposición oral.

Otros aspectos evaluados eran: la calidad del material empleado para la exposición oral, el dominio del tema y la facilidad de palabra de los alumnos expositores.

Se les informó, previamente a la exposición oral, el tipo de evaluación que se emplearía y la respuesta por parte de los alumnos fue claramente positiva. Todos asistieron puntualmente a la cita, listos para evaluar a sus compañeros y para ser evaluados.

La intervención del profesor, fue mínima, únicamente intervino al asignar las calificaciones definitivas, esto cuando se trataba de calificaciones no puntuales. Una vez que se tuvieron perfectamente definidas éstas, se les dieron a conocer a los alumnos. Las calificaciones de aquí surgidas formaron parte de su nota final.

Una vez más, no existe análisis detallado de las notas obtenidas a partir de esta herramienta de evaluación, se cita únicamente como parte de la didáctica empleada, aunque no aporta ninguna revelación para la propuesta curricular.

Finalmente, el "portafolios" fue el último instrumento de evaluación incorporado a la didáctica empleada dentro de este proyecto de investigación educativa. Y los resultados obtenidos a partir de éste son relevantes, ya que ponen al descubierto el trabajo realizado por los alumnos a lo largo del curso, así como, los avances alcanzados.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Presentación y Contenido se califican de acuerdo al siguiente registro:

Características	Puntos
Cumple satisfactoriamente lo indicado	1
Cumple bien lo indicado	3
Cumple excelentemente lo indicado	5

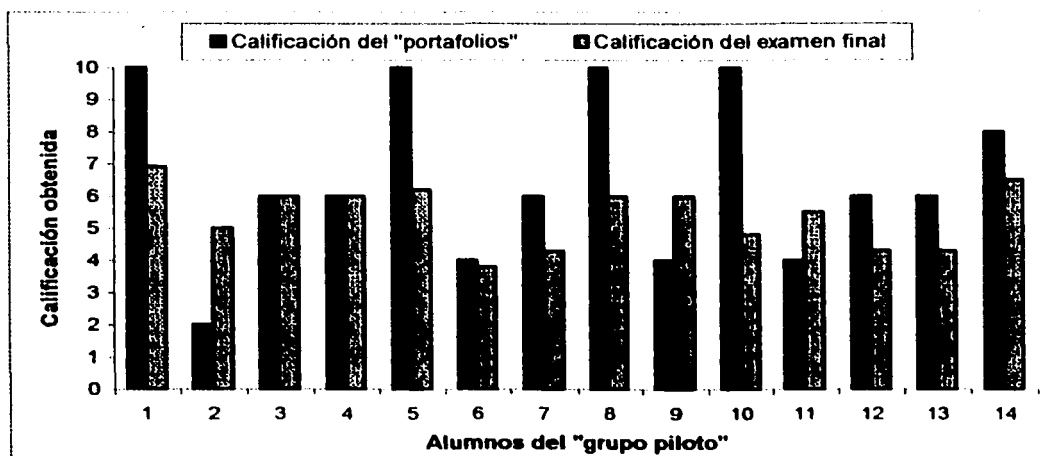
T equivale a Total es decir la suma de Pre + Con

Puntos	Pregunta	Pre	Con	T
7	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo se obtiene el Tc 99m? Cuáles son las aplicaciones de los compuestos de Tc en la medicina? Por qué se utiliza el Tc 99 y no otros compuestos de uso médico? 			
7	<ul style="list-style-type: none"> ¿A qué se debe que la viscosidad del vidrio sea elevada? ¿Cómo cambian las propiedades del vidrio si lo sometemos a levadas temperaturas y presiones? ¿Por qué no se clasifica al vidrio como un sólido cristalino o un líquido? 			
8	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo interactúan entre sí los componentes fundamentales del concreto para dar al cemento sus propiedades? ¿Cuáles son los factores que participan en las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia? ¿Qué ventajas se pueden esperar al utilizar la arena de cuarzo en las mezclas de concreto de alta resistencia? 			
8	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué pasaría si a la aleación binaria de Ni-Ti (nitinol) se le agrega otro elemento? ¿Qué pasaría si no se le aplica el calor que requiere la aleación? ¿Por qué el nitinol es más resistente a la corrosión que el acero inoxidable? 			
8	<ul style="list-style-type: none"> ¿Por qué el ozono evita que los rayos uv lleguen a la Tierra? ¿Por qué se han usado los mecanismos que se han usado para disminuir la concentración de clorofluorocarbonos, óxidos de nitrógeno y SO₂? ¿Por qué las concentraciones de ozono no son las mismas durante todo el año? 			
9	<ul style="list-style-type: none"> ¿Por qué se forman moléculas en nubes interestelares que están a baja temperatura y baja densidad de reactivos? ¿Por qué hay mucho más materia que antimateria? ¿Cuáles son los cambios químicos que produce la radiación en un átomo? 			

Figura 23. Formato para la evaluación en grupo (Pre-preguntas, Con-contenido y T-total)

Dentro de la elaboración del "portafolios" se solicitó a los alumnos incluyeran también los trabajos elaborados dentro del curso experimental correspondiente a la misma asignatura. Esto con el fin de complementar al máximo su formación, pues este instrumento de evaluación juega un papel importante en el proceso de aprendizaje mismo. Y fungió, a su vez, como una guía de estudio para su examen final, además de que la presentación del "portafolios" formó parte de su nota final.

El contenido y la calidad del "portafolios" presentado por cada uno de los alumnos está parcialmente relacionado con la calificación que obtuvieron en su examen final, tal como se muestra en la gráfica 18. La incorporación del "portafolios" permite ver la importancia que el trabajo constante representa dentro del proceso de aprendizaje.



Gráfica 18. Tabulación de las calificaciones del "portafolios" y examen final

En la gráfica anterior observamos que, para la mayoría de los casos, la elaboración de un "portafolios" de calidad promueve un mejor desempeño dentro de la prueba final. Desde luego, que este comportamiento varía de acuerdo al contenido de la prueba, ya que en un "portafolios" todos los temas tienen igual peso, cosa que no siempre es así en un examen. También podemos destacar el comportamiento de los alumnos 2, 9 y 11, que obtuvieron una calificación mayor en el examen final que en el "portafolios" y esto tiene su justificación en el hecho de que en la elaboración de este trabajo de recopilación intervienen muchos factores

externos que pueden, con relativa facilidad, sesgar los resultados obtenidos. Factores como, el orden en que mantienen sus documentos escolares o el tiempo y dinero invertido en la construcción de su carpeta o "portafolios". Y estos factores, por influir de una u otra forma en su calificación, convierten a esta herramienta de evaluación en un instrumento básicamente subjetivo, pero que para la mayoría de los alumnos será beneficioso dentro del proceso de preparación de un examen, en este caso, el final.

Como parte del "portafolios" se solicitó a los alumnos que incluyeran una pequeña auto-evaluación en la que identificaran, del total de trabajos que conformaban su "portafolios", aquellos que a su parecer fueran: el mejor trabajo y el peor de ellos. En la tabla 8 se exponen los resultados.

ALUMNO	TOTAL DE TRABAJOS	MEJOR TRABAJO	PEOR TRABAJO
Ernesto	14	Trabajo de investigación - "Concreto"	Ficha-eléctrico
Arturo	15	Práctica 3 de laboratorio	Ficha-molar
Carlos Emilio		Trabajo de investigación - "Metal con memoria, nitinol"	Ficha-eléctrico
Pablo	12	Ficha-molar	Práctica 9 de laboratorio
Rodolfo	10	Resumen del artículo 1	Ficha-eléctrico
Alejandra	18	Ficha 1 y práctica "Complejos de Níquel" de laboratorio	Resumen del artículo 2
Jorge	11	Resúmenes de los artículos y ficha-eléctrico	Prácticas de laboratorio
Noemí	15	Atlas del nivel eléctrico	Atlas del nivel molar
Luz María	17	Ficha-molecular y práctica 2 de laboratorio	Práctica "Fuerzas intermoleculares y solubilidad" de laboratorio
Karla	17	Portafolios	Ficha-molecular
Ma. José	9	Resumen del artículo 2 y bitácora de laboratorio	Los 3 atlas y la exposición oral del trabajo de investigación
Israel		Resumen artículo 1	Resumen artículo 2
Juan	19	Exposición oral del trabajo de investigación	Atlas del nivel molecular
Enrique	12	Ficha-molecular y resumen del artículo 2	Ficha-molar

Tabla 8. Auto-evaluación incluida en los "portafolios"

A partir de la auto-evaluación podemos identificar aquellos trabajos que, en términos generales, fueron trascendentes para los alumnos. Es muy probable que lo aprendido a partir de sus trabajos de investigación y de los artículos leídos y analizados se encuentra ahora formando parte de su inventario intelectual, lo que significaría un aprendizaje significativo.

Si recordamos lo evidenciado a través de los "mapas conceptuales", confirmaremos, el hecho de que la estructura de la propuesta taxonómica no dejó huella en ellos y esto es claramente reconocido por los alumnos al asumir que sus peores trabajos los constituyen los "atlas", los cuales tenían como objetivo acercarlos con la columna vertebral de la propuesta planteada. Las auto-evaluaciones resultan ser también una prueba de las fallas y carencias de las que adolecen la didáctica elegida, y más específicamente, la propuesta taxonómica aquí presentada. Ciertamente, la mayoría de ellas coinciden con lo descubierto y expuesto en las discusiones anteriores de éste capítulo, todas ellas, hechas a partir de los distintos instrumentos de evaluación incorporados.

CONCLUSIONES

- Los "mapas conceptuales" y los resultados en los exámenes parciales evidencian la insignificante trascendencia que los conceptos de tiempo tuvieron frente a los alumnos.

- Al momento de calificar los "atlas" se puso de manifiesto la fragilidad existente en la frontera que hacen los niveles molar y molecular; para los alumnos resulta complicado distinguir entre ambos niveles. Además de que esta evaluación nos permitió saber que es indispensable poner mayor énfasis en la estructura taxonómica, para que ésta sea asimilada.

- Para fortalecer los alcances de la nueva propuesta curricular, es necesario que las "fichas de trabajo" incorporen, de la forma más equitativa posible, temas de todos los niveles de organización de la química.

- Para la mayoría de los alumnos, el "portafolios" representa un medio de preparación hacia su prueba final.

REFERENCIAS

- Ausubel D. P., Novak J. D., Hanesian H. (1993). *Psicología educativa*. Trillas, México.
- Beasley W. F. (1992). *Assesment*. Twelfth International Conference on Chemical Education, Bangkok. (citado por Chamizo, 1995)
- Caamaño A. (2001). "Repensar el curriculum de química en los inicios del siglo XXI". *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **29**, 43-52.
- Chamizo, J. A. (1995). "Mapas conceptuales en la enseñanza y la evaluación de la Química". *Educación Química*, **2**, 118-124.
- Chamizo J. A. (1996). "Registro de aprendizaje, asociación de palabras y portafolios". *Educación Química*, **2**, 86-89.
- Chamizo J. A. (1997). "Evaluación de los aprendizajes en química. Tercera parte: POE, auto-evaluación, evaluación en grupo y diagramas de Venn". *Educación Química*, **3**, 141-145.
- Chamizo J. A. (2000). " La enseñanza de las ciencias en México. El paradójico papel central del profesor". *Educación Química*, segunda época, **1**, 132-136.
- Claxton G. (1994). *Educar mentes curiosas "El reto de la ciencia en la escuela"*. Visor Distribuciones, S. A., Madrid.
- Giordan A., de Vecchi G. (1995). *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Díada Editora, Sevilla. (citado por Chamizo, 2000)
- Novak J. D. (1991). "Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor-investigador". *Enseñanza de las ciencias*, **3**, 215-228.

CONCLUSIONES GENERALES

- Esta nueva propuesta curricular para la enseñanza de Química Inorgánica representa ventajas frente al *currículum* vigente, ya que además de favorecer el aprendizaje de los alumnos que son sometidos a ella, su estructura curricular es capaz de brindar a los estudiantes del área metalúrgica las herramientas necesarias para que puedan asimilar el contenido de la asignatura, aun cuando ellos adolecen de una formación previa proporcionada, en el resto de las áreas, por la asignatura de Estructura de la Materia.

- Las distintas técnicas y estrategias didácticas incorporadas en este proyecto, no mantienen un equilibrio constante y recurrente entre los nuevos niveles de organización de la química, lo que representa efectos negativos para la nueva propuesta curricular. En la medida en que se empleó una didáctica más uniforme, los resultados de la propuesta podrán verse superados.

RECOMEDACIONES

- Para mejorar los resultados obtenidos con la nueva propuesta curricular, y respetando la estructura que tiene la asignatura actualmente, se recomienda un reajuste de la misma fusionando las dimensiones energía y tiempo, favoreciéndose así la integración y comprensión de los conceptos de "tiempo".
- La estructura taxonómica ajustada estaría constituida por tres niveles y dos dimensiones, tal y como se indica a continuación:

	Estructura	Energía y tiempo
Molar		
Molecular		
Eléctrico		

- Un ajuste mucho más ambicioso y que requeriría su propia evaluación, consistiría en diseñar un nuevo programa para la asignatura de Química Inorgánica que, respetando los nueve niveles de organización de la química de Jensen, incorpore temas inorgánicos que cubran los objetivos de la asignatura.
- Por otro lado, es cierto que se deben aprovechar al máximo, en clase, todo tipo de recursos, técnicas y tendencias didácticas, que fomenten la enseñanza centrada en el aprendizaje significativo, tal como lo plantea esta propuesta curricular; pero es imprescindible que garanticemos que todas éstas estrategias siguen una línea intelectualmente coherente, ya que de lo contrario provocaremos distorsiones o dificultades de comprensión en los alumnos. Efectos que observamos en parte de la didáctica empleada en este proyecto, en donde no se manejan recurrentemente y de manera equitativa todos los niveles de organización de la química.

APÉNDICES

Ficha # 2 MOLECULAR

¿Cómo hicieron el logo de IBM?

Cuando un pequeño voltaje es aplicado sobre los electrones, éstos pueden saltar a través del espacio libre de los átomos para crear una pequeña corriente, la cual es directamente proporcional a la dimensión de dicho espacio.

Una punta desciende para escáner toda la superficie de los átomos en estudio (Ni), utilizando la microscopía con túneles de penetración (STM) se ajustan los cristales piezoeléctricos, de manera que éstos se quedan suspendidos en el aire a una distancia constante. Esto nos proporciona una imagen directa de los átomos de Níquel superficiales (que asemejan a un cartón de huevo); uno de estos átomos de Níquel se limpia escrupulosamente para finalmente reconocer a los átomos de Xenón que serán fijados.

Para mover un átomo de Xenón, éste debe localizarse primero. Después la punta debe moverse hacia dicho átomo - a una velocidad no mayor a 14×10^{-7} metros por hora.

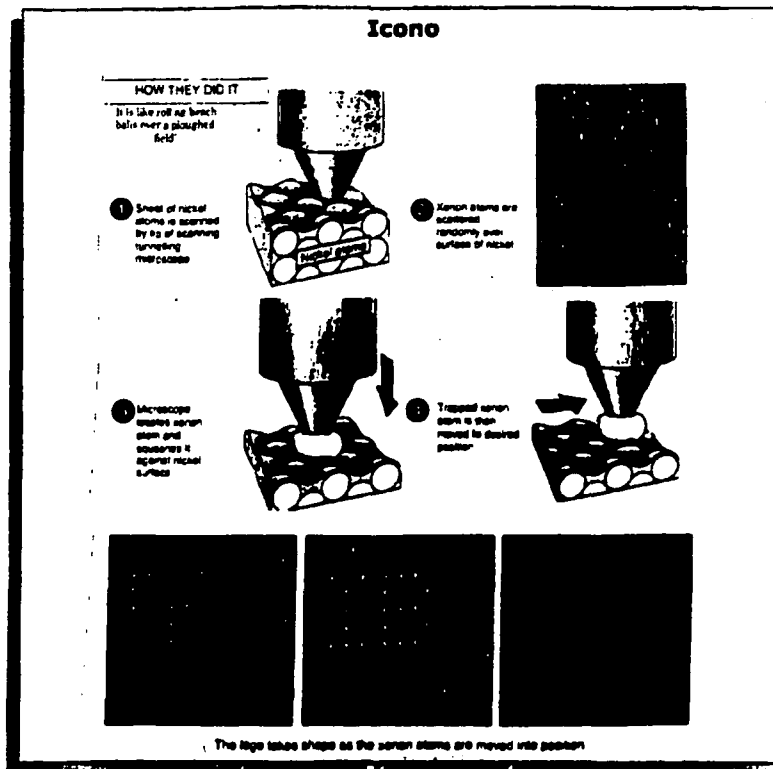
Éste logo nos sitúa en un sitio poco explorado dentro de la microscopía de nuestros días y de la del futuro. Finalmente, el estudio de la superficie del Níquel marca el inicio de la química de los átomos individuales.

¿Contesta las siguientes preguntas?

1. ¿Cuántos electrones se encuentran en un átomo neutro de litio (Li)? ¿de manganeso (Mn)? ¿de estaño (Sn)?
2. ¿Cuál es la carga de un átomo de cloro (Cl) si se eliminan dos electrones? ¿Qué carga tiene un átomo de Cl si se le suma un electrón?
3. Hallar el número de neutrones en cada uno de los isótopos del estaño dados enseguida:

Isótopo	^{112}Sn	^{114}Sn	^{116}Sn	^{117}Sn	^{120}Sn	^{124}Sn
---------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Icono



4. Las fórmulas moleculares del agua, del butano y del isopropanol son:

Compuesto	Agua	Butano	Isopropanol
Fórmula molecular	H_2O	C_4H_{10}	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

¿Cuántos átomos de hidrógeno hay en las moléculas del agua, del butano y del isopropanol?

5. Determinar la masa molecular del isopropanol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$). [Emplea una tabla periódica para obtener las masas atómicas del C, H y O].

- ¿Cuál es la masa de: (a) un átomo de ^{12}C , (b) mil átomos de ^{12}C y (c) un millón de átomos de ^{12}C ?
- ¿Dónde hay más átomos de Oxígeno (O): (a) 1 ml de agua, (b) 1 litro de aire, (c) 1 gramo de CaO ó (d) 1×10^{-3} moles de etanol?
- Calcular la masa de un mol de moléculas de glicerol ($\text{C}_3\text{H}_8(\text{OH})_3$) y del tetrabromuro de carbono (CBr_4).
- En 1 gramo del compuesto disulfuro de carbono (CS_2): (a) ¿cuántas moléculas hay? y (b) ¿Cuántos átomos de azufre hay?
- ¿Por qué el glicerol, cuya fórmula molecular es $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})\text{CH}_2\text{OH}$, es mucho más viscoso que el etanol cuya fórmula molecular es $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$? Explica cualitativamente, en función de las fuerzas intermoleculares.
- ¿Cuál es la diferencia entre valencia y número de oxidación?
- ¿Cuáles son los números de oxidación más esperados en: el bloque s, el lado izquierdo del bloque p, el lado izquierdo del bloque d y el lado derecho del bloque p?
- Indica cuáles son las técnicas experimentales para la determinación de distancias internucleares y en que casos se usa cada una de ellas.
- Indica al menos dos modelos teóricos para determinar el tamaño de los átomos.
- Reconoce las principales tendencias periódicas respecto al tamaño atómico.
- Explica que es la alotropía e indica al menos tres ejemplos de elementos que presentan esta propiedad.
- Algunos elementos tienden a formar moléculas en las que se enlazan dos o más átomos de la misma especie, formando lo que se denomina un "cúmulo". ¿Para qué elementos de la tabla periódica esperas mayor facilidad en la formación de cúmulos?
- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa? Un sólido (a) tiene forma definida, (b) siempre llena totalmente el recipiente que lo contiene, (c) no fluye, (d) tiene densidad y volumen fijos a una temperatura dada y (e) no se deforma para adquirir la forma del recipiente que lo contiene.
- Una clasificación de los sólidos nos indica que hay de dos tipos: los formados por moléculas y los formados por redes. Investiga más sobre ellos y ejemplifica ambos tipos.
- Explica que son los sólidos moleculares. Ejemplifica con al menos 5 casos.
- ¿Cómo se mide la solubilidad?
- ¿Por qué la sal de mesa se disuelve en agua? ¿Cuáles son las condiciones generales para que un sólido se disuelva en agua?

- Investiga y discute las definiciones ácido-base de Bronsted-Lowry.
- ¿Es la siguiente reacción exotérmica o endotérmica?
 $\text{C (grafito)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ KJ mol}^{-1}$
- Calcular ΔH° para el $\text{CS}_2(\text{l})$ dado que la entalpía estándar de combustión del $\text{CS}_2(\text{l})$ para la siguiente reacción, es -1864 KJ :
 $\text{CS}_2(\text{l}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{SO}_2(\text{g})$
- ¿Cuál es la definición para la energía de enlace promedio?
- Usando los valores dados en la siguiente tabla, calcula el cambio de entalpía para las siguientes reacciones. Indica además si son exotérmicas o endotérmicas.
 - $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{ClNH}_2(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$
 - $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$

Energía termoquímica promedio de enlace

Tipo de enlace	Energía (KJ/mol)	Tipo de enlace	Energía (KJ/mol)	Tipo de enlace	Energía (KJ/mol)
H-H	436	H-C	414	H-N	389
H-O	464	H-F	565	H-Cl	431
C-C	347	C-O	351	C-N	293
C-F	485	C-Cl	331	N-Cl	201
Cl-Cl	243	O-O	142	O-O	494
F-F	153				

- Calcular el cambio de entalpía para la siguiente reacción por el método de la energía de enlace:
 $\text{CH}_4 + 2 \text{F}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{F}_2 + 2 \text{HF}$
- El núcleo ^{79}Br tiene una vida media de 165 horas. ¿Qué cantidad de una muestra de 0.0100 g quedará al cabo de un día?
- Una muestra de un material radioactivo inicialmente produce 2500 conteos/minuto y 15 minutos más tarde produce 2400 conteos/minuto. ¿Cuál es la vida media del núcleo?
- Revisa la figura 6.9 del capítulo # 6 "Termodinámica Inorgánica" del libro que corresponde a la bibliografía # 1 recomendada al inicio del semestre, e identifica en ésta la energía de activación, además de reconocer si la reacción es exotérmica o endotérmica.
- Resuelve los ejercicios que enseguida se enumeran:

Ejercicios	6.1, 6.2, 6.5, 6.7, 6.16 y 6.20
Más allá de lo básico	6.30, 6.34

Todos los ejercicios anteriores corresponden al libro: Rayner-Canham. "Química Inorgánica Descriptiva". Prentice Hall. México, 2000. Pág. 110-113.

FORMULARIO

Se enumeran a continuación algunas de las fórmulas que requerirás para poder resolver esta ficha. Investiga las bases de éstas, así como el significado de cada uno de los términos que las constituyen. SI TIENES DUDAS, POR FAVOR HAZNOS SABERLO.

♦ **ENTALPÍA ESTÁNDAR DE REACCIÓN:**

$$\Delta H_r^\circ = \sum (\Delta H_f^\circ \text{ productos}) - \sum (\Delta H_f^\circ \text{ reactivos})$$

nota: Debido a que los valores ΔH_r° se expresan en KJ/mol o Kcal/mol, cada uno de los reactivos y productos de una reacción se multiplican por el número de moles consumidos o producidos. Recuerda que ΔH_r° para un elemento en el estado estándar es cero.

♦ **VIDA MEDIA:**

1. $v = K N_n$
2. $t_{1/2} = 0.693 / K$
3. $\log [A_0/A] = Kt / 2.303$

DONDE:

v - velocidad de desintegración,
K - constante de primer orden,
 N_n - # de núcleos radioactivos,
 $t_{1/2}$ - tiempo de vida media del núcleo,
 A_0 - cantidad inicial de núcleo
A - es la cantidad remanente en el tiempo t.

FECHAS IMPORTANTES:

- ♦ Revisión del artículo - 13 de Agosto
- ♦ Exposición del trabajo de investigación - 15 de Agosto
- ♦ Segundo examen parcial - 20 de Agosto

¿Conoces los siguientes términos?

D I M E N S I O N E S		
Composición y estructura	Energía	Tiempo
Átomo Molécula Protón Neutrón Electrón Cation Anión Polímero Cristal Valencia Número de oxidación Bloque (tabla p.) Difracción Rayos X Elemento Masa atómica Número atómico Alotropía Distancias internucleares Cúmulos Sólido (moléculas y redes) Solubilidad Enlace por puente de hidrógeno Pseudohalógeno Litofílico Calcofilico Siderofílico Propiedad intensiva Propiedad extensiva	ΔG ΔH ΔS Energías de enlace "pauling" Energía de atomización Energía de activación, E_a	Complejos activados Factores energéticos cinéticos y termodinámicos en una reacción química

Si no es el caso, aprende lo que significan.

Construye con tu equipo de trabajo un mapa conceptual en el cual incluyan únicamente 10 conceptos del total que aparece en el recuadro anterior. DEBEN ELEGIR COMO MÍNIMO DOS CONCEPTOS DE CADA UNA DE LAS DIMENSIONES (Composición, estructura, energía y tiempo).

FECHA DE ENTREGA DEL MAPA CONCEPTUAL: 4 de Julio

Ficha # 3

ELÉCTRICO

Lewis supirió en 1916 que los electrones externos (de valencia) se podían visualizar como ubicados en los vértices de un cubo imaginario en torno al núcleo. Un átomo deficiente en electrones que necesitase llenar los ocho vértices del cubo podría compartir aristas con otro átomo para completar su octeto. Como suele ocurrir con una gran parte de las ideas revolucionarias, muchos de los químicos de la época rechazaron la propuesta. El muy conocido químico Kasimir Fajans comentó:

Decir que cada uno de los dos átomos puede alcanzar capas electrónicas cerradas compartiendo pares de electrones, equivale a afirmar que un hombre y su esposa, si tienen dos dólares en una cuenta bancaria mancomunada, y cada uno seis dólares más en sendas cuentas bancarias individuales, entonces tienen ocho dólares cada uno.

A pesar de las críticas que inicialmente recibió, el concepto de Lewis de los pares electrónicos compartidos llegó a tener aceptación general, aunque perdieron relevancia sus diagramas cúbicos.

¿Contesta las siguientes preguntas?

1. ¿Cuál es la diferencia entre valencia y número de oxidación?
2. ¿Cuántos electrones de valencia tienen los siguientes átomos: Ba, Se, Ni, Hg y Pr?
3. ¿Cuál es la configuración electrónica de los siguientes átomos: F, Hg, Sm y Rb?
4. Escribe la configuración de valencia de tres iones +2 y otros tres -1, de los átomos de los ejercicios 1 y 2.
5. Predice la configuración electrónica de los elementos con números atómicos 126, 144 y 162.
6. Aunque aún no se ha sintetizado ¿cómo harías el Uuq?, ¿cuál sería su configuración electrónica?, ¿qué propiedades tendría?
7. Explica que es la alotropía e indica al menos tres ejemplos de elementos que presenten esta propiedad.
8. ¿Qué es la energía de ionización?, ¿cómo se mide? y ¿cuáles son sus unidades?
9. ¿Cómo varía la energía de ionización a lo largo y ancho de la Tabla Periódica?
10. Cuál es la energía necesaria para los siguientes dos procesos en fase gaseosa:
 $B \rightarrow B^{2+} + 3e^-$ y $B^{2+} \rightarrow B^{3+} + 1e^-$
11. ¿Qué ionizaciones pueden ocurrir sobre un átomo de B cuando se le adicionan 1.4 hartrees?

Icono

G. N. Lewis (Edgar Fahn-Smith Collection, University of Pennsylvania.)



LINUS PAULING (1901-).
Galardonado con el premio Nobel de química en 1954. (y 1974 por Joseph Nordmann.)

12. Grafica I_1 , I_2 e I_3 en la misma figura desde desde $Z=1$ hasta $Z=20$ y explica lo que se observa.
13. ¿Qué es la afinidad electrónica?, ¿cómo se mide? y ¿cuáles son sus unidades?
14. ¿Cómo varía la afinidad electrónica a lo largo y ancho de la Tabla Periódica?
15. A la afinidad electrónica también se le conoce como energía de ionización cero. Compare I_0 , I_1 , I_2 e I_3 , para la serie isoelectrónica de N, O y F.
16. Indica al menos dos modelos teóricos para determinar el tamaño de los átomos.
17. Reconoce las principales tendencias periódicas respecto al tamaño atómico.
18. ¿Qué se entiende por "relaciones diagonales?", ejemplifica su uso.
19. ¿Qué es la electronegatividad?, ¿para que sirve?, ¿en qué unidades se mide?
20. En la aproximación para calcular la electronegatividad a partir del tamaño atómico destacan los conceptos de Allred-Rochow y el de Sanderson. Investiga en que consisten ambos conceptos.
21. Explica los conceptos de igualación de electronegatividades y electronegatividad grupal.
22. La electronegatividad ¿es un modelo?, explica. Compará para ello las diferentes definiciones que hay de este concepto.

23. Predice la electronegatividad de los elementos que se encontraran debajo del U, Au y At.
24. Una curva de densidad electrónica para el LiF y el CaF₂ ha sido obtenida por difracción de rayos X. En el mínimo, la densidad electrónica es de 0.19 y 0.23 electrones/Å³, respectivamente. ¿Qué comentario podría hacer para justificar la mayor densidad electrónica en el mínimo para el CaF₂?
25. Explica en que consiste el modelo del octeto de Lewis. Indica en que casos funciona y en cuales no funciona.
26. Escribe la estructura de Lewis de todos los elementos del tercer periodo.
27. Escribe la estructura de Lewis para los siguientes iones: Ba²⁺, As³⁺, Zn²⁺, Tm³⁺, Se²⁻, Bi³⁻ y Cl¹⁻.
28. Escribe la estructura de Lewis para las siguientes especies: PCl₅, SO₃, XeO₄²⁻, SbCl₅ y SbCl₅²⁻ y asignale su número de oxidación al átomo central.
29. Escribe la estructura de Lewis para las siguientes especies, en las que el C es el átomo central: H₂CO, CS₂, C₂F₄, FCCF y HCN.
30. ¿Por qué la sal de mesa se disuelve en agua?, ¿cuáles son las condiciones generales para que un sólido se disuelva en agua?
31. ¿Cómo se mide la solubilidad?, ejemplifica con los sólidos iónicos más solubles y los menos solubles.
32. Indica en que consiste el modelo del enlace de Kossel. Ejemplifica su uso en la explicación del comportamiento de los ácidos y las bases.
33. Explica que es la constante de Madelung y ejemplifica su uso.
34. En que consiste el Ciclo de Born-Haber. Ejemplifica su uso en el NaCl.
35. Empleando el ciclo de Born-Haber, calcula la energía de red cristalina para el producto:

$$\text{Ca}_{(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}_{(s)} \quad \Delta H_f = -636 \text{ KJ/mol}$$
 Calcula el valor teórico y compáralo con el experimental.
36. Calcula la energía de sublimación del Cs.
37. Explica la razón por la cual no existe el CaCl₂.
38. ¿Qué son las reglas de Fajans?, ejemplifica su uso.
39. ¿Qué características debe tener un compuesto para que se diga que esta enlazado de manera covalente?, ejemplifica.
40. ¿Por qué si en los alotropos del C (diamante, grafito y fullerenos) el enlace es covalente estos son tan diferentes entre sí?
41. Al inicio de esta ficha se habla de las contribuciones de G.N. Lewis (1916) para desarrollar una teoría electrónica del enlace químico, por otro lado en el icon encontrarás las fotografías de L. Pauling y de G.N. Lewis (1916), ¿Investiga la relación que existe entre los esfuerzos de ambos químicos?
42. L. Pauling recibió dos premios Nobel; investiga en que áreas, en que años y por qué los recibió.
43. Explica en que consiste el Modelo de Repulsión de Pares Electrónicas de la Capa de Valencia (MRPECV) y ejemplifica su uso dibujando 5 moléculas que contengan oxígeno.
44. ¿Cuál es la relación entre la geometría de una molécula y su momento dipolar?, ejemplifica con cinco casos.
45. Coloca en orden creciente de momento dipolar las siguientes moléculas: H₂S, NH₃, BeH₂, CCl₄ y SF₆. Justifica tu respuesta.
46. ¿Cuál es la relación entre el momento dipolar de una molécula y su punto de ebullición?, ejemplifica en cinco casos.
47. Indica la geometría de al menos una molécula formada por cada uno de los gases nobles.
48. ¿Cuál será la geometría de las siguientes moléculas: BrF₃, SnCl₂, IF₅, XeF₂ y ClO₂?, justifica tu respuesta.
49. Explica en que consiste el modelo del doble cuarteto de Linnett y ejemplifica su uso en la explicación del paramagnetismo del O₂ y el enlace entre los átomos de carbono en el benceno.
50. ¿Existirán las siguientes moléculas (por comparación con la primera): [O₂ y S₂], [N₂ y P₂], [CH₄ y CF₄], [CO₂ y SiTe₂] y [SCN⁻ y SeSiP]?, explica tu respuesta.
51. ¿Qué característica debe tener una molécula o ión para ser considerada un ácido de Lewis?, ejemplifica con cinco casos.
52. ¿Qué característica debe tener una molécula o ión para ser considerada una base de Lewis?, ejemplifica con cinco casos.
53. En que se diferencian los compuestos de coordinación de los covalentes, ejemplifica.
54. Investiga en qué consiste el modelo de los 18 electrones y ejemplifica su uso en tres estructuras y en tres reacciones.
55. ¿Cuál es la relación entre electronegatividad, carga, tamaño, polarizabilidad y enlace covalente?, ejemplifica.
56. Predice hacia que lado, el de los reactivos o el de los productos, se desplazarán los siguientes equilibrios. Justifica tu respuesta:

$$\text{AgF} + \text{LiI} \rightleftharpoons \text{AgI} + \text{LiF}$$

$$\text{As}_2\text{S}_5 + 5 \text{HgO} \rightleftharpoons \text{As}_2\text{O}_5 + 5 \text{HgS}$$

$$2 \text{CH}_3\text{MgF} + \text{HgF}_2 \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_2\text{Hg} + 2 \text{MgF}_2$$
57. ¿Cuál es la diferencia entre un sólido metálico, uno covalente y otro iónico?

FECHAS IMPORTANTES:

- ◆ Revisión del artículo – 17 de Septiembre del 2001.
- ◆ Entrega del trabajo de investigación por escrito
- ◆ Tercer examen parcial – 19 de Septiembre del 2001

Ficha # 3

ELÉCTRICO - Mapa conceptual

¿Conoces los siguientes términos?

D I M E N S I O N E S

Composición y estructura	Energía	Tiempo
<ul style="list-style-type: none"> • Átomo • Molécula • Protón • Neutrón • Electrón • Cation • Anión • Polímero • Cristal • Valencia • Número de oxidación • Bloque (tabla p.) • Difracción • Alotropía • Mólido • Polarizabilidad • Ión • Electronegatividad • Covalente • Iónico • Isoeléctrico • Electrones de valencia • Configuración electrónica • Configuración de valencia • Estructuras de Lewis • Síntesis nuclear • Isoeléctrico por iónico • Enlace de Kossel (ácidos/bases) • Momento dipolar 	<ul style="list-style-type: none"> • Distancias internucleares • Sólido (moléculas y redes) • Solubilidad • Enlace por puente de hidrógeno • Pseudohalógeno • Propiedad intensiva • Propiedad extensiva • Constante de Madelung • Reglas de Fajans • Radio de Van der Waals • Radio covalente • Radio iónico • Carga nuclear efectiva • Relaciones diagonales • Sólido Metálico • Sólido Iónico • Sólido Covalente • Geometría • Paramagnético (modelo del doble cuarteto de Linnett) • Modelo de repulsión de pares electrónicos en la capa de valencia (RPECV) • Aducto • Ácido duro • Base blanda • Modelo de los 18 electrones • Enlace covalente coordinado • Quelato • Equilibrios de reacción 	<ul style="list-style-type: none"> • ΔG • ΔH • ΔS • Energías de enlace "pauling" • Energía de atomización • Energía de ionización • Fuerzas electrostáticas • Afinidad electrónica • Ciclo de Born-Haber • Red cristalina, ΔH • Mecanismos de reacción (radicales libres) • Difusión

Si no es el caso, aprende lo que significan.

Construye con tu equipo de trabajo un mapa conceptual en el cual incluyan únicamente 10 conceptos del total que aparece en el recuadro anterior. DEBEN ELEGIR COMO MÍNIMO DOS CONCEPTOS DE CADA UNA DE LAS DIMENSIONES (Composición, estructura, energía y tiempo) Y MÁS DE LA MITAD DE ÉSTOS DEBEN SER DE LOS QUE SE ENCUENTRAN RESALTADOS CON NEGRILLAS Y CURSIVAS.

FECHA DE ENTREGA DEL MAPA CONCEPTUAL: Lunes 27 de Agosto del 2001.