

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA ENSEÑAR  
EL CONCEPTO DE ENLACE QUÍMICO EN EL BACHILLERATO**

T E S I S

Que para optar por el grado de  
Maestra en Docencia para la Educación Media Superior

P R E S E N T A :

**I. Q. María del Consuelo Hernández Sánchez**

TUTOR:

**Dr. Plinio Sosa Fernández**

**2008**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

PRESIDENTE: Dra. Pilar Rius de la Pola  
SECRETARIO: Dr. Carlos Mauricio Castro Acuña  
VOCAL: Dra. Alejandra García Franco  
1er. SUPLENTE: Dra. María Esther Georgina Aguirre Lora  
2do.SUPLENTE: Dra. Gilda Flores Rosales

Sitio donde se desarrolló el tema: Facultad de Química, U N A M

Asesor: \_\_\_\_\_  
Dr. Plinio Sosa Fernández

Sustentante: \_\_\_\_\_  
IQ. María del Consuelo Hernández Sánchez

Padres, hermanos, familia... ¡Los amo!

Alex y faby, gracias por su apoyo, paciencia y gran amor, son el mejor regalo que la vida me ha dado.

Carmen y Lety este trabajo también es suyo, gracias por compartir su vida conmigo durante tantos y tantos años.

Paty, Sonia, Memo, César y Paco...equipo de la MADEMS, gracias por los buenos momentos, compartir sus conocimientos y su valiosa amistad.

Con cariño, admiración y un eterno agradecimiento a mis queridos maestros y ejemplos de vida: Uva, Leonor, Andoni, Carmelita, Plinio, Juan Gómez, Margarita, Roxana y Mauricio.

UNA ÍMAGEN HABLA POR 1000 PALABRAS  
Y UNA EXPERIENCIA POR 1000 IMÀGENES  
CONFUCIO

Y... UN CONCEPTO ABSTRACTO VALE POR 1000 ESTRATEGÌAS...

## ÍNDICE

PRÓLOGO .....	4
INTRODUCCIÓN .....	7
MARCO TEÓRICO .....	10
1. Enfoque Pedagógico .....	10
1.1 ¿Qué es el constructivismo? .....	10
1.2 Razonamiento e ideas previas en la adolescencia .....	11
¿Razonamiento científico en la adolescencia? .....	11
Antecedentes históricos sobre ideas previas .....	14
¿Qué son las ideas previas? .....	15
¿Cuáles son las características más comunes de las ideas previas? .....	17
¿Qué podemos utilizar para la detectar las ideas previas en nuestros alumnos? .....	18
¿Cómo transformar las ideas previas? .....	18
1.3 Estrategias de aprendizaje .....	19
¿Qué significa aprender a aprender? .....	19
Componentes de las estrategias de aprendizaje .....	21
¿Qué son las estrategias de aprendizaje? .....	21
Participación del docente en la promoción de estrategias de aprendizaje .....	25
¿Qué estrategias hay que enseñar? .....	27
¿Cuándo enseñar las estrategias? .....	28
¿Cómo hay que enseñar las estrategias? .....	29
Motivación y estrategias de aprendizaje .....	30
1.4 Unidad didáctica (UD) .....	31
¿Qué son las unidades didácticas? .....	31
¿De qué se componen y cómo se elaboran las unidades didácticas? .....	32

1.5 Evaluación y validación.....	33
¿Qué es evaluación?.....	33
¿Qué evaluar?.....	34
¿Cuándo evaluar? .....	36
¿Cómo evaluar? .....	37
¿Qué es la metaevaluación? .....	38
¿Cómo elaborar los instrumentos de evaluación? .....	39
¿Qué es la validación? .....	44
METODOLOGIA.....	45
2. Enfoque disciplinario .....	45
2.1 Diseño de un diagrama heurístico para proyecto de tesis .....	52
2.2 Diseño de una unidad didáctica (UD) para el concepto de enlace químico .....	52
2.2.1 Objetivos didácticos.....	53
2.2.2 Concepciones alternativas.....	53
2.2.3 Estructura y organización de la unidad.....	54
Justificación didáctica .....	54
Desarrollo y secuencia de los contenidos (temática) .....	55
Generalidades sobre la estructura molecular de las sustancias.....	58
Sustancias metálicas .....	9
Sustancias iónicas .....	60
Sustancias covalentes reticulares .....	61
Sustancias no reticulares .....	62
El tetraedro de las sustancias .....	62
Enlace químico.....	68
Biografías de científicos relacionados con el enlace químico.....	68
¿Qué es el enlace químico? .....	72

El enlace químico: interacciones eléctricas entre partes cargadas .....	73
Interacciones eléctricas en las partículas químicas .....	73
Cargas eléctricas .....	75
Conservación de las cargas .....	77
Ley de Coulomb .....	78
Polaridad.....	81
Interacciones químicas .....	84
Interacciones eléctricas en y entre las partículas .....	84
Interacciones núcleo-electrónicas .....	85
Enlace covalente .....	86
Enlace metálico.....	88
Interacciones partícula-partícula .....	89
Enlace iónico .....	89
Interacciones bipolares.....	90
Interacciones químicas en las mezclas .....	91
Bibliografía sugerida .....	94
Trabajo del alumno y el profesor.....	94
Estrategias y materiales didácticos.....	95
Sugerencias de evaluación.....	96
2.3 Evaluación y validación de la unidad didáctica.....	96
2. 3.1 Análisis de resultados .....	99
Concepciones Alternativas o ideas previas, ICASEQ-1.....	99
2. 3. 2 Interpretación de resultados .....	101
Ideas previas, antes de aplicar la unidad didáctica .....	101
Ideas previas, después de aplicar la unidad didáctica .....	109
CONCLUSIONES .....	117



REFLEXIONES .....	120
BIBLIOGRAFÍA .....	121
ANEXOS .....	140

Civilizar y Solidarizar La Tierra; Transformar la especie Humana en verdadera humanidad se vuelve el objetivo fundamental y global de toda educación, aspirando no sólo al progreso sino a la supervivencia de la humanidad (Morín, 1999).

## PRÓLOGO

Como consecuencia o necesidad del proceso de globalización económico, “México está experimentando un cambio radical de las formas en que la sociedad general, se apropia y utiliza el conocimiento” (PNE, 2001-2006)<sup>1</sup>.

Este cambio está dando origen a una nueva **sociedad del conocimiento** caracterizada por el predominio de la información y el conocimiento, reflejándose en:

- ~ Un cambio acelerado sin precedentes de la tecnología de la información y la comunicación.
- ~ La acumulación y diversificación del conocimiento.
- ~ En el campo tecnológico, se observa una clara tendencia hacia la convergencia global de los medios masivos de comunicación, las telecomunicaciones y los sistemas de procesamiento de datos, que determina la emergencia de nuevas oportunidades para la producción y difusión de contenidos culturales, educativos, informativos y de esparcimiento.
- ~ En el escenario que se está perfilando será necesario abrir un amplio debate sobre el papel de las nuevas tecnologías y, en especial, de los medios de comunicación, tendente a la definición de una política nacional, que permita orientar las potencialidades de las nuevas tecnologías en beneficio de la educación y el desarrollo nacional.

---

<sup>1</sup> Plan Nacional de Educación, 2001-2006.

- ~ Efecto directo del nuevo escenario, con profundas implicaciones para el futuro de la educación, es la conformación de un mercado internacional del conocimiento.
- ~ Se requiere, por tanto, estimular la participación de las instituciones educativas nacionales, así como empresas públicas y privadas, en el intercambio internacional de servicios educativos, de conocimientos y experiencias, aprovechando los espacios de acción que existen en el marco de las relaciones bilaterales y en el de los organismos internacionales, lo que supone nuevos mecanismos y marcos normativos.
- ~ La educación tendrá que ser más flexible en cuanto al acceso, más independiente de condicionamientos externos al aprendizaje, más pertinente a las circunstancias concretas de quienes la requieren, y más permanente a lo largo de la vida.
- ~ Las implicaciones educativas de la transición demográfica, en la etapa en que crece con especial rapidez el grupo de edad de 15 a 24 años, combinadas con las de la transición económica y la sociedad del conocimiento, con sus exigencias crecientes de personal de calificación media y alta, son especialmente vigorosas e intensas para la Educación Media Superior.

En este contexto y además como una forma de apoyar el bachillerato como una travesía formativa más que profesional “convencidos en la idea de que es mejor educar un estudiante capaz de entender lo que lee, de usar la información y de expresarse con claridad y orden, que anticipar un profesionista desde el bachillerato” (Terán Olguín, 1998), consideré el modelo educativo del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, como referencia importante durante el desarrollo de este proyecto dado que se caracteriza por una serie de ejes estructurales que son la noción de la cultura básica, la organización académica por áreas, el alumno como actor de su formación y el profesor como orientador en el aprendizaje, sin olvidar que

la experiencia educativa de más de 30 años del Colegio se basa en las concepciones pedagógicas de **aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser**, las cuales constituyen el pilar de la formación de sus alumnos y sus alumnas<sup>2</sup>.

De esta manera, el siguiente trabajo de tesis crítico, reflexivo e integral, va dirigido a los estudiantes y profesores de la Educación Media Superior relacionados con la química, disciplina que promueve en el alumno la comprensión, interpretación y el análisis del mundo de hoy, sus propiedades y sus transformaciones, recurriendo con imaginación y pensamiento, a modelos que hacen referencia a las partículas que, según nos enseña la ciencia, constituyen los materiales (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

---

<sup>2</sup> PRONTUARIO DEL PROFESOR, Secretaría Académica del CCH, UNAM, Enero, 2002.

## INTRODUCCIÓN

Una analogía que he elaborado y que lleva por nombre “¿Cómo ser un excelente Chef?...y no morir en el intento”, me ha permitido visualizar de manera objetiva la importancia de mi labor como docente y la explicó a continuación: Cuando una persona se inicia en el aprendizaje del arte culinario, tal vez, lleva de antemano alguna que otra experiencia personal, o bien conocimientos suficientes para ser un cocinero “instintivo” y quizás si tiene suerte, conserve la imagen de algún excelente chef que le haya motivado para aprender esta tarea, consideremos entonces que esos escasos conocimientos le van a permitir enfrentarse con la elaboración de sus primeros platillos, sin embargo, llega el momento en que este cocinero “instintivo” percibe que para lograr la aceptación de sus platillos por los comensales, requiere de conocimientos más profundos, reflexionando sobre ¿Qué más hay sobre el arte culinario? ¿Cómo preparar mejor sus platillos? ¿Cuáles son las mejores técnicas y estrategias empleadas en la preparación de esos platillos? ¿Cuales son los tipo de artes culinarias que existen en el mundo?, para finalmente, entrar en un estudio de investigación más profundo sobre este arte.

Así, retomando esta analogía con el mismo sentir del cocinero “instintivo”, cuestiono las siguientes líneas: “los adolescentes tienen un gusto mucho mayor por lo abstracto, están menos apegados a los datos inmediatos, realizan generalizaciones más aventuradas, tratan de teorizar sobre casi todo y, junto con ello, se inicia la inserción en el grupo de los adultos y en su mundo” (Deval, 2002) ya que mi experiencia docente me ha revelado lo difícil que es para los alumnos del bachillerato el aprendizaje de los conceptos abstractos, preguntándome: ¿En qué podemos contribuir los profesores para mejorar la comprensión de estos conceptos?, sin lugar a dudas, pienso que los cambios psicobiológicos-sociales por los que atraviesan nuestros alumnos del bachillerato son factores importantes, que debemos considerar los profesores durante el proceso enseñanza-aprendizaje de estos conceptos, así como también originar circunstancias que permitan promover el pensamiento abstracto.

Y es frente a este reto, que pretendo elaborar esta propuesta, seleccionando para ello uno de los conceptos que presenta mayor dificultad en la enseñanza-aprendizaje de la química: el concepto de enlace químico, que como sabemos resulta ser un concepto decisivo en la preparación de los currículos de química para la Educación Media Superior.

Una revisión detallada de la literatura sobre las ideas previas de este concepto en alumnos del Nivel Medio Superior me dejó ver que la dificultad es que ellos no asocian la naturaleza eléctrica de las partículas con el concepto de enlace químico. No es de extrañar puesto que durante la enseñanza de este concepto no se hace énfasis en las interacciones eléctricas<sup>1</sup> de las partículas, omitiendo el carácter eléctrico de las mismas. En consecuencia, el alumno construye analogías mecánicas para tratar de explicarse el enlace. Por ejemplo: concibe el enlace químico como un objeto (una cuerda generalmente) lo cual resulta ser un obstáculo epistemológico para la comprensión del concepto.

Sin embargo, no es descabellado pensar que si los alumnos pudieran concebir el enlace químico como resultado de interacciones eléctricas entre las partículas, podrían alcanzar una mejor comprensión de este difícil concepto.

Así, el propósito principal de este trabajo de tesis es diseñar una unidad didáctica para enseñar el concepto de enlace químico en el bachillerato, planteado la siguiente hipótesis:

¿Se logrará el aprendizaje significativo del concepto de enlace químico en los alumnos del bachillerato (CCH), sí se hace énfasis en su naturaleza electrostática durante su enseñanza-aprendizaje?

---

<sup>1</sup> Estrictamente se trata de interacciones eléctricas y magnéticas, pero, para fines de este trabajo y, considerando el nivel de bachillerato, se decidió solo hacer hincapié en las interacciones eléctricas.

Esta propuesta pretende apoyar al profesor en la planeación y el desarrollo de este tema, además de proponer el modelo electrostático para integrar los conocimientos de la física y la química en el programa de Química I del CCH, y contemplar algunos de los aspectos más importantes que son necesarios considerar en la docencia como:

- ~ Tomar en cuenta las ideas previas de los estudiantes
- ~ Partir de lo conocido a lo desconocido
- ~ Ir de lo concreto a lo abstracto
- ~ Conectar lo aprendido con su entorno y con la historia
- ~ Diseñar actividades que le permitan al alumno reflexionar y operar lo aprendido
- ~ Diseñar actividades que le permitan al alumno integrar lo aprendido
- ~ Parte importante de este proyecto fue el diseño de un diagrama heurístico, instrumento cuya función fue apoyarme en la resolución a la pregunta problema.

En otro esquema, la valoración de este proyecto se llevó a cabo en el período 2008-1 del Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Azcapotzalco de la UNAM, con un grupo del primer y otro del quinto semestre.

## MARCO TEÓRICO

El marco conceptual de nuestro modelo didáctico lo he seccionado en dos partes fundamentales para la docencia: el *enfoque psicopedagógico* y el *enfoque disciplinario*, los cuales describo respectivamente en las siguientes líneas.

### 1. ENFOQUE PEDAGÓGICO

#### 1.1 ¿Qué es el constructivismo?

Desde el punto de vista educativo, la idea-fuerza tal vez más potente y también la más ampliamente compartida es la que se refiere a la importancia de la actividad mental constructiva de las personas en los procesos de adquisición del conocimiento. De ahí el término “constructivismo” habitualmente elegido para referirse a este fenómeno (Coll, 1997), de esta manera y para continuar con Coll, existe en la actualidad un amplio acuerdo respecto al hecho de que, al menos en el ámbito de la educación, no hay un solo constructivismo sino muchos constructivismos: tantos como teorías psicológicas del desarrollo y del aprendizaje, cabe distinguir entre ellas, el constructivismo inspirado en **la teoría genética de Piaget y la escuela de Ginebra**; el constructivismo que hunde sus raíces en **la teoría del aprendizaje verbal significativo, la teoría de los organizadores previos y la teoría de la asimilación**, iniciado con los trabajos pioneros de **Ausubel** en los años cincuenta y sesenta y desarrollado posteriormente por otros autores como **Novak o Gowin**; el constructivismo inspirado en **la psicología cognitiva**, y más concretamente en **las teorías de los esquemas** surgidas al amparo de los enfoques del procesamiento humano de la información; y por último, el constructivismo que se deriva de **la teoría sociocultural del desarrollo y del aprendizaje** enunciada por primera vez por **Vygotskii** y sus colaboradores en los ya lejanos años treinta y difundida, revitalizada y enriquecida de forma espectacular por numerosos autores a partir de los años setenta.



Las consideraciones precedentes aconsejan establecer una distinción neta entre constructivismo, teorías constructivistas del desarrollo y del aprendizaje y planteamientos constructivistas en educación. De acuerdo con esta distinción, conviene reservar el término constructivismo para referirse a un determinado enfoque o paradigma explicativo del psiquismo humano que es compartido por distintas teorías psicológicas, entre las que se encuentran las teorías constructivistas del desarrollo y del aprendizaje (Coll, 1997).

Reflexionando lo anterior, pienso que los profesores que ejercemos la docencia en un modelo de educación activa durante el proceso de enseñanza-aprendizaje realizamos el planteamiento de nuestras propuestas pedagógicas y didácticas considerando no una sino varias teorías constructivistas del desarrollo y del aprendizaje, por ello, en este trabajo, son relevantes las teorías de la reestructuración que asumen un constructivismo dinámico, se ocupan de la adquisición de conceptos científicos (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978; Carey, 1985; Piaget, 1970; Vygotskii, 1934) o incluso de la propia creación del conocimiento científico (Piaget y García, 1983; Wertheimer, 1945), y en las que el alumno no solo construye sus interpretaciones de la realidad a partir de los conocimientos anteriores, sino que también construye esos mismos conocimientos en forma de teorías (Pozo, 1997), lo que conocemos en otras palabras como aprendizaje significativo.

## **1.2 Razonamiento e ideas previas en la adolescencia**

### *¿Razonamiento científico en la adolescencia?*

Como señalan Pfundt y Duit (1998) en su exhaustiva recopilación, las últimas décadas han asistido a una auténtica explosión de trabajos sobre las ideas de los alumnos –y, sobre todo, de adolescentes– acerca de los fenómenos científicos que se enseñan en la escuela. Este tipo de investigaciones ha mostrado que, a pesar de años de enseñanza académica, los adolescentes poseen una representación de los fenómenos físicos estudiados mucho más

cercana a la visión de la vida cotidiana que a la del mundo científico, de acuerdo con los estudios realizados por Piaget.

Esto porque, el razonamiento adolescente, al igual probablemente que el de los adultos, se rige por criterios pragmáticos o funcionales en lugar de por criterios estrictamente lógicos, como Piaget pretendía en su caracterización original del pensamiento formal. En este sentido, nuestro pensamiento parece responder a criterios de supervivencia entre los que se incluye la tendencia a conservar ideas que nos sirven para interpretar y controlar los acontecimientos. Uno de los rasgos característicos de las concepciones espontáneas sobre los fenómenos científicos y problemas formales es su alto poder predictivo en la vida cotidiana, por lo que resulta razonable que las ideas previas no se modifiquen ante la primera contrariedad. Pensemos en una situación tan sencilla como una pelota a la que se da una patada y rueda. Niños, adolescentes y adultos tienden a pensar que cualquier objeto que se mueve lleva consigo una fuerza y que se requiere una fuerza constante para que el objeto se mantenga en movimiento. Si el objeto se para, según esta concepción, es porque su fuerza se ha acabado. La explicación científica del hecho es muy diferente, pues las leyes de la dinámica sostienen que, una vez que se le ha comunicado una determinada velocidad, un cuerpo permanecerá en movimiento uniforme hasta que encuentre causas que lo aceleren o lo frenen.

Pero ¿qué necesidad tienen niños, adolescentes y adultos de cambiar su idea de la fuerza continua que al final se agota? Mientras esa creencia resulte funcional, pervivirá como explicación plausible.

Son varios los factores que actúan a favor de la estabilidad o mantenimiento de las concepciones que no coinciden con la explicación científica. Algunos de esos factores están en el interior del sujeto y tienen que ver, por ejemplo, con la tendencia a evaluar nuestras hipótesis buscando siempre su confirmación, prestando sobre todo atención a las evidencias compatibles con las propias ideas y despreciando o ignorando las contradictorias, que tal vez se interpreten

como simples excepciones; o tienen que ver con el hecho de que nuestras ideas sobre un hecho concreto suelen pertenecer a un conjunto de ideas más amplio o de nivel superior donde encajan perfectamente.

Otros factores que favorecen el mantenimiento de esas concepciones pertenecen al ámbito de las creencias culturales y las representaciones sociales, que nos dan elaboradas respuestas a múltiples problemas que jamás sometemos a revisión (nuestra forma de entender por qué las personas son como son, las explicaciones sobre hechos sociales o culturales muy diversos, etc.). Otros, finalmente, tienen que ver con la forma en que se lleva a cabo la transmisión del conocimiento en la escuela, que hace compatible que el escolar aplicado obtenga una nota brillante en ciencias naturales al tiempo que, en el fondo, mantiene ideas y explicaciones muy alejadas del modelo científico.

Los seres humanos (niños, adolescentes, adultos) tenemos una fuerte resistencia a cambiar nuestras ideas sobre cualquier fenómeno. Sólo cambiamos de teoría cuando disponemos de otra más completa que considere no sólo lo que la anterior explicaba, sino también los fenómenos nuevos.

Este cambio parece especialmente difícil en el caso de las concepciones espontáneas, ya que en las situaciones cotidianas dichas concepciones suelen ofrecer explicaciones que parecen correctas, que funcionan, y que no hacen necesaria una revisión de nuestras convicciones.

Como han mostrado autores como Kuhn, Amsel y O'Laughlin (1988), niños de 7 y 10 años muestran ciertas habilidades de pensamiento científico en determinadas circunstancias, por lo que, la discontinuidad entre niños mayores y adolescentes no es tan radical como apuntaba la descripción piagetiana inicial. La transición del modo infantil de pensar al modo adolescente y adulto tal vez no sea, pues, tan abrupta como se suponía. Pero, en sentido contrario, el hecho de que adolescentes y adultos dispongan de herramientas lógicas más potentes no garantiza el cambio conceptual, es decir, la transformación de muchas de las

ideas y explicaciones con las que los humanos tratamos de dar respuesta a los enigmas de la vida cotidiana o de la ciencia.

### *Antecedentes históricos sobre ideas previas*

En 1938, Gaston Bachelard filósofo francés ya señalaba:

***"A menudo me ha sorprendido el hecho de que los profesores de ciencias, más aún que los demás si cabe, no entienden que no se comprenda. No han reflexionado sobre el hecho de que los adolescentes llegan a clase con conocimientos empíricos ya constituidos; se trata pues, no de adquirir una cultura experimental, sino de cambiar de cultura experimental, de derribar los obstáculos ya acumulados por la vida cotidiana".***

Actualmente podríamos relacionar esta reflexión a las concepciones alternativas o ideas previas de los alumnos y profesores (concepciones distintas en su mayoría de lo aceptado los científicos) que se presentan al plantear o explicar la utilización de algunos conceptos básicos de las ciencias. Las concepciones alternativas afectan a la mayoría de los campos científicos, constituyendo un serio obstáculo para el profesor durante el proceso enseñanza-aprendizaje de la ciencia.

Desde los 70's, se viene desarrollando una de las líneas de investigación más significativas dentro de la didáctica de la ciencia: el estudio de las ideas previas o concepciones alternativas que los alumnos tienen sobre los conceptos relacionados con el aprendizaje de la ciencia y esto, no únicamente como una investigación de laboratorio, sino también, fundamentalmente dentro del aula, por los propios profesores especialistas en las distintas áreas de la ciencia. Así, dos décadas más tarde, encontramos (McDermott, 1984; Carrascosa, 1983, 1985; Carrascosa y Gil, 1992, Varela, 1989, Pfundt y Duit, 1998, etc.) que se han realizado ya miles de trabajos sobre este tema. Algunos de ellos han dado lugar a diversas tesis doctorales (Gené, 1986; Llorens, 1987; Carrascosa, 1987, Jiménez, 1989; Sanmartí, 1990; Cañal, 1990; Azcárate, 1990, Kaminski, 1991,

Pérez , 2003). En el mismo esquema, los principales resultados, obtenidos hasta hace poco, ya han sido recopilados en algunos libros (Hierrezuelo, 1989; Gil y Carrascosa, 1991). Finalmente, una importante recopilación es la realizada por Pfundt y Duit (1998) donde se presentan miles de referencias al respecto.

*¿Qué son las ideas previas?*

Las ideas previas también conocidas en la literatura como:

**Pre-concepciones estudiantiles** (Niaz,2001a), **misconceptions** (Ambiola, 1988; Brown, 1992; Chambers Andre, 1997; Din,1998; Driver y Easley, 1978; González, 1997; Griffiths, 1994; Griffiths, 1988; Griffths y Preston, 1992; Helm, 1980; Hewson y Hewson,1984; Lawson y Thomson, 1988; Michael, 2002; Nakhleh, 1992; Nussbaum, 1981; Schmidt, 1997; Treagust, 1988), **concepciones alternativas** (Astudillo y Niaz, 1996; Driver y Easley, 1978; Gilbert y Swift, 1985; Niaz, 2001a; Palmer,2001; Taber 2001; Wandersee , 1994), **concepciones intuitivas** (Lee y Law, 2001), **ideas previas** (Dewey, 1916, Driver y Oldham, 1985, Hewson, 1981 y Solomon, 1994), “**esquemas de representación**” (Wandersee, Mintzes y Novak 1994) por mencionar algunos términos, son construcciones que los alumnos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones.

A este tipo de respuestas, contradictorias con los conocimientos científicos vigentes, ampliamente extendidas, que se suelen dar de manera rápida y segura (apenas se dejan contestaciones en blanco), que se repiten insistentemente y que se hallan relacionadas con determinadas interpretaciones de diversos conceptos científicos, se las denomina frecuentemente *errores conceptuales* y a las ideas que llevan a cometerlos *concepciones alternativas* (porque realmente responden a la existencia de ideas muy diferentes a las ideas científicas que queremos enseñar). Esas ideas alternativas constituyen un serio obstáculo para el aprendizaje de las ciencias (Carrascosa,2005).

Si bien algunos autores consideran que pueden existir ideas previas relativamente aisladas (Mortimer, 1995), numerosos investigadores piensan que no son aisladas, sino que son parte de una red conceptual (o red semántica) o esquema de pensamiento más o menos coherente, pero diferente al esquema conceptual científico.

Menciona Bello, S. (2006), el conjunto de ideas previas o esquemas de pensamiento alternativo se conoce entre los investigadores como esquema representacional. Si los estudiantes encuentran información que contradiga sus esquemas representacionales (Mulford y Robinson, 2002) es difícil para ellos aceptarla, porque les parece errónea. Es importante conocer estos esquemas de los estudiantes y reflexionar sobre la importancia que tienen dichos esquemas en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Diversos desarrollos curriculares presentan, entre sus fundamentos y consideraciones, la conveniencia de que los profesores tomen en cuenta las ideas previas de los estudiantes como punto referencial, tanto para la planeación de actividades como en el desarrollo de estrategias de aprendizaje y de evaluación (Akker, van der 1998; Fensham, 2000).

La transformación de estos esquemas representacionales mediante la intervención del profesor en el proceso enseñanza-aprendizaje, nos lleva a lo que Mortimer (1995) señala como cambio de perfil conceptual. Este modelo describe la evolución de las ideas, tanto en el espacio social del aula como en el individual, como consecuencia del proceso enseñanza-aprendizaje. Este perfil está constituido por diferentes zonas con jerarquías distintas y cada zona se caracteriza por comprender categorías con mayor poder explicativo que sus antecesoras (Bello, 2007).

En esta línea, debemos tener presente que a partir de los años 80, el tránsito desde las ideas previas hasta las concepciones científicas se conoce entre los investigadores como cambio conceptual. Hoy se cuenta con numerosos modelos de cambio conceptual (Bello, 2004), que abarcan desde las posiciones más

radicales que proponen la sustitución total de las ideas previas por los conceptos científicos (Posner, 1982) hasta propuestas que aceptan la modificación gradual y parcial de las ideas de los alumnos, y consideran la coexistencia dual o múltiple de concepciones en el estudiante (Strike y Posner, 1985; Mortimer, 1995; Vosniadou, 1994; Caravita y Halldén, 1995; Taber, 2000, 2001), cuyo uso estará orientado por el contexto social y se verá fuertemente determinado por aspectos afectivos (Bello, 2006).

Como una observación relevante en este punto sería el hecho de que estas concepciones alternativas se encontraran también entre los profesores que enseñan el concepto, ya que difícilmente podrían ayudar a sus alumnos a superarlas (Arons, 1980). Aquí la recomendación sería tener un mayor conocimiento de la disciplina.

*¿Cuáles son las características más comunes de las ideas previas?*

Podemos mencionar como principales características de las ideas previas:

- a) Se repiten insistentemente a lo largo de los distintos niveles educativos sobreviviendo a la enseñanza de conocimientos que las contradicen. Es importante mencionar que sin el conocimiento de esas ideas previas el profesor de ciencia está en desventaja.
- b) Se hallan asociadas con frecuencia a una determinada interpretación sobre un concepto científico dado (enlace químico, mol, reacción química, equilibrio químico, etc.) diferente a la aceptada por la comunidad científica.
- c) Se trata de respuestas que se suelen dar rápidamente y sin dudar, con el convencimiento de que están bien.
- d) Son equivocaciones que se cometen por un gran número de alumnos de distintos lugares y también, incluso, por algunos profesores.

¿Qué podemos utilizar para la detectar las ideas previas en nuestros alumnos?

Existen diversas técnicas para identificar, clarificar y cuantificar la incidencia de las concepciones alternativas que los alumnos tienen en los distintos campos de las ciencias, por ejemplo, las entrevistas clínicas, las preguntas de tipo abierto, cuestionario para ser pasado a grupos de estudiantes. Un aprendizaje realmente significativo, precisa de actividades problemáticas mediante las cuales los estudiantes puedan cuestionar constantemente sus propias ideas y poner a prueba, en diferentes contextos, los nuevos conocimientos que se vayan introduciendo.

A pesar de que su principal propósito no es el estudio de las concepciones alternativas, los mapas conceptuales (Moreira y Novak, 1988), constituyen otro sistema con el que éstas, en caso de que se tengan, pueden ponerse de manifiesto.

*¿Cómo transformar las ideas previas?*

Reiterando, en aras de mejorar la enseñanza-aprendizaje de la química, el profesor deberá conocer las concepciones alternativas que muestren sus alumnos sobre determinado tema. La transformación de dichas concepciones alternativas en conceptos más cercanos a las concepciones científicas implicaría un conocimiento más significativo y reflexivo para el alumno.

Asimismo, es indispensable que quienes diseñan *curricula*, tomen en cuenta las dificultades inherentes al cambio conceptual en todos los ciclos escolares y den a los contenidos y metodologías los espacios y tiempos adecuados para promoverlo.

Los autores de libros, materiales didácticos (electrónicos, impresos y otros), manuales, etcétera, deben conocer tanto las ideas previas más comunes entre los estudiantes, como las estrategias que se han diseñado para promover el cambio conceptual.



### 1.3 Estrategias de aprendizaje

*¿Qué significa aprender a aprender?*

Las concepciones sobre el aprendizaje han comenzado a abordarse desde diversos enfoques, entre los que se encuentra el fenomenográfico (Marton y Booth, 1997), estudios sobre el desarrollo del metaconocimiento (Lovett y Pillow, 1995; Schwanenflugel, Fabricius y Noyes, 1996), sobre la adquisición de una teoría de la mente de los niños (Gopnik y Méltzoff, 1997; Martí, 1997; Perner, 1991; Wellman, 1990) o sobre las creencias mantenidas por los profesores y alumnos de diversos niveles educativos sobre el conocimiento y su adquisición (Hofer y Pintrich, 1997; Kember, 199/).

En el marco del estudio de las estrategias de aprendizaje se ha propuesto que los alumnos poseen diferentes enfoques del aprendizaje. Estas diferentes formas estarían vinculadas a diferentes concepciones del aprendizaje: aprendizaje como incremento del conocimiento, como memorización, como adquisición de datos de uso, como abstracción de significados, como proceso interpretativo dirigido a comprender la realidad.

A partir de múltiples investigaciones, se ha conseguido identificar que los estudiantes que obtienen resultados satisfactorios, a pesar de las situaciones didácticas a las que se han enfrentado, muchas veces han aprendido a aprender porque:

- ~ Controlan sus procesos de aprendizaje
- ~ Se dan cuenta de lo que hacen
- ~ Captan las exigencias de la tarea y responden consecuentemente
- ~ Planifican y examinan sus propias realizaciones, pudiendo identificar los aciertos y las dificultades
- ~ Emplean estrategias de estudio pertinentes para cada situación

~ Valoran los logros obtenidos y corrigen sus errores

Indudablemente esta forma de aprender a través de la toma de consciente de decisiones facilita el aprendizaje significativo (Ausubel, 1963), pues promueve que los alumnos establezcan relaciones significativas entre lo que ya saben (sus propios conocimientos) y la nueva información (los objetivos y características de la tarea que deben realizar).

A este conocimiento del qué, cómo y por qué estudiar y la experiencia de su eficacia, se le llama *metacognición de la estrategias de aprendizaje*.

La metacognición se refiere a dos realidades igualmente importantes:

- a) Conocer nuestras operaciones o procesos mentales (conocer el qué)
- b) Saber utilizar estrategias para mejorar esas operaciones y procesos (conocer y practicar el cómo)

En este punto, la metacognición regula, por lo menos de tres formas, el uso eficaz de estrategias:

- a) Conocer las estrategias qué son, cómo son, por qué se deben utilizar en las distintas circunstancias o tipo de estudio, para qué sirven, qué características tiene cada una de ellas.
- b) Después hay que observar y comprobar las eficacias elegidas. Ello implica valorar tanto el proceso de aprendizaje seguido como los resultados o productos conseguidos (**autoevaluación**).
- c) Por último, hay que saber readaptar y, en su caso, cambiar las estrategias utilizadas si así lo requiere la tarea (**función reguladora**). La capacidad de aprender por uno mismo (la autonomía en el aprendizaje), se identifica con esta función, necesaria para que el alumno sepa aprender a aprender.

Resumiendo, diríamos con Beltrán (1993) que aprender a aprender no se refiere al aprendizaje directo de contenidos, sino al aprendizaje de habilidades con las cuales aprender esos contenidos.

### *Componentes de las estrategias de aprendizaje*

En la literatura pedagógica se habla frecuentemente, confundiéndolos en muchas ocasiones, de técnicas, métodos, estrategias, procedimientos, habilidades y destrezas para aprender.

A continuación presento una breve clasificación de los términos y de sus relaciones para no confundirlos.

### *¿Qué son las estrategias de aprendizaje?*

Empezaremos por hacer una distinción entre lo que es una “técnica” y lo que es una “estrategia”. Las técnicas pueden ser utilizadas de forma más o menos mecánica, sin que sea necesario para su aplicación que exista un propósito de aprendizaje por parte de quien las utiliza; las estrategias, en cambio, son siempre conscientes e intencionales, dirigidas a un objetivo relacionado con el aprendizaje.

Esto supone que las técnicas puedan considerarse elementos subordinados a la utilización de estrategias. Es decir, la estrategia se considera una guía de las acciones que hay que seguir y que, obviamente, es anterior a la elección de cualquier otro procedimiento para actuar (Nisbet y Shucksmith, 1987; Schmeck, 1988; Nisbet, 1991).

Esta diferenciación puede facilitarse si nos centramos en los objetivos de aprendizaje que se persiguen.

Si las estrategias, como se ha dicho, son modos de aprender más y mejor, es evidente que sólo un uso metacognitivo de las estrategias puede conseguirlo.

## Procedimiento

Podemos decir que el término procedimiento es sinónimo de *estrategias*.

Los procedimientos – en la medida que constituyen un contenido -, han de convertirse en objetivos que se deben programar y han de estar presentes en la evaluación. Los conceptos constituirían el *saber*, propiamente dichos y los procedimientos o estrategias el *saber hacer*.

Clasificación de procedimientos:

- ~ *Procedimiento general* es la estrategia cognitiva que resulta común a diversas materias, por ejemplo la formulación de hipótesis o la deducción de conceptos.
- ~ *Procedimiento específico* constituye una habilidad intelectual específica que desarrolla de manera propia la persona en una materia concreta, por ejemplo, de Geografía es la *situación y orientación en el espacio*.
- ~ *Procedimientos subsidiarios* son aquellos específicos de una disciplina cuyo uso es imprescindible en otra que no los tiene propios, por ejemplo, el cálculo es un procedimiento específicamente matemático.

El procedimiento puede tener una secuencia lógica de pasos: la primera secuencia serían las técnicas del procedimiento, la segunda secuencia serían los pasos de cada técnica y la tercera serían las actividades a realizar.

## Habilidades

Schmeck (1988) afirma que las habilidades son capacidades que pueden expresarse en conductas en cualquier momento porque han sido desarrolladas a través de la práctica (lo cual requiere el uso de estrategias) y que, además, se pueden utilizar tanto consciente como inconscientemente o de modo automático.

Por otra parte, la habilidad también puede ser considerada como un resultado obtenido al haber aplicado adecuadamente una estrategia. En este sentido ser

*hábil* en algo exige, de una parte, poner la capacidad correspondiente y, de otra, dominar algunas estrategias que aseguren el éxito en la tarea de modo habitual.

A sugerencia de Monereo y colaboradores (1999), podríamos clasificar estas prácticas de la siguiente forma:

Habilidades	Estrategias correspondientes
Observar fenómenos	Registro de datos, autoinformes, entrevistas, cuestionarios.
Comparar y analizar datos	Emparejamiento, tablas comparativas, toma de apuntes, subrayado, prelectura, consulta de documentación.
Ordenar hechos	Elaboración de índices alfabéticos o numéricos, inventarios, colecciones y catálogos, distribución de horarios, ordenación topográfica.
Clasificar y sintetizar datos	Glosarios, resúmenes, esquemas, cuadros sinópticos.
Representar fenómenos	Diagramas, mapas conceptuales, planos y maquetas, dibujos, historietas, periódicos, murales, uso del gesto y la mímica.
Retener datos	Repetición, asociación de palabras e imágenes (mnemotecnia).
Recuperar datos	Referencias cruzadas, uso de categorías, técnicas del repaso y actualización.
Interpretar e inferir fenómenos	Parafraseando, argumentación, explicación mediante metáforas o analogías, planificación y anticipación de consecuencias, formulación de hipótesis, utilización de inferencias deductivas e inductivas.
Transferir habilidades	Autointerrogación, generalización.
Demostrar y valorar los aprendizajes	Presentación de trabajos e informes, elaboración de juicios y dictámenes, confección de pruebas y exámenes.

### Destrezas

El diccionario de la Real Academia de la Lengua define el término *destreza* como *habilidad, arte, primor o propiedad con que se hace una cosa*. Así, pues, *destreza* es sinónimo de *habilidad*, por lo que vale cuanto se ha dicho anteriormente.

### Métodos y técnicas

El método didáctico podría definirse como la organización racional y práctica de los medios y procedimientos de enseñanza para dirigir el aprendizaje de los alumnos hacia los resultados deseados. De esta manera, un método supone, por una parte, una sucesión ordenada de acciones y, por otra, que estas acciones sean estrategias más o menos complejas entre las que encontramos primordialmente las técnicas.

Las técnicas son acciones más o menos complejas que pretenden conseguir un resultado conocido y que son exigidas para la correcta aplicación de un determinado método (Bernardo,1991).

Así tenemos que, según Bernardo el método seguido por un profesor al desarrollar determinada unidad didáctica asumiría los siguientes pasos:

- ~ Exposición del profesor
- ~ Trabajo en equipo
- ~ Discusión de resultados y conclusiones en plenaria
- ~ Considerar los conocimientos previos
- ~ Elaborar conclusión o resumen sobre el tema expuesto
- ~ Repasar continuamente el resumen elaborado
- ~ Trabajo en equipo para relacionar los aprendido con el mundo exterior
- ~ Evaluar la unidad

El objetivo de usar las técnicas y métodos de modo metacognitivo supone analizar las ventajas de alguno de estos procedimientos sobre otro, en función de las características de la actividad a realizar, reflexionando sobre cuándo y por qué es útil aquella técnica o aquel método en cuestión, lo cual supone enseñar a los alumnos a planificar su tarea, a controlar el proceso mientras la resuelven y valorar el modo en que se ha llevado a cabo.

Finalmente, algunos aspectos importantes sobre la adquisición de las estrategias se describen a continuación:

- ~ Ciertas estrategias son adquiridas sólo con instrucción extensa, mientras que otras se aprenden muy fácilmente, tanto que incluso parecen surgir “espontáneamente” (Garner y Alexander, 1989).

- ~ Algunas estrategias suelen ser muy específicas para dominios particulares, mientras que otras tienden a ser valiosas para varios de ellos (generalmente relacionados entre sí).
- ~ El aprendizaje de las estrategias depende además de factores motivacionales (por ejemplo, de proceso de atribución “interno”) del aprendizaje y de que se perciban como verdaderamente útiles.
- ~ La selección y el uso de estrategias en la situación escolar también depende en gran medida de otros factores contextuales, dentro de los cuales se distinguen: las interpretaciones que los alumnos hacen de las intenciones o propósitos de los profesores cuando éstos enseñan o evalúan (Ayala, Santiuste y Barriguete, 1993), la congruencia con las actividades evaluativas, y las condiciones que afectan el uso espontáneo de las estrategias (Thomas y Rohwer, 1986).
- ~ Las estrategias de apoyo permiten al aprendiz mantener un estado mental propicio para el aprendizaje y se incluyen, entre otras, estrategias para favorecer la motivación y la concentración, para reducir la ansiedad, para dirigir la atención a la tarea y para organizar el tiempo de estudio (Dansereau, 1985; Weinstein y Underwood, 1985). Las estrategias de apoyo tienen un impacto indirecto sobre la información que se ha de aprender y su papel es mejorar el nivel de funcionamiento cognitivo del aprendiz.

### *Participación del docente en la promoción de estrategias de aprendizaje*

Partiendo de que el profesor tiene que saber tanto enseñar como aprender, surgen dos preguntas. La primera sería: ¿Qué ha de aprender el profesor sobre el uso metacognitivo de las estrategias de aprendizaje? Cualquier aprendiz de estrategias, incluido el profesor debe poseer dos requisitos fundamentales (Monereo, 1999):

- a) Reflexionar sobre el estado de los propios conocimientos y habilidades. Esto implica plantearse y responder a preguntas como éstas: ¿Soy capaz de tomar notas sintéticas en una charla o conferencia? ¿Sé cómo ampliar mis conocimientos profesionales)
- b) Saber regular la propia actuación para realizar una tarea o resolver un problema, lo cual debe llevar a plantearse y resolver interrogantes como estos: ¿Cuáles son los objetivos que pretendo conseguir? ¿Qué conocimientos necesitaré para hacer bien mi tarea? Si volviera a hacer esta tarea, ¿qué factores del proceso modificaría? ¿Me atengo al tiempo de que dispongo?

La segunda pregunta se refiere a qué requisitos son necesarios para que el profesor aprenda sus propias estrategias de aprendizaje en forma metacognitiva. Baker y Brown (1984).

Consideran que cualquier programa que tenga como objetivo formar en el uso metacognitivo de las estrategias de aprendizaje ha de cumplir, para ser efectivo, tres requisitos generales:

- a) Entrenamiento y práctica en el uso de procedimientos de aprendizaje
- b) Revisión y supervisión en la utilización de éstos
- c) Análisis del resultado de estos procedimientos y de su utilidad en situaciones educativas reales

Y exactamente lo que debe hacer el profesor como aprendiz de estrategias, con la intención de enseñar posteriormente a sus alumnos lo que ha aprendido. Deberá saber, al preparar sus clases:

- a) Lo que aprende o ha aprendido
- b) Cómo lo ha aprendido



c) Cuándo y con qué finalidad utilizará el contenido aprendido

El profesor debe aprender los contenidos de su materia de forma estratégica y metacognitiva para poder enseñar al alumno a aprender.

¿Cómo debe actuar, pues, el profesor?

Podemos resumirlo, siguiendo a Monereo y otros (1999), y con las aportaciones de nuestra propia experiencia:

- a) Propiciar procedimientos de trabajo e investigación similares a los que el desarrollo científico ha propiciado
- b) Explicar las relaciones existentes entre lo que enseñamos y cómo lo enseñamos, ofreciendo modelos de aprendizaje sobre cómo aprender la materia y qué podemos hacer con lo que hemos aprendido
- c) Reflexionar sobre los procesos de pensamiento seguidos por los alumnos para la resolución de problemas dentro del aula
- d) Establecer sistemas de evaluación que permitan la reelaboración y reflexión de las ideas enseñadas, y no sólo su réplica memorística

Se trata de que el alumno camine desde una inicial dependencia del profesor hacia una competencia y autonomía cada vez mayores en el control de su propio aprendizaje.

*¿Qué estrategias hay que enseñar?*

En este punto hay que considerar lo que en psicología se considera *transferencia del aprendizaje* que se refiere a la influencia que un aprendizaje ya adquirido tiene en la adquisición de otros nuevos y en la solución de problemas en contextos también nuevos. Para transferir una estrategia, el individuo ha tenido que conocer y observar su utilidad (metacognición) y cuándo ha resultado

útil. Es decir, si los alumnos comprueban la conveniencia de usar una estrategia determinada, es muy probable que la sigan empleando en tareas distintas.

En referencia a lo anterior se deducen estos consejos:

- a) Realizar los ejercicios hasta comprender y dominar bien los principios del programa
- b) Resaltar los paralelismos existentes entre la realización de los ejercicios del programa y la de las demás actividades escolares
- c) Aplicar los principios del programa al aprendizaje de las distintas asignaturas (Burón, 1993)

¿Cuándo enseñar las estrategias?

De acuerdo con la experiencia de varios autores (véase por ejemplo Burón, 1993 y Bernardo, 1998) se propone el siguiente plan:

- a) Utilizar desde el inicio de la escolarización métodos de enseñanza de lectura, que incidan en la comprensión.
- b) Cultivar la expresión escrita y oral, y proporcionar orientación básica en el uso de la atención y de la memoria y en el saber escuchar.
- c) En primaria y secundaria, además de lo ya mencionado, añadir enseñanza explícita de estrategias de memorización para recordar vocabulario, definiciones, listas, fórmulas, etc.; realización de síntesis y esquemas; enseñanza explícita de estrategias para los exámenes; iniciación al uso de mapas conceptuales; enseñanza explícita de razonamiento matemático y solución de problemas, etc.
- d) Además de todo lo anterior, en el Bachillerato y en la Universidad se intensificará la enseñanza concreta sobre cómo utilizar la biblioteca, cómo

tomar apuntes, cómo organizar y archivar la información en el estudio y cómo realizar trabajos monográficos y hacer citas bibliográficas.

Una vez implantado este programa general, se irán introduciendo programas, específicos acordes con la edad, los problemas y las circunstancias de los alumnos, de las materias y del propio centro escolar.

### *¿Cómo hay que enseñar las estrategias?*

Borkowski y otros (1990) manifiestan que los estudiantes deben participar activamente y analizar la forma en que las estrategias aprendidas inciden en los resultados que obtienen. De este modo se facilita el mantenimiento y la generalización de su utilización. Una información que no tenga en cuenta esta participación del estudiante puede lograr aumentar el conocimiento teórico de las estrategias, pero no su utilización funcional (Monereo , 1999).

Un buen sistema puede ser dedicar, a principio de curso, algunas horas a enseñar a los alumnos los aspectos de las estrategias que son comunes a las diferentes materias, responsabilizándose después cada profesor de enseñar a sus alumnos a aplicar esos principios generales al estudio de su asignatura concreta, junto con las estrategias específicas de las mismas.

La actuación del profesor debe tener un doble sentido: por una parte la de enseñar el uso metacognitivo de las estrategias para mejorar el autoconcepto; por otra, contribuir a que el alumno conozca y controle sus propias capacidades y habilidades, como medio necesario para conseguir que adquiera y use de forma adecuada las estrategias de aprendizaje.

En resumen: aprender estratégicamente significa que el alumno debe controlar de forma cada vez más autónoma su propio proceso de aprendizaje, para lo cual, entre otras cosas, debe ser capaz de conocer y controlar la influencia que pueden tener en este proceso sus características personales como aprendiz.

## *Motivación y estrategias de aprendizaje*

¿El uso adecuado de las estrategias de aprendizaje favorece la motivación?

¿Los alumnos más motivados usan mejor las estrategias de aprendizaje?

Monereo y colaboradores (1994), nos dicen “Para estar motivado hacia metas de aprendizaje es necesario conocer la forma de resolver la tarea o problema que se plantea, ya que, en caso contrario, llegará un momento en que el interés quedará inevitablemente reducido por la falta de éxito”.

Lo que se pretende no es sólo que los alumnos conozcan las estrategias –lo cual es muy importante, por otra parte–, sino que las usen de forma continuada para que se conviertan en hábito de trabajo y estilo de aprendizaje, de forma que sean guías del trabajo escolar diario.

Podemos concluir que hay tres métodos para enseñar las estrategias:

- a) *El rutinario*. Se les exige a los alumnos hacer un trabajo de forma determinada, pero no se les explica por qué deben hacerlo precisamente de esa forma, con lo cual no descubren si es o no mejor que otra. Este tipo de enseñanza puede servir para aprender, pero no para aprender a aprender
- b) *La comprensiva*. Se les explica, además, por qué deben hacerlo así, resaltando su importancia y utilidad
- c) *La metacognitiva*. Donde el alumno comprueba la utilidad de la estrategia recomendada, que descubra por sí mismo qué estrategias son más eficaces en cada situación, que aprenda a aprender

Porque el alumno que ha aprendido a aprender, sabe trabajar por sí mismo y autorregular sus sistemas de trabajo ya que auto-observa sus estrategias, comprueba su eficacia y descubre nuevas técnicas sin la guía constante de otra persona.

## **1.4 Unidad didáctica (UD)**

*¿Qué son las unidades didácticas?*

Desde las diferentes experiencias alternativas a los modelos tradicionales que se desarrollan en el aula de clase invitan con bastante frecuencia a pensar en dos palabras: investigación e innovación. Estos dos grandes conceptos se pueden ver desde diferentes puntos de vista, lo cual nos abre un abanico de posibilidades para diseñar una estrategia metodológica que nos permita acercar al estudiante a conocer, analizar y comprender cada vez más el mundo que le rodea (Galindo y colaboradores, 2005). Frente a este marco y para orientar el proceso enseñanza-aprendizaje durante este proyecto de investigación, se diseña una unidad didáctica. Considerando que en la literatura podemos encontrar diversas definiciones para la UD, aquí menciono las que a mi juicio resultan ser las más objetivas y completas:

- a) Una unidad didáctica (UD) es una estrategia metodológica en la labor docente para la planeación y organización de un objeto de estudio, que más que ser un tema específico del conocimiento científico, es un concepto estructurante de las ciencias naturales o de una teoría científica en donde se puedan establecer diferentes clases de interacciones entre contextos y sobre todo en donde la historia de las ciencias juegue un papel relevante en su estructura y desarrollo (Galindo, 2005).
- b) Sistema que interrelaciona los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, con una alta coherencia metodológica interna, empleándose como instrumento de programación y orientación de la práctica docente. Se estructura mediante un conjunto de actividades que se desarrollan en un espacio y tiempo determinado para promover el aprendizaje de los estudiantes (García, 2004).

Podemos entonces concluir que una UD responde a las preguntas: qué, cómo y cuándo enseñar y evaluar, de forma organizada.

Así, la unidad didáctica supone una unidad de trabajo articulado y completa en la que se deben precisar los objetivos y contenidos, las actividades de enseñanza y aprendizaje y evaluación, los recursos materiales y la organización del espacio y el tiempo, así como todas aquellas decisiones encaminadas a ofrecer una más adecuada atención a la diversidad del alumnado.

De otra manera, el diseño de unidades didácticas es una herramienta que le permite al profesor planificar la finalidad de su labor docente, de tal forma que sea esta una construcción de conocimiento y no una transmisión de los mismos, se busca establecer relaciones conceptuales significativas y coherentes con los recursos del medio y las necesidades del estudiante y la sociedad. Lo anterior porque un profesor “no enseña lo que no sabe” ni es posible llevar a cabo una unidad didáctica que no se fundamente en un conocimiento específico y que interrelacione lo que se pretende enseñar, el cómo y para qué del mismo (Ladino, 2005).

La UD pretende estimular la creatividad y el interés de los alumnos por el conocimiento científico; por esta razón, en este trabajo de tesis se han formulado estrategias de aprendizaje que promueven el aprendizaje significativo Ausubeliano, considerando el aprendizaje de la ciencia no solamente como un cambio conceptual, sino también como un cambio metodológico y actitudinal (Gil Pérez y colaboradores, 1999).

*¿De qué se componen y cómo se elaboran las unidades didácticas?*

Para el diseño de la unidad didáctica podemos encontrar algunos modelos a seguir, por ejemplo:

- a) Se ha considerado como modelo para el diseño de la unidad didáctica (UD), la propuesta de Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M. V. (1993),<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Sánchez, G. y Valcárcel, M. V. 1993. Diseño de Unidades Didácticas en el Área de Ciencias

quienes proponen como puntos importantes a desarrollar: análisis científico, análisis didáctico, selección de objetivos, selección de estrategias didácticas y selección de estrategias de evaluación, para más detalles se puede consultar el mapa conceptual del **ANEXO 1**.

- b) En el diseño de una unidad didáctica, debemos establecer básicamente (Gómez, 1993):

Indagación de ideas previas de los alumnos; planteamiento de los objetivos didácticos para la estructura y organización de la unidad didáctica, desarrollo y selección de los conceptos fundamentales, desarrollo y secuencia de contenidos, materiales didácticos, sugerencias de evaluación y bibliografía, ver **ANEXO 2**.

## **1.5 Evaluación**

*¿Qué es evaluación?*

La evaluación en general es el proceso mediante el cual se emiten juicios en torno a un atributo (Quesada, 1998) o entorno al resultado de una actividad. La evaluación se define, también, con el propósito de tomar decisiones, usada en su amplia concepción, incluye todos los métodos posibles para determinar en qué extensión los estudiantes están logrando los objetivos educativos que se pretenden (Gronlund, 1998), así, la evaluación al servicio de la instrucción debe ser continua, comprensiva, diversificada en métodos, procedimientos y técnicas. Por otro lado, un sistema de evaluación puede ser juzgado o evaluado para conocer el grado de confiabilidad, validez y pertinencia que tienen los supuestos procesos, instrumentos, datos y juicios que incorpora, como es nuestro caso. Si éstos cumplen con los criterios enunciados, las inferencias que se realicen sobre ellos serán adecuadas; de otro modo, se corre el riesgo de llegar a conclusiones equivocadas.

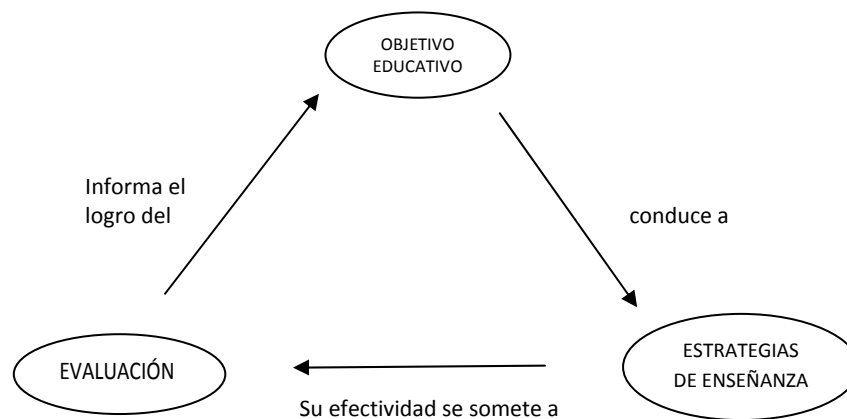
---

Se observan entonces diferentes categorías de evaluación, de acuerdo al propósito que se tenga. La evaluación de los aprendizajes es el proceso que permite emitir juicios de valor acerca del grado cuantitativo y cualitativo de lo aprendido (Quezada, 1988).

En las actividades educativas en particular, el proceso evaluativo se propone también para obtener información acerca de los logros de sus objetivos.

La evaluación, junto con los objetivos educativos y las estrategias de aprendizaje, es parte integrante del proceso educativo.

El siguiente diagrama se ilustra la interrelación:



Existen, diferentes tipos de evaluación, así como diversas técnicas y procedimientos asociados con ellas.

*¿Qué evaluar?*

La respuesta es "Los propósitos u objetivos de la educación", y estos son múltiples, se habla de adquirir conocimientos, habilidades, actitudes, como contenidos de los programas de educación en ciencias.



Los objetivos se refieren a:

1. Tipo de contenido a aprender (hechos, conceptos, procedimientos, estrategias, principios, etc.).
2. Tipo de operación o tarea a realizar con esos contenidos (recordar, comprender, analizar, sintetizar, aplicar, valorar, etc.).
3. Tipo de aprendizaje (información verbal, destrezas motoras, destrezas intelectuales, actitudinales).

Los objetivos sirven de guía en los procesos de instrucción y de evaluación pero no son suficientes pues no informan de las estrategias que el estudiante sigue para su logro. Esta información se consigue a través del análisis de tareas que se desea enseñar y del análisis cognitivo del proceso del pensamiento que el estudiante emplea en el aprendizaje de la tarea propuesta.

En general los conocimientos, habilidades y actitudes que un programa contiene constituyen los *contenidos*. Se habla así de contenidos declarativos, contenidos procedimentales y contenidos actitudinales.

Los contenidos propuestos dependen del área que se estudie, del contexto, del enfoque, de la estructura de la disciplina, etcétera, y pueden clasificarse en hechos, conceptos, procedimientos.

Los hechos y los conceptos son considerados por muchos autores como *contenidos declarativos*. Se sabe decir, se sabe declarar acerca de los hechos, de los conceptos, en forma oral o en forma escrita.

A los procedimientos se les llama *contenidos procedimentales*. Se sabe hacer, se sabe operar, se sabe actuar con objetivos y con información, se sabe usar y aplicar los conocimientos de hechos y conceptos (Coll y Pozo, 1995).

### *¿Cuándo evaluar?*

En cuanto a los tipos de evaluación, se encuentran:

- a) La evaluación diagnóstica o inicial. Se realiza para predecir un rendimiento y determinar el nivel de aptitud previo al proceso educativo, busca determinar cuáles son las características del alumno previo al desarrollo del programa. La metodología y procedimientos que se han diseñado hasta la fecha para analizar lo que se conoce como preconcepciones, ideas intuitivas o teorías personales de los estudiantes, parten desde la perspectiva de este tipo de evaluación, aunque cabe señalar que aún sigue siendo difícil su aplicación con tales fines.
- b) Evaluación formativa.
- c) Durante el proceso se debe realizar una evaluación constante. Ésta es el tipo de evaluación más importante. Es la que debe tener la mayor atención, ya que vinculada al proceso de enseñanza-aprendizaje, constituye una estrategia indispensable en el aula.

Brevemente sus beneficios son los siguientes:

- ~ A diferencia de una estrategia de enseñanza o una actividad de aprendizaje, la estrategia de evaluación formativa incluye una puntuación o una escala de cualidades con la que se informa al alumno del grado que ha alcanzado un objetivo educativo preciso
- ~ Se puede emplear la misma puntuación o escala de cualidades en cualquier estrategia de evaluación, incluidas las de enseñanza-aprendizaje
- ~ Es una manera de saber cuál de los alumnos necesita ayuda

- ~ Informa cómo está funcionando el plan de trabajo del profesor con un grupo determinado
- ~ Informa también del punto preciso en el que deben hacerse correcciones para mejorar el proceso docente
- ~ Muestra el grado de calidad que tienen los reactivos o instrumentos de evaluación que se diseñan
- ~ Si se diseñan con cuidado los reactivos sirven de motivación a los alumnos

c) La evaluación sumativa.

Se refiere a la estructura de un balance realizado después de un periodo de aprendizaje al término de un programa o curso. Sus objetivos son calificar en función de un rendimiento. La respuesta a cuando evaluar puede resumirse en la palabra **siempre**. Es, también muy importante incluir la evaluación de actitudes.

*¿Cómo evaluar?*

Al respecto, se entiende que los procedimientos de cómo evaluar deben ser multi-estratégicos, pues los objetivos a cumplir son múltiples. Se sugiere el uso instrumentos como listas de características, tablas comparativas, pruebas de opción múltiple, mapas mentales, geográficos, etc., que muestren que el alumno va estructurando los nuevos conocimientos en su acervo conceptual. Se presenta aquí una clasificación de estos instrumentos:

- a) De ordenamiento. Consisten en la ordenación de los elementos de una serie construida según una norma. Es muy lenta y sobre todo la puntuación es discutible.
- b) De multiítem de base común. Consisten en la utilización de un material común para la preparación de pruebas con objetivos múltiples. Se utilizan para medir resultados de aprendizaje que implican procesos complejos

como: capacidad para interpretar datos, inferir conclusiones, definir problemas, analizar relaciones, planear experimentos, formular hipótesis, advertir errores, verificar falacias lógicas, etc.

- c) Pruebas orales. Es un método algunas veces memorístico que, según se piensa, es poco usado.
- d) Pruebas de ejecución. En este tipo de pruebas se pide al sujeto una actividad real para comprobar el dominio de una materia. La comprobación toma en cuenta tanto los procesos como los productos. La información que aporta una prueba ejecutiva es mucho más amplia que cualquier otro tipo de prueba.
- e) Mapas conceptuales. Es un procedimiento gráfico para comunicar nuestro conocimiento sobre ciertos conceptos y cómo están relacionados entre sí en forma de proposiciones verbales. Para evaluar el grado de jerarquización, diferenciación e integración conceptual se utiliza este método, basado en la teoría del aprendizaje cognitivo.

Es importante mencionar que en función de los objetivos que deseemos evaluar, escogeremos el tipo de prueba que mejor se ajuste a nuestra búsqueda y con ella se medirá.

### *¿Qué es la metaevaluación?*

Este término aparece en la búsqueda de la calidad, la validez y la fiabilidad de la evaluación, es decir “para evaluar la evaluación”. Se recomienda la implementación de procesos de metaevaluación a la evaluación, en general, y a la evaluación de programas, en particular, fundamentada en el uso y la utilidad de la información que se derivé de la evaluación en respuesta a la demanda social sobre la calidad de la educación.

La Metaevaluación y la Evaluación generan un círculo autoreferente sobre la calidad, en última instancia, de los programas evaluados y del desarrollo de los mismos hacia su mejora.

## *¿Cómo elaborar los instrumentos de evaluación?*

Lo primero que hay que tener claro es *¿qué evaluar?* La respuesta a esta pregunta es lo que nos permitirá llegar a la parte central de la evaluación: la necesidad, planeación, diseño y construcción de un instrumento que nos permita medir o evaluar el constructo, rasgo o atributo que tengamos como objeto de estudio.

Cabe señalar que por instrumento de evaluación se entiende, de acuerdo con Reyes Lagunes (1993), “una situación estandarizada experimental en la que obtenemos una muestra representativa de conductas en las que se refleja la característica o atributo que queremos medir”.

Y para lograr este objetivo es indispensable dar respuesta a las siguientes preguntas:

- a) *¿Qué quiero medir?*
- b) *¿De quién lo quiero medir?*
- c) *¿Para qué lo quiero medir?"*

Es decir, un instrumento debe permitir obtener una muestra representativa de conductas en las que se refleje la característica que queremos medir. Por ejemplo, al hablar de adquisición de conocimientos hay entender que por sí misma no se mide la adquisición sino todo un conjunto de manifestaciones conductuales, cognitivas y afectivas que determinan lo que llamamos adquisición de conocimientos y puede particularizarse esta característica tanto como sea conveniente para la investigación que se esté realizando.

Con respecto a las tres preguntas planteadas, cada una de ellas nos permite “acercarnos” más al constructo a medir.

- ~ *¿Qué quiero medir?* Determina los indicadores que en su conjunto formarán el constructo o rasgo a medir.

- ~ ¿De quién lo quiero medir? Indica las áreas de incidencia que abarcará el constructo, y no precisamente se tiene que entender que esta cuestión responde únicamente al tipo de sujetos con quienes se trabajará, sino también las áreas de dominio que interesan medir, por ejemplo.
- ~ ¿Para qué lo quiero medir? Permite orientar y clasificar el instrumento: de diagnóstico, pronóstico, de evaluación, entre otros.

La clasificación de los instrumentos de acuerdo al mayor reconocimiento que se tiene entre los docentes (Lafourcade, 1998), es:

1. Instrumentos y pruebas empleados predominantemente en el área cognoscitiva.
  - ~ Pruebas de lápiz y papel. Requieren algún tipo de respuesta, ensayo o composición, respuestas guiadas, respuestas breves, requieren la selección de algún tipo de respuesta, falso y verdadero, falso y verdadero con requisitos, siempre-nunca-a veces, opciones múltiples.
  - ~ Pruebas orales. Pueden ser formales, informales, de ejecución o funcionales.
2. Instrumentos y técnicas que complementan datos sobre el rendimiento escolar del alumno: Técnicas de observación, registros de hechos significativos de la vida escolar, listas de cotejo, escalas de calificaciones, cuestionarios, inventarios, entrevistas.

Los ítems que integran estos instrumentos, se pueden dividir en dos grupos:

1. Aquellos en los que el estudiante elabora su propia respuesta (respuesta libre).
  - ~ La pregunta o ítem de ensayo (exige una respuesta extensa)

- ~ La pregunta de respuesta breve (exige una respuesta de una o dos oraciones)
  - ~ La pregunta de completamiento (exige una respuesta de una palabra o frase)
2. Aquellos en los que el estudiante elige su respuesta entre varias posibles (respuesta estructurada).
- ~ la pregunta de respuesta alternativa (verdadero-falso)
  - ~ la pregunta de opción múltiple
  - ~ La pregunta de igualamiento o aparejamiento
  - ~ La pregunta de jerarquización

Siguiendo las anteriores clasificaciones, hay que señalar que la superioridad de una prueba o instrumento sobre otro depende únicamente de la relación con el objetivo central de la investigación que se esté realizando. Los propósitos de lo que deseamos lograr determinarán, por un lado, la teoría psicológica y psicométrica y, por otro, la metodología.

Las características fundamentales de los instrumentos son:

- ✓ **Validez.** Considerada como la precisión con que un instrumento mide aquella característica para la cual fue diseñada, es decir, la exactitud con que se miden realmente los rasgos o las conductas que se pretenden medir.
- ✓ **Confiabilidad.** Se dice que un instrumento es confiable cuando, al ser aplicado en diversas ocasiones a una misma población o a varios conjuntos de sujetos con características semejantes, se obtienen resultados similares. Además está dada por el grado de consistencia entre mediciones sucesivas a sujetos similares con el mismo instrumento.

- ✓ **Practicidad.** Esta característica se relaciona con la factibilidad del empleo de un instrumento, para lo cual deben ser considerados los siguientes factores: tiempo empleado en la elaboración del instrumento, costo, administración práctica, tiempo de administración, trabajo de calificación fácil y rápida, obtención de indicadores válidos y confiables y utilidad de la información que se recabe.

Mientras que es posible estudiar la fiabilidad de un instrumento de medida sin preguntarse por la naturaleza de lo que el instrumento mide, no es posible estudiar la validez sin preguntarse por el significado de lo medido (Kerlinger, 1975).

Es importante mencionar que en función de los objetivos que deseemos evaluar, escogeremos el tipo de prueba que mejor se ajuste a nuestra búsqueda y con ella se medirá. A continuación se describe algunos tipos de pruebas.

Pruebas de conocimientos y habilidades

- a) **Pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta:** Es la técnica indicada cuando se quiere evaluar la capacidad del sujeto para organizar y estructurar la información sobre un problema complejo y la búsqueda de soluciones. La resolución del problema puede requerir el uso de todos los procesos cognitivos: memoria, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Como prueba de ensayo, concede más libertad al alumno para que exponga sus ideas con absoluta espontaneidad y creatividad, permitiendo organizar la respuesta según su estilo personal de aprender. Sus desventajas son: que dificulta la objetividad de la calificación, existe el problema de la fiabilidad de interjueces, cobertura insuficiente en el campo del aprendizaje, dificultad al hacer el muestreo del rendimiento y confusión entre capacidad expresiva y verdadero dominio de la materia.
- b) **Pruebas de respuesta limitada.** El aprendizaje de los alumnos queda reflejado con presión y brevedad. El alumno no tiene posibilidad de expresar



su individualidad como aprendiz, ni su imaginación, creatividad, hábitos y actitudes como en las pruebas de respuesta libre. No obstante, como instrumentos de medida de conocimientos son verdaderamente valiosos y su utilidad imprescindible. Son las más fáciles de valorar y la objetividad y fiabilidad están más aseguradas.

- c) **De complementación.** Consisten en la presentación de textos a los que les faltan partes que el alumno debe rellenar. Son adecuadas para medir una amplia variedad de resultados del aprendizaje: conocimiento de la terminología, conocimiento de hechos específicos, conocimiento de principios y generalizaciones, aplicación de principios y resolución de problemas, etc. Como ventajas presentan facilidad de construcción y corrección, la amplia aplicabilidad y la economía de tiempo. Entre sus inconvenientes se destacaría la imposibilidad de su uso si se pretende medir resultados complejos del aprendizaje o cualquier rendimiento que no se pueda expresar en una palabra.
- d) **De selección.** Son aquellas en las que se debe escoger, entre las respuestas ofrecidas, la que sea más adecuada a la pregunta.
- e) **Verdadero-falso.** En esta prueba se pide al estudiante que indique si una afirmación es verdadera o falsa.
- f) **Opción múltiple.** Son superiores a todos los demás tipos de pruebas para medir objetivos como: capacidad para inferir conclusiones, predecir situaciones, discriminar relaciones, interpretar, evaluar, extrapolar, etc.; además de que en este tipo de pruebas se puede hacer un estudio de los errores cometidos al elegir, no la respuesta correcta, sino alguna de las respuestas distractoras. Algunas de sus ventajas son: control del azar, neutralización de la tendencia a la respuesta en serie, calificación objetiva, diagnóstico de áreas mal aprendidas a través de análisis de los errores, mide aprendizajes complejos. Algunas de sus desventajas son que no sirve

para medir los objetivos dependientes del pensamiento creador ni los objetivos cognitivos superiores y tiene dificultad de su construcción.

g) **Emparejamiento.** Lo que se pide al sujeto es que relacione los elementos de dos conjuntos de acuerdo con las consignas que se le dan. Este tipo de pruebas se utiliza para evaluar el conocimiento de tipo: causa-efecto, sucesos-fechas, elementos-funciones, sustancias-propiedades, términos-definiciones, autores-obras, principios-ejemplos, etc. Las ventajas son:

- ~ Utilidad para evaluar objetivos como: asociación, identificación, relación y clasificación, entre otras.
- ~ Rapidez para medir información actual y
- ~ Elaboración relativamente fácil.

Los inconvenientes son: difíciles de utilizar en la medida del análisis, síntesis, aplicación, etc., dificultad de puntuación y dificultad de hallar dos distractores equivalentes.

*¿Qué es la validación?*

La validación de un material o instrumento requiere un proceso de investigación, el cual pretende como primera instancia, reconocer el valor a través de su eficacia para alcanzar el aprendizaje. Como marco de referencia en el proceso educativo se requiere comparar los resultados con los fines que indica no sólo el programa de estudios de una institución educativa, sino hasta los propósitos institucionales delineados en su Plan de Estudios.

## **METODOLOGÍA**

### **2. ENFOQUE DISCIPLINARIO**

Dentro de los planes de estudio del Colegio de Ciencias y Humanidades, la enseñanza de la materia de Química, contribuye a la cultura básica del bachiller promoviendo aprendizajes que "...le permitirán desarrollar un pensamiento flexible y crítico, de mayor madurez intelectual, a través de conocimientos básicos que lo lleven a comprender y discriminar la información que diariamente se presenta con visos de científica (es decir, que disminuya la incidencia del pensamiento mágico y doctrinario como explicación del mundo natural); a comprender fenómenos naturales que ocurren en su entorno o en su propio organismo; a elaborar explicaciones racionales de estos fenómenos; a valorar el desarrollo tecnológico y uso en la vida diaria, así como a comprender y evaluar el impacto ambiental derivado de las relaciones hombre-ciencia y tecnología-naturaleza" (Plan de Estudios Actualizados, 1996).

En este contexto, en el programa de química del CCH, el concepto de enlace químico resulta ser fundamental dentro de la enseñanza de la química por ser uno de los seis principales conceptos que forman la parte estructural del programa, De igual forma, para numerosos investigadores, el concepto de enlace químico es relevante para la enseñanza de la química ya que como nos comentan Núñez y colaboradores (2001), el concepto es de importancia para la comprensión de la relación entre la estructura electrónica, las fuerzas en los enlaces químicos, la geometría molecular y las propiedades de una sustancia.

Lamentablemente, los alumnos encuentran dificultad para el entendimiento del concepto de enlace químico. Este concepto que además de poseer una naturaleza abstracta (Ben-Zvi y colaboradores,1988); muchas veces lo relacionan con el lenguaje cotidiano en el cual tiene significados diferentes. Existe , una línea importante de investigación al respecto que ha estudiado las ideas previas de los

alumnos sobre este concepto (Birk y Kurtz, 1999; Boo, 1998; Coll y Taylor 2001, 2002; Coll y Treagust, 2001, 2002,2003; Harrison y Treagust, 2000; Niaz, 2001b; Nicoll, 2001; Peterson et al, 1986, 1989; Robinson, 1998; Taber, 1994; Tan y Treagust, 1999). Considerando la temática curricular para el enlace químico en el programa de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, presento una relación de estas ideas previas encontradas en la literatura junto con la bibliografía correspondiente (**ANEXO 3**).

Aquí señalaré, por ejemplo, ideas tales como: “el enlace químico es una entidad física, es materia” (De Posada,1999), ya que en base a mi experiencia docente generalmente los alumnos conciben el enlace químico como una cuerda. Esta idea se fija en la mente de los alumnos con un vigor tal que las convierte en verdaderas barreras epistemológicas, haciendo realmente difícil que se puedan apreciar las ventajas del punto de vista científico, recordemos en este punto que las ideas previas más persistentes son aquellas que están más intensamente relacionadas con las experiencias personales cotidianas, con las "evidencias de sentido común" que no necesitan ser cuestionadas (Carrascosa y colaboradores, 1991; Campanario 1995).

Como pretendo que esta propuesta tenga un carácter integral, mencionaré el siguiente ejemplo como una de las ideas previas que los alumnos tienen en el campo de la electrostática.

Según resultados de estudios realizados en este campo (Furió y Guisasola, 1999) los alumnos no aplican correctamente la tercera ley de Newton para una interacción electrostática entre dos cargas puntuales con la misma masa ( $m$ ) pero con cargas diferentes ( $q$ ). Parece ser que los estudiantes consideran de forma errónea la cuestión de que “a mayor carga, mayor fuerza”, y esto hace que se viole principio de acción y reacción (la simetría de la fuerza de interacción), impartido al estudiar las leyes de Newton.

En cuanto a los fenómenos de electrización y a la naturaleza eléctrica de la materia, diversos trabajos (Furió y Guisasola, 1993; Galili, 1995; Furió y Guisasola, 1998a)

han demostrado que, a la hora de interpretar los fenómenos de electrización, los estudiantes no tienen en cuenta el modelo microscópico sobre la naturaleza eléctrica de la materia aceptado por la comunidad científica. Esto les lleva a considerar, por ejemplo, que un conductor se electriza por frotamiento, independientemente de que esté aislado o no, o que un aislante no puede electrizarse, olvidándose por completo de los fenómenos de polarización que sufren. En este último caso, llama la atención la explicación que dan los estudiantes a por qué un bolígrafo atrae a los trocitos de papel próximos a él, si previamente lo hemos frotado sobre un paño de lana. Para ellos la causa fundamental es que existe una atracción entre los trocitos de papel y el bolígrafo porque ambos tienen cargas de signo opuesto, quedando convencidos de que los trocitos de papel poseen carga neta distinta de cero. Podemos decir que los estudiantes invierten la relación causa-efecto, es decir, los cuerpos se atraen, y por tanto, están cargados con distinta carga, lo que nos lleva a considerar erróneamente que los trocitos de papel están cargados. La consideración real de causa y efecto sería que cuando dos cuerpos están cargados con distinto signo se produce una atracción entre ellos, una de las explicaciones correcta para este caso sería que cuando el bolígrafo cargado se acerca a los trocitos de papel las moléculas de este se polarizan, así, el signo de la carga más cercana al bolígrafo es contrario al de la carga del papel atrayéndose mutuamente.

Por otro lado, en la didáctica de la química, la enseñanza-aprendizaje del concepto de enlace químico se lleva a cabo a través de una gran variedad de modelos, desde los modelos analógicos hasta los modelos abstractos más sofisticados los cuales presentan un alto grado de complejidad matemática (Coll y Taylor, 2002; Coll y Treagust, 2003; Fensham, 1975), como el modelo de la mecánica cuántica.

Algunos autores sugieren que, en el nivel introductorio, la enseñanza del concepto de enlace químico con modelos altamente abstractos puede ser contraproducente (Shiland, 1997), sin embargo, un estudio de investigación realizado por Coll y Treagust en el 2001 indica que el hecho de que los alumnos "inexpertos" prefieran utilizar modelos simples para la explicación del concepto, no significa

necesariamente que limiten su comprensión y aplicación hacia modelos más sofisticados.

Según lo sugerido por Coll y Treagust (2001b), no tendría sentido eliminar los modelos complejos de los planes de estudio sólo porque los estudiantes prefieren utilizar modelos simples. *Lo recomendable sería que los docentes limitáramos la enseñanza de tales modelos hasta los niveles de enseñanza avanzados.* Y se hace esta sugerencia porque como ya se ha comentado los alumnos “no-simpatizantes” de la química necesitarán poco de estos modelos en sus estudios subsecuentes, de esta manera, los modelos complejos recomendados para enseñar el concepto de enlace químico en el primer y segundo año de estudios superiores son la teoría de banda, el enfoque enlace de valencia, la teoría de campo ligando y la teoría orbital molecular (Coll y Treagust, 2001).

Hay un buen número de estrategias pedagógicas para enseñar el concepto de enlace químico, por ejemplo, las analogías presentadas en la literatura (Gobert, 2000; Harrison y Treagust, 2000) junto con las sugerencias de enseñar con los modelos (Harrison y Treagust, 1996), sin embargo, en la enseñanza de este concepto hay que destacar que una cuestión clave planteada en la literatura es que los instructores necesitan seleccionar el modelo apropiado de acuerdo a las circunstancias y comprender sus limitaciones (Zumdahl, 1989), **sea que se utilizó el modelo de mar de electrones, la teoría de banda, el modelo de la Regla del octeto, el modelo electrostático, el enfoque enlace de valencia, la teoría orbital molecular, la teoría de campo ligando, o bien modelo de repulsión de pares electrónicos en la capa de valencia (RPECV).**

Por ejemplo, Gillespie y compañeros de trabajo (Gillespie, Spencer y Moog, 1996a, 1996b) sugieren que en los **niveles básicos** se procuró a los alumnos apenas “una corta dosificación” de la Teoría Orbital Molecular. Ogilvie (1990) y otros (Bent, 1984a, 1984b, Tsaparlis, 1997) proponen que la visión matemática y cuantitativa de la teoría

mecánica cuántica aplicada a la estructura y a las características moleculares es innecesaria e inaplicable dentro del plan de estudios generales del estudiante.

De hecho algunos autores discuten que los educadores para la química introductoria deben concentrar sus esfuerzos en la química descriptiva y química de los materiales (Gillespie, 1996a, b; Tsaparlis, 1997). Esto puede ser razonable para los estudiantes que no piensan avanzar hacia un nivel profesional de la química, pero realmente solamente serviría para poner énfasis en aprender de memoria siendo apenas novato, dado que no se estaría promoviendo el pensamiento formal con la enseñanza de conceptos abstractos como lo es el concepto de enlace químico.

Finalmente, desde otra perspectiva en el Diccionario de la Lengua Española podemos encontrar las siguientes definiciones para, la palabra **enlace**:

1. Acción de enlazar.
2. Unión, conexión de algo con otra cosa.
3. Conjunto de dos o más letras bordadas o grabadas en objetos de uso normal, generalmente las iniciales de los nombres de los propietarios.
4. En los trenes, empalme.
5. casamiento.
6. Persona que establece o mantiene relación entre otras, especialmente dentro de alguna organización.
7. *Quím.* Unión de dos átomos de un compuesto químico, debida a la existencia de fuerzas de atracción entre ellos.

~ Iónico.

8. *Quím.* El que tiene lugar entre átomos por cesión y captura de electrones.

~ Múltiple.

9. *Quím.* El que tiene lugar entre átomos cuando comparten dos o tres pares de electrones.

~ Sencillo.

10. *Quím.* El que tiene lugar entre átomos cuando comparten un solo par de electrones.

~ Sindical.

11. Delegado de los trabajadores ante la empresa.

Todos los individuos hasta antes de cursar el nivel secundaria, interaccionan cotidianamente con las definiciones 2, 3, 4 y 5..

Taber (1997b) propone que el enlace químico debe enseñarse desde una perspectiva electrostática, introducir el tema hablando de núcleos y electrones, señalar que todas las clase de enlace son básicamente idénticas en cuanto que implican interacción eléctrica. Es decir, las variaciones del tipo de enlace provienen de la naturaleza de las partículas involucradas. Además tenemos que ser congruentes con el lenguaje empleado. Por ejemplo, no debemos emplear términos como “fuerzas de Van der Waals”, “fuerzas de London” o “fuerzas de dispersión”, sino, “enlaces dipolo permanente-dipolo permanente” y “enlaces dipolo instantáneo-dipolo inducido”.

En este contexto, y con la intención de aportar una solución crítica, reflexiva e innovadora a esta problemática, se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto enlace químico en el nivel bachillerato, abordando el concepto de enlace químico a través de la naturaleza eléctrica de las partículas.



Para la problemática del concepto enlace químico expuesto anteriormente y considerando de manera crítica y reflexiva lo que comenta R. Driver (2000) sobre la sistemática científica:

*“La actividad principal de los científicos es evaluar cuál de entre dos o más modelos rivales encajan con la evidencia disponible y por lo tanto cuál representa la explicación más convincente para determinado fenómeno en el mundo.”*

Este proceso laborioso permite lograr que los modelos y fenómenos del mundo se enlacen, modificando los conceptos científicos.

Así, los conceptos que ahora se aprenden en la clase de ciencias son el resultado de muchas preguntas, de problemas resueltos y de problemas sin resolver, de aplicaciones más o menos afortunadas que fueron enigmas en su momento.

He trazado la siguiente pregunta:

¿Se entenderá mejor el concepto de enlace químico en los alumnos del bachillerato (CCH), si se enfatiza su naturaleza eléctrica?

Para dar respuesta a esta pregunta se presenta este trabajo que consiste en tres partes:

- ~ Diseño de un diagrama heurístico para proyecto de tesis
- ~ Diseño de una unidad didáctica para el concepto de enlace químico
- ~ Evaluación y valoración de la unidad didáctica

## **2.1 DISEÑO DE UN DIAGRAMA HEURÍSTICO PARA PROYECTO DE TESIS**

Un diagrama heurístico (Chamizo e Izquierdo, 2007) es una variante de la Ve epistemológica o heurística de Gowin (**ANEXO 4**).

El primer cambio que se realiza es el nombre por diagrama heurístico. El segundo corresponde a la parte conceptual, el pensar, donde se ha introducido una modificación inspirada en Toulmin (1972). Así a diferencia de otras Ves, en el lado izquierdo de la que se propone quedan las tres características de los conceptos: el lenguaje, las técnicas de representación, o los modelos (Izquierdo, 2005) y los procedimientos de aplicación de la ciencia. En el diagrama se integran principalmente: Hechos, Pregunta, Pensar y Hacer.

Los cambios propuestos para la V permiten que ésta cumpla la doble función, de apoyar al alumno en su aprendizaje y de proporcionar informaciones al profesor para que pueda ir siguiendo este proceso en sus alumnos (Chamizo e Izquierdo, 2007).

El diseño del diagrama heurístico me permitió tener una “guía base” para la resolución a mi pregunta problema (**ANEXO 5**) y las siguientes ventajas: concretar el problema, tener flexibilidad en los cambios, agilidad en la obtención y en la selección de la información, detectar problemas logísticos así como poder trabajar en retrospectiva.

## **2.2 DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA (UD) PARA EL CONCEPTO DE ENLACE QUÍMICO**

En el diseño de la unidad didáctica, además de las razones ya mencionadas, elegimos el concepto de enlace químico, por ser éste un concepto estructurante (Gagliardi y Giordan, 1986). También se utilizó como referencia y apoyo el modelo propuesto por M. A. Gómez Crespo (1993) ver **ANEXO 2**, para el diseño de unidad didáctica.

De acuerdo a lo anterior, y para llevar a cabo el desarrollo y aplicación de esta propuesta, se seleccionó del programa de estudios de la Química II del CCH la Primera Unidad. Suelo, fuente de nutrimentos para las plantas en la pregunta : ¿Qué son las sales y qué propiedades tienen? Dado que en esta pregunta se encuentra vinculado el concepto de enlace químico.

### 2. 2. 1 **Objetivos didácticos**

Se pretende con la unidad didáctica propuesta que al finalizar la unidad los alumnos deben:

- ~ Reconocer que lo que se conoce como “enlace químico” y “fuerzas intermoleculares” son interacciones de naturaleza eléctrica.
- ~ Describir a los enlaces químicos como la interacción eléctrica entre núcleos y electrones.
- ~ Clasificar las sustancias según la estructura resultante de las interacciones entre partículas.
- ~ Comprender y reflexionar sobre la existencia de una gran variedad de sustancias (sólidas, líquidas y gaseosas) en el suelo y, por supuesto, en el resto del mundo a través del estudio del enlace químico.

### 2. 2. 2 **Concepciones alternativas**

Para detectar las ideas previas de los alumnos, se llevó a cabo la traducción y **selección de reactivos** que estuvieran **recomendados, probados y valorados** en artículos de investigación didáctica (Peterson, 1989; Núñez, 2001 y Riboldi, 2004) y además, que estuvieran relacionados con los objetivos didácticos de la UD. De esta manera, se desarrolló el Instrumento para evaluar las Concepciones Alternativas de los alumnos Sobre el Enlace Químico (ICASEQ-1) ver **ANEXO 6**. El ICASEQ consta de 10 preguntas, las cuales están elaboradas con el formato para instrumentos de

diagnostico de opción múltiple a dos columnas, en la primer columna el alumno selecciona la respuesta a la pregunta con A, B, C o D, y en la segunda columna se le presentan cuatro razones posibles para que seleccione el razonamiento que le llevó a contestar la pregunta de la primera columna; de los cuatros razonamientos planteados para la pregunta, uno es la respuesta correcta y en los otros tres se identifican las concepciones alternativas (Peterson, 1989).

Así, el instrumento consta de tres textos: el primero, donde se explica al alumno como se debe resolver el ICASEQ; el segundo, en el que sólo se presenta la hoja de respuestas donde el alumno únicamente debe llenar sus datos y respuestas y, el tercero (que es el ICASEQ) que solamente será de lectura para el alumno. Por considerarlo necesario, en este trabajo se han colocado en **negritas** las respuestas que se toman como correctas. El ICASEQ se aplicó al inicio y al final del semestre.

### 2. 2. 3 Estructura y organización de la unidad

#### ***Justificación didáctica***

Como se expuso en el marco teórico, los alumnos presentan grandes dificultades en el aprendizaje de conceptos abstractos y uno de ellos es el concepto de enlace químico.

Por ello, en el diseño de la UD se contempla que los alumnos construyan el concepto de enlace químico aceptado por la comunidad científica de nuestra época a través de un enfoque pedagógico muy sencillo, pero, representativo de los resultados de la mecánica cuántica. La idea se reduce a hacer énfasis en las interacciones eléctricas que se dan dentro de las partículas y entre las partículas. Requiere utilizar conceptos como: carga, electronegatividad, polaridad, dipolos eléctricos e interacciones dipolares, tratando de que el alumno como se ha hecho mención, construya la idea de que el enlace químico es el resultado de interacciones eléctricas entre entidades cargadas (núcleos, electrones y partículas vecinas).

Además, este enfoque no cae en el error de hablar de distintos tipos de enlace (una idea errónea muy extendida) sino que muestra que todas estas interacciones asociadas con el enlace químico y las fuerzas intermoleculares no presentan diferencias fundamentales, es decir, son todas de la misma naturaleza. En cambio, se muestra que lo que sí tiene sentido es hablar de distintos tipos de sustancias, con propiedades y estructuras de sus partículas indiscutiblemente diferentes.

### ***Desarrollo y secuencia de los contenidos (temática)***

A continuación se muestra los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que forman parte de esta UD:

## **CONCEPTUALES**

### 1. Sustancias

- ~ Clasificación: metálicas, iónicas, covalentes reticulares y no reticulares
- ~ Propiedades
- ~ Estructura

### 2. Hechos históricos relevantes sobre el concepto de enlace químico

### 3. Polaridad

- ~ Moléculas polares
- ~ Partículas no-polares

### 4. Interacciones químicas

- ~ Interacciones núcleo-electrónicas
- ~ Interacciones entre partículas vecinas
- ~ Enlace químico
- ~ Interacciones dipolares

### 5. Consecuencias de las Interacciones químicas

- ~ Estados de agregación
- ~ Solubilidad

## PROCEDIMENTALES

### 1. Identificación

- ~ En función de su estructura molecular ¿Cómo sería la clasificación de las sustancias que nos rodean?
- ~ ¿Cómo ha sido el desarrollo del concepto de enlace químico a través del tiempo?
- ~ ¿Qué es el enlace químico?
- ~ ¿Cómo es la conservación de la carga?
- ~ ¿Qué dice la Ley de Coulomb?
- ~ ¿Qué es polaridad?
- ~ ¿Cómo y de que forma se manifiesta la polaridad en las partículas?
- ~ ¿Qué y cómo es un interacción eléctrica?
- ~ ¿Cómo y cuáles son las interacciones núcleo-electrónicas?
- ~ ¿Cómo y cuáles son las interacciones partícula-partícula?
- ~ ¿Cómo y cuáles son las interacciones químicas en las mezclas?

### 2. Interpretación

- ~ ¿Cómo y por qué se forma un enlace químico?
- ~ ¿Por qué las sustancias tienen diferente estructura molecular?
- ~ ¿Por qué las sustancias tienen diferentes propiedades?

En general, el alumno adquiere las habilidades de: *observación, análisis, síntesis, inducción, deducción, elaboración de modelos, adquisición de la Información, adquisición de destrezas y habilidades de investigación propias del quehacer científico.*

## ACTITUDINALES

### 1. Actitud hacia la ciencia

- ~ Reconocimiento de la utilidad de los contenidos del tema para la mejora de la calidad de vida.
- ~ Reconocimiento de las relaciones existentes con otras partes de la ciencia.
- ~ Reconocimiento de la importancia del modelo interpretativo.

### 2. Actitud científica

- ~ Ser capaz de explicitar y defender sus ideas aportando argumentos.
- ~ Ser creativo y razonable en la especificación de predicciones.
- ~ Ser riguroso y cuidadoso en la toma de datos experimentales.
- ~ Ser consciente de la utilidad de los diseños experimentales y para qué se realizan.
- ~ Ser coherente en las conclusiones inmediatas o extraídas a partir de hallazgos parciales.
- ~ Ser crítico ante la información contenida en documentos comerciales o en la publicidad.

### 3. Actitud hacia la materia

- ~ Mejora del autoconcepto y de la satisfacción de aprender.
- ~ Implicación en el sistema de trabajo empleado.
- ~ Conciencia de que ha aprendido algo y de las dificultades que ha tenido para hacerlo.

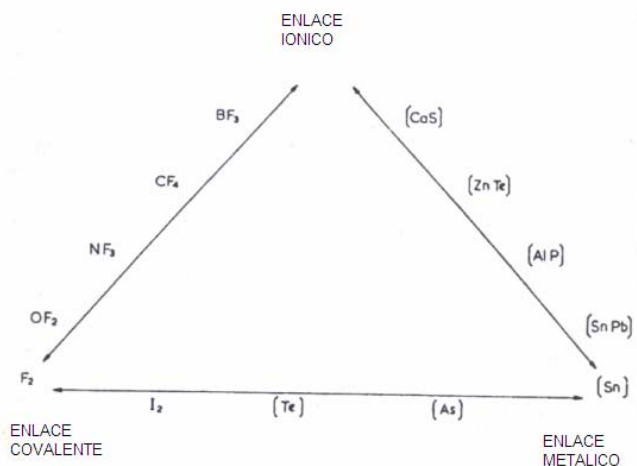
En los **ANEXOS 7, 8 y 9** se presentan los esquemas que relacionan los contenidos, con los propósitos de la unidad didáctica.

Con la finalidad de tener un modelo teórico que exhibiera los conceptos y la secuencia de ellos en el desarrollo de la UD, así como también de las actividades

que presento y sin el propósito de elaborar un libro texto, se ha tomado como apoyo y de manera textual e integral la siguiente información<sup>1</sup>:

### Generalidades sobre la estructura molecular de las sustancias

¿Cómo agrupar tantas sustancias? Puede haber muchas maneras: por su color, por su textura, por su estado físico, por sus propiedades químicas o por cualquier otro criterio que se nos ocurra. Como dato histórico se puede ver (**figura 1**) una clasificación de las sustancias según su tipo de enlace que data de 1941, con el Triangulo Tipo–Enlace de van Arkel's.



**Figura 1.** Versión original del Triangulo Tipo–Enlace de van Arkel's.

Tomada de: Jensen, B. W. 1995. A Quantitative van arkel Diagram. *Journal of Chemical Education* 72(5):395-398.

Aquí, en este trabajo se van a clasificar según sus propiedades eléctricas y su punto de fusión. Esta clasificación es útil porque tiene una relación directa con el tipo de estructura de las sustancias: partículas independientes o enormes entramados donde

<sup>1</sup> Sosa, P. 2007. "Conceptos base de la química". Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.



las partículas están interconectadas. Considerando sus propiedades eléctricas y su punto de fusión, las sustancias se pueden clasificar en cuatro categorías: sustancias metálicas (los metales), sustancias iónicas (las sales), sustancias covalentes reticulares (las cerámicas) y sustancias no reticulares (las sustancias moleculares y atómicas).

### *Sustancias metálicas*

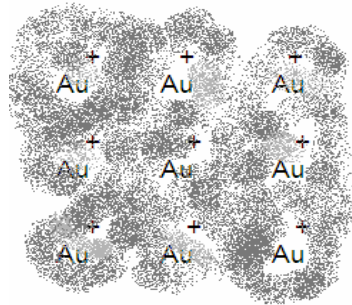
Los metales conducen la corriente eléctrica en estado líquido y en estado sólido. Están constituidas por enormes entramados de tamaño indefinido llamados redes metálicas. La estructura de red consiste en un número muy grande de núcleos positivos interactuando eléctricamente con un número muy grande de electrones. Los núcleos ocupan posiciones fijas en un arreglo geométrico perfectamente ordenado, pero, “sumergidos” en la región donde se encuentran los electrones.

No es fácil describir matemáticamente esta estructura en la que hay un sin número de interacciones. Sin embargo, los científicos han encontrado una manera de simplificar la descripción mediante un modelo matemático (más simple) al que le han dado, precisamente, el nombre de modelo del mar de electrones.

En la **figura 2**, se puede apreciar una imagen de dicho modelo. Las letras (el símbolo químico del oro) representan la parte positiva de la estructura. Cada símbolo se refiere al núcleo y todos los electrones internos. La región sombreada representa la parte negativa de la estructura, es decir, la zona donde se mueven los electrones externos. Como se puede apreciar, las interacciones no son de un solo electrón con un solo núcleo, sino... ¡de todos con todos! Esto es exactamente lo que se quiere resaltar con el modelo del “mar de electrones”.

Algunos ejemplos de sustancias metálicas son: sodio Na, mercurio Hg, uranio U plomo Pb.

Por definición, los otros tres tipos de sustancias (iónicas, covalentes reticulares y no reticulares) se consideran no metálicas.



**Figura 2.** Estructura molecular de una sustancia metálica, en este caso, el oro (Modelo mar de electrones). Tomada de: Sosa, P. 2007. "Conceptos base de la química". Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

### *Sustancias iónicas*

Conducen la electricidad en estado líquido y en solución acuosa pero no en estado sólido. Las sustancias que coloquialmente conocemos como sales son un ejemplo de sustancias iónicas.

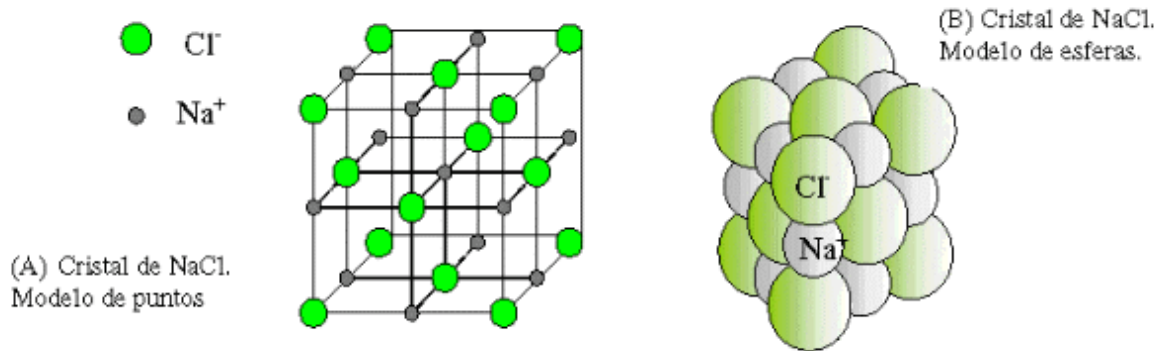
Están constituidas por enormes entramados de tamaño variable llamados redes iónicas. La estructura de la red consiste en un número muy grande de iones de carga opuesta (aniones y cationes)<sup>2</sup> interactuando eléctricamente.

La **figura 3** exhibe una imagen de esta estructura. Las esferas grandes representan a los iones negativos (aniones) y las pequeñas a los iones positivos (cationes). Ejemplos: cloruro de sodio NaCl, nitrato de amonio NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.

---

<sup>2</sup> Los cationes suelen ser pequeños porque les faltan electrones; los aniones son grandes porque les sobran electrones.

Por definición, las otras tres categorías (metálicas covalentes reticulares y covalentes no reticulares) son sistemas no iónicos.



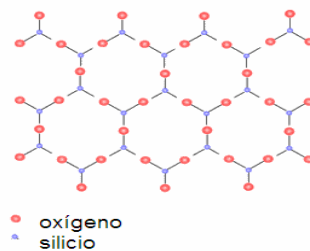
**Figura 3.** Estructura de la molécula del cloruro de sodio.

Tomada de:

[http://images.google.es/images?ndsp=20&um=1&hl=es&rlz=1T4ADBS\\_esMX225MX226&q=cloruro+d e+sodio&start=160&sa=N](http://images.google.es/images?ndsp=20&um=1&hl=es&rlz=1T4ADBS_esMX225MX226&q=cloruro+d e+sodio&start=160&sa=N)

### *Sustancias covalentes reticulares*

Estas sustancias no conducen la electricidad ni en estado líquido, ni en estado sólido, ni en solución acuosa. Tienen puntos de fusión muy elevados (más de 400 °C). Están constituidas por enormes entramados de tamaño indefinido llamados covalentes. La estructura de la red consiste en un número muy grande de núcleos y electrones conectados entre sí mediante una compleja cadena de enlaces covalentes típicos (la interacción eléctrica entre dos núcleos y un par de electrones). Ejemplos: diamante (C), cuarzo (SiO<sub>2</sub>), etcétera.



**Figura 4.** Estructura molecular del dióxido del dióxido de silicio.

Tomada de:

[http://images.google.es/images?ndsp=18&um=1&hl=es&rlz=1B2GGFB\\_esMX225&q=estructura+molecular+del+dioxido+de+silicio&start=162&sa=N](http://images.google.es/images?ndsp=18&um=1&hl=es&rlz=1B2GGFB_esMX225&q=estructura+molecular+del+dioxido+de+silicio&start=162&sa=N)

### *Sustancias no reticulares*

Son las sustancias moleculares y atómicas. No conducen la electricidad en estado líquido, ni en estado sólido, ni en solución acuosa. Tienen bajos puntos de fusión (menos de 400°C). Consisten de átomos o moléculas estables interactuando –si acaso– muy débilmente entre sí.

En las sustancias gaseosas, la interacción entre partículas es prácticamente nula. Para fines prácticos se trata de partículas independientes. En las sustancias líquidas, la interacción entre partículas ya es significativa, lo cual hace que estén muy cerca unas de otras aunque todavía con mucho movimiento debido a sus altas velocidades. Las sustancias sólidas de esta categoría también consisten de redes, pero con la diferencia de que los puntos reticulares son ocupados por moléculas y no por iones.

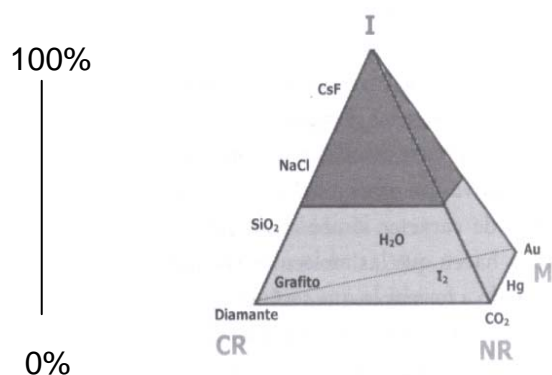
Por definición, las otras tres categorías, metálicas, iónicas y covalentes reticulares, son sistemas reticulares.

Esta categoría contiene dos subcategorías: las sustancias moleculares y las atómicas. En la primera se agrupan aquellas sustancias que consisten de moléculas sueltas. La mayoría de las sustancias a las que se hace alusión en las aulas y laboratorios escolares pertenecen a esta subcategoría. En la segunda, sólo hay seis sustancias, los gases nobles: helio (He), neón (Ne) argón (Ar), kriptón (Kr), xénon (Xe) y radón (Rn).

En las condiciones de presión y temperatura de la superficie terrestre, son las únicas sustancias que consisten de átomos sueltos.

### *El tetraedro de las sustancias*

Esta clasificación en 4 categorías independientes es útil para fines de clasificación. Sin embargo, en la realidad, las fronteras entre ellas no son fáciles de delimitar. Más bien se trata de un espectro continuo, donde las categorías son en realidad los casos límite o ideales. Es decir, la mayoría de las sustancias no son 100 % iónicas, 100 % metálicas, 100 % covalentes reticulares ni 100 % no reticulares sino alguna combinación de dichas categorías ideales. Esto se puede ilustrar con un tetraedro donde las categorías defini



**Figura 5.** Clasificación de sustancias con respecto a las cuatro categorías límite. En esta orientación, se evidencia la dicotomía *iónico- no iónico*. Tomada de: Sosa, P. 2007. "Conceptos base de la química". Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

Por ejemplo, el fluoruro de cesio, CsF, —la sustancia más iónica conocida— no es 100 % iónica: tan sólo muestra un 90 % de carácter iónico. El cloruro de sodio, NaCl, la sustancia iónica por excelencia tampoco es 100 % iónica: tiene únicamente un 60 % de carácter iónico. El dióxido de silicio, SiO<sub>2</sub>, no se considera una sustancia iónica puesto que tiene menos del 50 % de carácter iónico. Sin embargo, está lejos del 0 % iónico. En el tetraedro de la figura, estas 3 sustancias se localizarían en la arista *iónico-covalente reticular*. No hay sustancias 100 % iónicas

El diamante, C<sub>n</sub>, (100 % covalente reticular), el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, (100 % no reticular) y el oro (100 % metálico), estos sí, estarían exactamente en los vértices que les corresponden.

El grafito,  $C_n$ , también es un caso interesante. Claramente es una sustancia covalente reticular, sin embargo, ya tiene cierto carácter metálico puesto que conduce la electricidad en estado sólido. Esto lo ubicaría en la arista *covalente reticular-metálico*.

Todavía más interesantes son el yodo  $I_2$ , el mercurio Hg, y el agua  $H_2O$ . Las moléculas dinucleares del yodo no están totalmente aisladas sino que están interactuando unas con otras. Es decir tiene cierto carácter reticular. Esto hace que la interacción entre núcleos y electrones se parezca cada vez más al modelo del "mar de electrones" con el que acostumbramos a explicar la estructura de las sustancias metálicas. Y, en efecto, a la vista, el yodo forma unas laminillas con un claro aspecto metálico. O sea, también tiene cierto carácter metálico. Por lo tanto se encontraría en la base del tetraedro o, mejor dicho, en la cara que forman los vértices *no reticular-metálico-covalente reticular*.

El agua ya muestra un apreciable carácter iónico. En el lenguaje de la química se dice que es una sustancia polar. "Una parte de las moléculas de agua tienen un poquito de carga negativa. Y en otra parte de ellas hay el mismo poquito pero, ahora, de carga positiva." En otras palabras las moléculas de agua tienen un poco de carácter iónico. Esos pequeños polos con carga eléctrica hacen que las moléculas vecinas se atraigan entre sí empezando a formar lo que sería una red incipiente. Se podría decir que el agua es la sustancia iónica que quiso ser... ¡pero no pudo! En la figura, el agua se localizaría en la cara correspondiente a los vértices *no reticular-iónico-covalente reticular*.

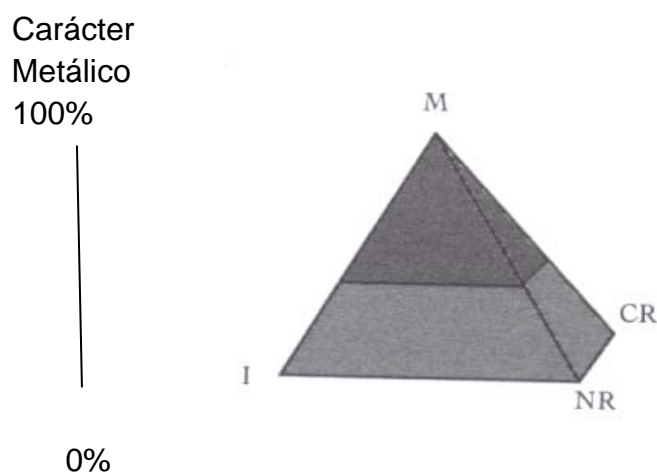
El mercurio es una sustancia indiscutiblemente metálica. Sin embargo, es un líquido en condiciones ambientales (intervalos de presión y temperatura cercanos a los que imperan en las cercanías de la superficie terrestre). Es decir, los átomos de mercurio, aunque interactuando fuertemente entre sí, ya no ocupan posiciones fijas en una red.

El mercurio muestra una estructura poco reticular. Se podría decir que es una sustancia metálica que lo está dejando de ser. Sus propiedades son intermedias

entre lo metálico y lo no reticular. En la figura, se encuentra en el vértice que une lo metálico con lo no reticular.

Como se ve, el porcentaje de carácter iónico se representa con una línea que va desde la base del tetraedro —el lado opuesto, en realidad— (0 % de carácter iónico) hasta el vértice *iónico* (100 % de carácter iónico). En general, se consideran sustancias iónicas aquellas con más de 50 % de carácter iónico. Así, las sustancias iónicas se localizarían en la parte superior del tetraedro mostrado en la **figura 5**. Del mismo modo, las *sustancias no iónicas* se ubican en la parte inferior del tetraedro. Esto quiere decir que ni las covalentes reticulares, ni las no reticulares ni las metálicas son sustancias iónicas. O dicho de otro modo, que en la dicotomía *iónico-no iónico*, tres de las cuatro categorías se refieren a sustancias cuya estructura no consiste de iones interactuando.

Girando el tetraedro podemos distinguir otras dos dicotomías: metálico-no metálico (**figura 6**) y reticular-no reticular (**figura7**).



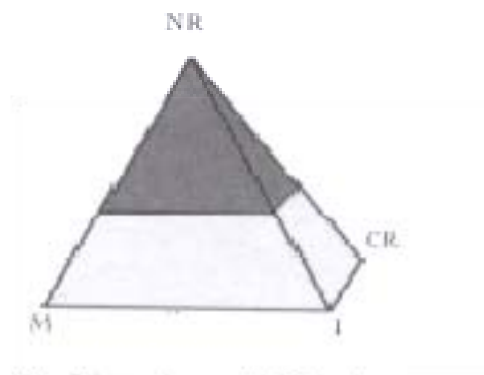
**Figura 6.** Dicotomía metálico-no metálico. Tomada de: Sosa, P. 2007. "Conceptos base de la química". Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

De manera similar, en el caso de la dicotomía metálico–no metálico, se puede saber el carácter metálico de una determinada sustancia a partir de la altura a la que se encuentra dicha sustancia en el tetraedro de la **figura 6**. Así, en la parte superior del tetraedro se encuentran las sustancias metálicas y en la parte de abajo, las no metálicas. Aquí también se cumple que lo no iónico comprende tres de las cuatro categorías de sustancias: las no reticulares, las iónicas y las covalentes reticulares. En efecto, ninguno de estos tipos de sustancias muestra la estructura del modelo de "mar de electrones" de las sustancias metálicas.

Igualmente, el porcentaje de carácter no reticular de una sustancia se puede conocer a partir de en qué parte del tetraedro se encuentra dicha sustancia. Para ello, habría que girarlo y colocarlo como se aprecia en la **figura 7**. Si la sustancia aparece en la parte de arriba, quiere decir no es una sustancia de tipo reticular. O sea, las partículas que la integran no forman una red de tamaño indefinido sino que, en realidad, son partículas sueltas, prácticamente independientes unas de las otras.

Carácter  
No reticular  
100%

0%

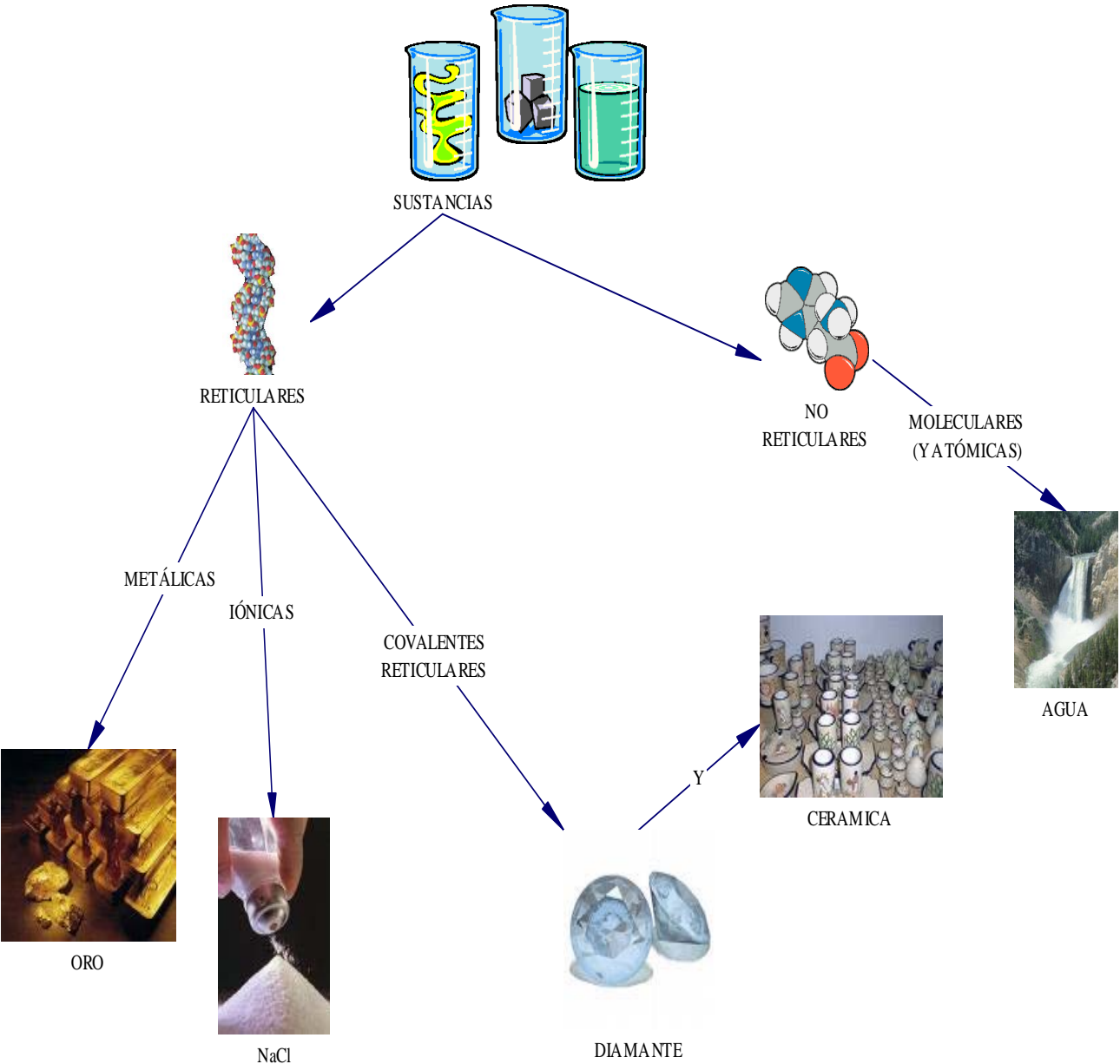


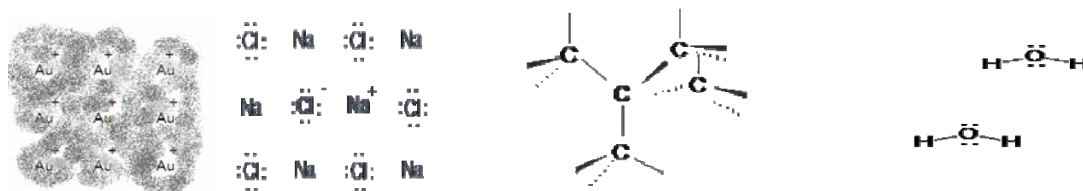
**Figura 7.** Dicotomía no reticular-reticular.

Tomada de: Sosa, P. 2007. "Conceptos base de la química". Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.



Es fácil ver que las sustancias metálicas, las iónicas y las covalentes reticulares son, las tres, reticulares. Es decir, las sustancias de estas tres categorías forman redes: las primeras, redes metálicas, las segundas, iónicas y, las últimas, redescovalentes (figura 8).





**Figura 8.** Clasificación de sustancias.  
Elaborada por: Ma. Consuelo Hernández Sánchez

## Enlace químico

### *Biografías de científicos relacionados con el enlace químico*

Hay que entender el pasado como clave en la comprensión del presente porque su conocimiento nos permitirá orientar la realización de nuestros objetivos. Tener presente la historia sobre la evolución del concepto enlace de químico puede llevarnos a expresar pensamientos de reiteración y consolidación o, a la inversa, pensamientos de ruptura y cambios. Por ello, en este trabajo se presentan las siguientes biografías de científicos donde se describen brevemente aspectos importantes de su vida, y las aportaciones que cada uno de ellos ha realizado en el estudio del enlace químico.



Charles Auguste Coulomb (1736-1806), físico francés que nació en Angouleme, Charente, en el año de 1736; murió en París el 23 de agosto de 1806. En 1777, inventó la balanza de torsión con ella propone la ley que actualmente lleva su nombre. Los estudios cuantitativos de las fuerzas eléctricas y las fuerzas magnéticas fueron realizados por este investigador.

Influido por los trabajos del inglés Joseph Priestley (ley de Priestley) sobre la repulsión entre cargas eléctricas del mismo signo, desarrolló un aparato de medición de las fuerzas eléctricas involucradas en la ley de Priestley, y publicó sus resultados entre 1785 y 1789. Este investigador encontró que en un sistema con cargas

eléctricas, las fuerzas de atracción (entre cargas opuestas) y repulsión (entre cargas de igual signo) son proporcionales al producto de sus cargas y al inverso del cuadrado de la distancia que las separa.



John Dalton (1766-1844), comenzó a dar clases a la edad de 12 años, convirtiéndose en profesor de matemáticas y química en la ciudad de Manchester. Sus postulados sobre la teoría atómica son:

- ~ La materia se compone de partículas, muy pequeñas para ser vistas, llamadas átomos.
- ~ Los compuestos químicos se forman de la combinación de átomos de dos o más elementos para dar lugar a un átomo compuesto (lo que llamamos moléculas).
- ~ En cualquier reacción química, los átomos se combinan en proporciones numéricas simples.



Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), inventor sueco del sistema moderno de símbolos y fórmulas en química.

Los átomos de los diversos elementos eran considerados por él como dipolos eléctricos, con una carga predominantemente positiva o negativa, excepción hecha del hidrógeno, al que consideraba neutro.

Propuso distinguir los compuestos químicos orgánicos, de los compuestos inorgánicos, los cuales estarían gobernados por las leyes físicas y químicas de la naturaleza no viviente. Descubrió los elementos cerio (Ce), torio (Th), selenio (Se) y silicio (Si).



Gilbert Newton Lewis (1875-1946), estudió en las universidades de Nebraska, Lincoln y Harvard, Estados Unidos, y después en Leipzig y Gotinga. Fue maestro de físicoquímica en la Universidad de California, en Berkeley, donde propuso su modelo del átomo cúbico.

Los postulados en el modelo del átomo cúbico son:

- ~ En una combinación química, el átomo tiende a poseer un número par de electrones en la capa externa (de valencia) y, particularmente, ocho de ellos, los cuales se arreglan simétricamente en los vértices de un cubo.
- ~ Los electrones pueden moverse con cierta facilidad de una posición a otra en la capa de valencia.
- ~ Durante un cambio químico, los electrones en esta capa pueden variar entre cero y ocho.

Sus ideas fueron desarrolladas por Irving Langmuir y sirvieron de inspiración para los estudios de Linus Pauling.



Linus Carl Pauling (1900-1994), tal vez uno de los 20 científicos más grandes de todos los tiempos; obtuvo el Premio Nóbel de Química en 1954. Doce años después recibiría el de la Paz por su insistencia en evitar las explosiones de armas nucleares a cielo abierto.

Desarrolló modelos del enlace químico y propuso una cadena helicoidal para las cadenas de proteínas, anticipando la estructura descubierta en el material genético.

Su libro *La naturaleza del enlace químico* fue de gran influencia para los científicos en el estudio y predicción de estructuras y en la investigación de las propiedades de

compuestos inorgánicos, orgánicos y bioquímicos. El libro *La vitamina C y el resfriado común* se convirtió en un “best-seller”. Este científico estaba convencido de que la ingestión de grandes dosis de vitamina C ayudaría a eliminar pequeñas molestias y posiblemente a curar el cáncer.



Ronald J. Gillespie En 1949 recibió su grado de Doctorado en Física y en 1957 su grado de Doctorado en Ciencias en la Universidad de Londres. Actualmente es profesor emérito de la Universidad de McMaster, Hamilton Ontario, Canadá.

Ha publicado cerca de 370 artículos en el Journal of the American Chemical Society, Inorganic Chemistry, the Canadian Journal of Chemistry, the Journal of the Chemical Society, the Journal of Chemical Education entre otras revistas. Además del prestigio internacional que posee en el campo de la química del flúor, ha recibido importantes premios en reconocimiento a su labor docente.

Resulta posible predecir y explicar la forma geométrica de muchas moléculas simples mediante el modelo ideado, en 1940, por Sidwick y Powell, utilizando pares de electrones no enlazantes o solitarios. Este modelo fue mejorado sustancialmente a partir de 1957 por Ronald J Gillespie y ahora es conocido como el modelo de las Repulsiones de los Pares electrónicos de la Capa de Valencia (VSEPR; Valence Shell Electron Pair Repulsión). Se trata de un modelo puramente electroestático, que considera a los electrones como si fueran cargas puntuales.

Las investigaciones de este científico se han realizado principalmente dentro del campo de la Geometría Molecular, destacando su aportación del modelo de repulsión de pares electrónicos en la capa de valencia (RPECV). Demostró que las propiedades de las sustancias moleculares están determinadas no solo por la electronegatividad de los átomos que forman sus moléculas sino también por la forma en que estos átomos se distribuyen en el espacio. El número de átomos que componen una molécula dada y su distribución espacial le otorgan a la misma una

geometría molecular. Según el modelo VSEPR, los pares de electrones de enlace y solitarios se disponen alrededor del átomo central de forma que experimenten la mínima repulsión. Esta repulsión se minimiza por la adopción de un ordenamiento espacial que mantenga a los pares electrónicos tan alejados entre sí como sea posible. La geometría molecular viene determinada por los pares de electrones enlazantes y solitarios. El modelo de Gillespie también explica de forma sencilla las desviaciones del ángulo de enlace para geometrías básicas al establecer que la repulsión entre pares de electrones solitarios es mayor que la repulsión entre pares de enlace.

*¿Qué es el enlace químico?*

En los libros de texto el enlace químico se define como:

- ~ “Siempre que átomos o iones se unen fuertemente unos a otros decimos que hay un enlace químico entre ellos” (Brown, 2004).
- ~ “Fuerzas de atracción que mantienen unidos los átomos de los compuestos” (Hill y Kolb, 1999).

Y en el Internet podemos encontrar algunas definiciones como por ejemplo:

- ~ WIKIPEDIA, La enciclopedia libre:

“Un **enlace químico** es la unión entre dos o más átomos para formar una entidad de orden superior, como una molécula o una estructura cristalina”.

- ~ [http://platea.pntic.mec.es/~jrodri5/web\\_enlaces\\_quimicos/definiciones\\_com.htm](http://platea.pntic.mec.es/~jrodri5/web_enlaces_quimicos/definiciones_com.htm)

“Las partículas se atraen unas a otras por alguna clase de fuerza, que es sumamente fuerte cuando se hallan en contacto inmediato, que efectúa las operaciones químicas a distancias pequeñas y llega no muy lejos de las partículas con cualquier efecto sensible”, Isaac Newton.

“Los enlaces químicos se producen cuando la estructura electrónica de un átomo se altera lo suficiente para enlazarse con la estructura electrónica de otro átomo o átomos. **Enlace químico**. Enciclopedia Británica”.

~ <http://www.educared.net/concurso2001/410/elenlace.htm>

“Un enlace químico se produce como resultado de las interacciones electrostáticas entre los núcleos y los electrones de los átomos que se unen”.

De esta manera podemos encontrar (profesores y alumnos) un número no preciso de significados para este concepto substancial en la enseñanza- aprendizaje de la química, así, la labor de este trabajo es tratar de facilitar la comprensión del concepto de enlace químico.

#### *El enlace químico: interacciones eléctricas entre partes cargadas*

“...los átomos de la materia están en cierta manera dotados de potencias eléctricas”.  
H. Faraday, 1834.

#### *Interacciones eléctricas en las partículas químicas<sup>3</sup>*

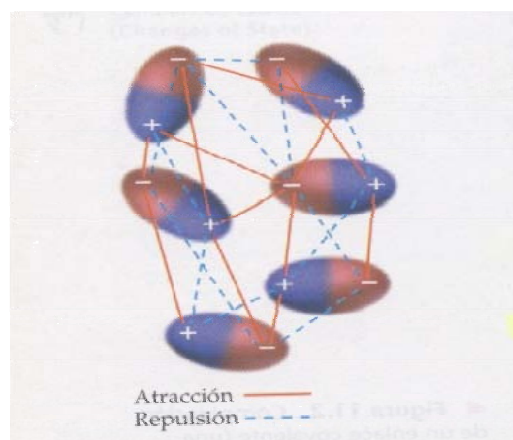
¿Y si hubiera una fuerza universal que, como la gravedad, variase inversamente en función del cuadrado de la distancia, pero que fuera miles de millones de millones más fuerte? Si hubiera esa fuerza y fuera de atracción, como la gravedad, se juntaría el universo y formaría una esfera apretada, con toda la materia lo más cerca ` posible entre sí. Pero imagina que esa fuerza fuera de repulsión y que cada partícula de materia repeliese a todas las demás. ¿Qué pasaría? El universo sería gaseoso. Frío y estaría expandiéndose. Sin embargo, imagina que el universo consistiera de dos clases de partículas, digamos positivas y negativas. Imagina que las positivas

---

<sup>3</sup> Hewitt P. G. 2004. “Física conceptual”. Novena edición, Pearson Educación. México, D.F.

repelieran a las positivas, pero que atrajeran a las negativas, y que las negativas repelieran a las negativas, pero atrajeran a las positivas. En otras palabras, las de la misma clase se repelieran y las de clases distintas se atrajeran. Imagina que hubiera igual cantidad de una, de modo que esta fuerza estuviera perfectamente equilibrada. ¿Cómo sería el universo?

La respuesta es sencilla: sería como el que vemos y en el cual vivimos. Porque sí hay esas partículas y sí hay esa fuerza. Se llama *fuerza eléctrica*. Grupos de partículas positivas y negativas han sido reunidos entre sí por la enorme atracción de la fuerza eléctrica (**figura 9**). En esos grupos compactos y mezclados uniformemente de positiva y negativas, las gigantescas fuerzas eléctricas se han equilibrado en forma casi perfecta. Estos grupos son los átomos de la materia. Cuando se unen dos o más átomos para formar una molécula, ésta contiene también partículas positivas y negativas balanceadas. Y cuando se combinan billones de moléculas para formar una mota de materia, las fuerzas eléctricas de nuevo se equilibran. Entre dos trozos de materia ordinaria apenas hay atracción o repulsión eléctrica, porque cada trozo contiene cantidades iguales de positivas y negativas. Por ejemplo, entre la Tierra y la Luna no hay fuerza eléctrica neta. La fuerza gravitacional, que es mucho más débil y que sólo atrae, queda como fuerza predominante entre esos cuerpos.



**Figura 9.** Fuerzas de atracción y repulsión entre partículas. Tomada de: Brown L. T., Le May, Jr. E. H., Bursten, E.B. y Burdge, R. J. 2004. "Química. La ciencia central". Novena. Edición, PEARSON Educación, México.



## *Cargas eléctricas*

Las partículas positivas y negativas de la materia son portadoras de *carga eléctrica*. La carga es la cantidad fundamental que se encuentra en todos los fenómenos eléctricos. Las partículas con carga positiva son los protones y las de carga negativa son los electrones. Las fuerzas de atracción entre esas partículas hacen que se agrupen en unidades increíblemente pequeñas, los átomos. (Los átomos también contienen partículas neutras llamadas neutrones). Cuando dos átomos se acercan entre sí, el equilibrio de las fuerzas de atracción y repulsión no es perfecto. En el volumen de cada átomo vagan los electrones y forman zonas de carga expuesta. Entonces los átomos pueden atraerse entre sí y formar una molécula. De hecho, todas las fuerzas de enlazamiento químico que mantienen unidos a los átomos en las moléculas son de naturaleza eléctrica. Quien desee estudiar química debe conocer primero algo sobre la atracción y la repulsión eléctrica, y antes de estudiarla deben conocer algo acerca de los átomos.

A continuación se verán algunos hechos importantes acerca de los átomos:

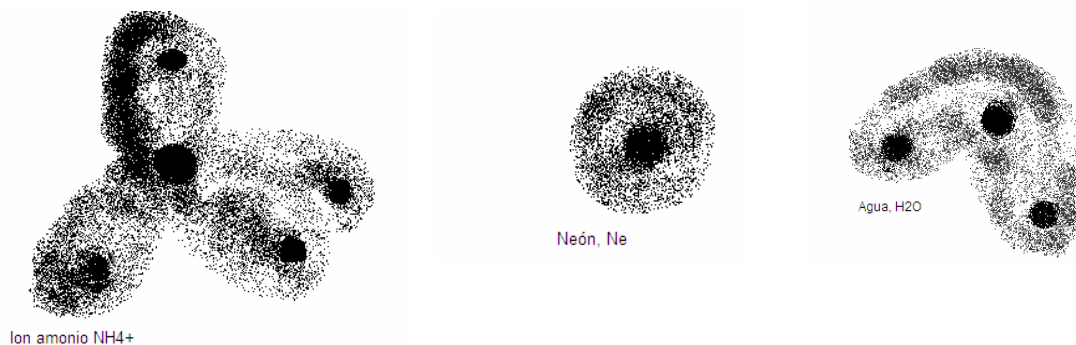
- a) Todo átomo está formado por un *núcleo* con carga positiva rodeado por electrones con carga negativa.
- b) Los electrones de todos los átomos son idénticos. Cada uno tiene la misma cantidad de carga eléctrica y la misma masa.
- c) Los protones y neutrones forman el núcleo. (La forma común del hidrógeno no tiene neutrón, y es la única excepción). Los protones tienen unas 1,800 veces más masa que los electrones, pero la cantidad de carga positiva que tienen es igual a la carga negativa de los electrones. Los neutrones tienen una masa un poco mayor que la de los protones y no tienen carga neta.

d) Los átomos, siendo partículas neutras, tienen igual cantidad de electrones que de protones, por lo que el átomo tiene una carga *neta* igual a cero.

De esta manera, una partícula es estable cuando las atracciones (núcleo-electrón) predominan sobre las repulsiones (núcleo-núcleo y electrón-electrón). O, dicho de otro modo, la partícula se forma (y permanece) si son más las atracciones que las repulsiones.

Para cada partícula, sólo hay un acomodo de núcleos y electrones en el que la atracción es máxima y la repulsión, mínima. Por eso, cada partícula tiene una forma específica.

En la **figura 10**, se muestra la forma de algunas moléculas químicas. Se ven los núcleos, en ciertos lugares, inmersos en las zonas donde se mueven los electrones. Como no es posible localizarlos con toda precisión ni conocer las trayectorias que siguen cuando se mueven, en vez de mostrar a los propios electrones, lo que se muestra en la figura son las regiones (o dominios) donde se mueven.



**Figura 10.** Forma de algunas partículas químicas: ion amonio,  $\text{NH}_4^+$ , molécula de agua,  $\text{H}_2\text{O}$  y átomo de Ne. Tomada de: Sosa, P.. 2007. "Conceptos base de la química". Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

Cuando se descubrió el núcleo (1911), los científicos ya sabían que los electrones no pueden describir plácidas órbitas en torno al núcleo, del mismo modo que la Tierra gira alrededor del Sol. Sólo tardarían una cien millonesíma de segundo, de acuerdo con la física clásica, para caer en espiral hacia el núcleo, emitiendo radiación electromagnética al hacerlo. Por consiguiente, se necesitaba una nueva teoría, y nació la teoría llamada mecánica cuántica.

### *Conservación de las cargas*

En un átomo hay tantos electrones como protones, por lo que no tiene carga neta. Lo positivo compensa exactamente lo negativo. Si a un átomo se le quita un electrón, ya no sigue siendo neutro, ni átomo. Entonces el átomo tiene una carga positiva más (protón) que cargas negativas (electrones) y se dice que tiene carga positiva. Un átomo con carga eléctrica se llama *ion*. Un *ion positivo* tiene una carga neta positiva. Un *ion negativo* es un átomo que tiene uno o más electrones adicionales y, por lo tanto, tiene carga negativa.

Los objetos tienen, de ordinario, cantidades iguales de electrones y protones, y en consecuencia son eléctricamente neutros. Pero, si hay un desequilibrio en esas cantidades, el objeto tiene carga eléctrica. Se produce un desequilibrio cuando se agregan o quitan electrones a un objeto. Aunque los electrones más cercanos al núcleo atómico, que son los electrones interiores, están muy fuertemente enlazados con el núcleo atómico, de carga opuesta, los electrones más alejados, que son los externos, están enlazados muy débilmente y se pueden desprender con facilidad. La cantidad de trabajo que se requiere para desprender un electrón de un átomo varía entre una y otra sustancia. Los electrones son sujetados con más firmeza en el caucho y en el plástico que en tu pelo. Así cuando se frota un peine en el cabello, los electrones pasan del cabello al peine. Es importante notar que cuando se carga algo no se crean ni se destruyen electrones. Sólo pasan de un material a otro. La carga se conserva.

### *Ley de Coulomb*

La fuerza eléctrica, igual que la fuerza gravitacional, disminuye inversamente respecto al cuadrado de la distancia entre los cuerpos que interactúan. Esta relación fue descubierta por Charles Coulomb en el siglo XVIII y se llama Ley de Coulomb.

Establece que para dos objetos cargados, de tamaño mucho menor que la distancia que los separa, la fuerza entre ellos varía en forma directa con el producto de sus cargas, e inversamente con el cuadrado de la distancia entre ellos.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

donde  $r$  es la distancia entre las partículas cargadas,  $q_1$  representa la cantidad de carga de una partícula,  $q_2$  representa la cantidad de carga de la otra partícula y  $k$  es la constante de proporcionalidad. La unidad de carga es el **coulomb**, y su símbolo es C. Una carga de 1 C es la que tiene un conjunto 6.25 trillones de electrones ( $6.25 \times 10^{18}$  electrones). Esta enorme cantidad de electrones la que pasa por una bombilla común de 100 watts durante un poco más de 1 segundo.

La constante proporcionalidad  $k$  de *la ley de Coulomb* es mucho mayor que la  $G$  de la ley de la gravitación de Newton.  $G$  es un número muy pequeño ( $6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ) mientras que  $k$  es un número muy grande ( $9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ ) donde:  $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$  se convierte en la unidad de fuerza llamada Newton (N).

Si, por ejemplo, hubiera un par de partículas cargadas con 1 coulomb cada una de ellas y estuvieran a una distancia de 1 metro, la fuerza de atracción o repulsión entre ellas sería 9,000 millones de newtons. ¡Sería 10 veces mayor que el peso de un buque de guerra!

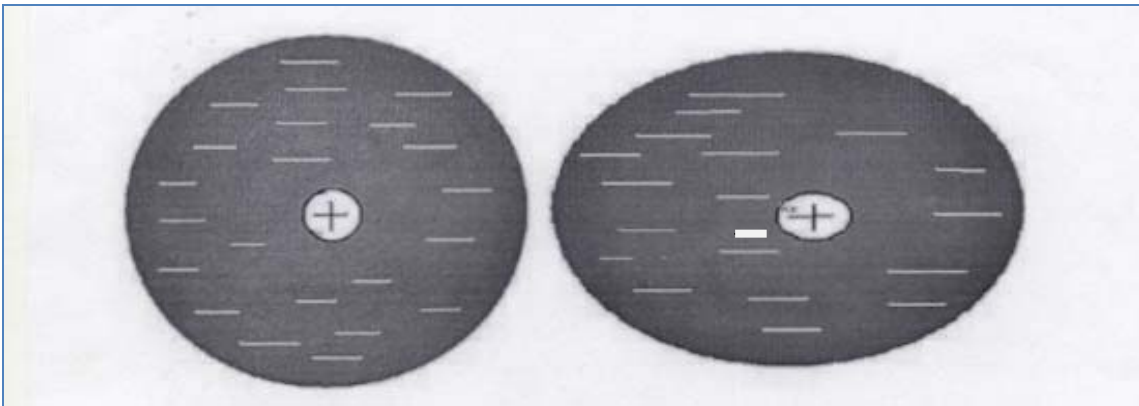
Mientras que la fuerza gravitacional de atracción entre las partículas como un electrón y un protón es extremadamente pequeña, la fuerza eléctrica entre ellos es relativamente enorme. Además de la gran diferencia en intensidad, la diferencia más importante entre las fuerzas de gravitación y eléctricas es que las fuerzas eléctricas pueden ser de atracción y repulsión, mientras que las fuerzas gravitacionales sólo son de atracción.

### *Carga*

Cargamos (eléctricamente) las cosas al transferir electrones de un lugar a otro. Lo podemos hacer por *contacto físico*, como cuando se frotan entre sí las sustancias, o simplemente se tocan. También podemos redistribuir la carga de un objeto poniéndole cerca un objeto cargado. A esto se le llama inducción.

La carga por inducción no se restringe a los conductores. Cuando una varilla con carga se acerca a un aislante, no hay electrones libres que puedan moverse a través del material aislante. En su lugar hay un rearrreglo de cargas dentro de los átomos y las moléculas mismas.

Los átomos tienen cantidades iguales de protones y electrones, en consecuencia son eléctricamente neutros, se produciría un desequilibrio si se agregan o quitan electrones.



a

b

**Figura 11.** Un electrón en torno a un núcleo atómico forma una nube electrónica. a) El centro de la nube negativa coincide con el centro del núcleo positivo en un átomo. b) Cuando se acerca por la derecha una carga negativa externa, por ejemplo un ion o un globo con carga, se distorsiona la nube electrónica, y ya no coinciden los centros de las cargas positivas y negativas. El átomo está polarizado eléctricamente. Tomada de: Hewitt P. G. 2004. "Física conceptual". Novena edición, Pearson Educación. México, D.F.

Aunque los átomos no cambian sus posiciones relativamente fijas, sus "centros de carga" sí se mueven. Un lado del átomo o de la molécula es inducido a ser más negativo (o positivo) que el lado contrario. Se dice que el átomo o molécula está **eléctricamente polarizado**.

Se puede concluir que un enlace químico será más fuerte o más débil dependiendo de qué tan equitativamente esté distribuida la carga eléctrica entre los elementos enlazados y de la distancia que haya entre los mismos ESTABLECIENDO UN DIPOLO.

## Polaridad<sup>4</sup>

En la **figura 12**, se muestra la estructura interna de una molécula de hidrógeno  $H_2$ . Se trata de dos núcleos inmersos en el dominio de los electrones de enlace y es el resultado de la interacción eléctrica entre los dos núcleos (cada uno con carga  $1+$ ) y el dominio electrónico (con carga  $2-$ ).

Como observamos, la zona donde se mueven los electrones de enlace (el dominio electrónico) es perfectamente simétrica.

Esto es así porque los dos núcleos son idénticos (ambos son núcleos de hidrógeno). Quiere decir que los electrones están siendo atraídos por ambos núcleos en la misma magnitud. Si dividiéramos la molécula exactamente por la mitad, la carga del dominio electrónico ( $2-$ ) estaría distribuida en forma perfectamente equitativa:  $1-$  en cada lado. Por lo tanto, la carga neta en cada lado sería exactamente igual a cero.

---

<sup>4</sup> Sosa, P.. 2007. "Conceptos base de la química". Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

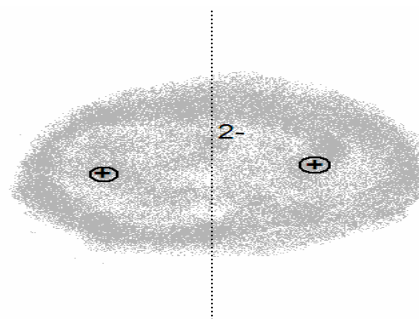
Fórmula molecular

H<sub>2</sub>

Representación de Lewis

H-H

Estructura interna de las moléculas de hidrógeno



Carga del núcleo izquierdo	1+	1+	Carga del núcleo derecho
Carga de la parte del dominio que queda del lado izquierdo	1-	1-	Carga de la parte del dominio que queda del lado derecho
Carga neta del lado izquierdo	0	0	Carga neta del lado derecho

**Figura 12.** Cuando en un enlace, los *cores*<sup>5</sup> o núcleos, en el caso del hidrógeno) tienen la misma electronegatividad –es decir, que atraen los electrones con la misma intensidad–, la carga eléctrica neta en sus extremos es igual a cero. Tomada de: Sosa, P.. 2007. “Conceptos base de la química”. Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

Cuando los *cores* son distintos, el dominio electrónico se deforma hacia el del elemento más electronegativo. Es lo que ocurre en la molécula del cloruro de

<sup>5</sup> A los electrones de las capas internas junto con el núcleo se les denomina *core* o *kernel*. Son como el “corazón” del elemento. El *core* o *kernel* siempre tiene la configuración de alguno de los gases nobles.



hidrógeno (**figura 13**). Como se ve, el dominio no tiene una forma simétrica sino que está distorsionado hacia el *core* del cloro. Si dividimos el esquema de la molécula exactamente por la mitad, se encuentra que la carga del dominio electrónico (2-) está distribuida así: -0.83 del lado del hidrógeno y -1.17 del lado del cloro.<sup>6</sup>

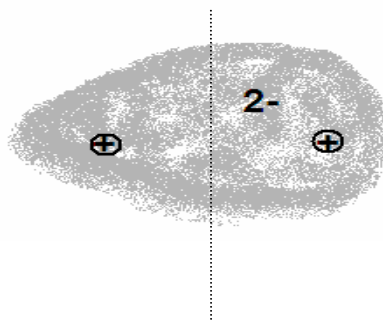
Fórmula molecular

HCl

Representación de Lewis

H – Cl

Estructura interna de las moléculas de cloruro de hidrógeno



Carga del núcleo de hidrógeno	1+	1+	Carga del core de cloro
Carga de la parte del dominio que queda del lado del hidrógeno	- 0.83	- 1.17	Carga de la parte del dominio que queda del lado del cloro
Carga neta del lado izquierdo	+ 0.17	- 0.17	Carga neta del lado derecho

**Figura 13.** Cuando en un enlace, los *cores* o núcleos tienen distintas electronegatividad –es decir, uno atrae los electrones con más intensidad que el otro-, se generan un polo positivo y otro negativo. Tomada de: *Ibidem*

<sup>6</sup> Esta distribución de carga se calculó a partir del valor experimental para el momento dipolo del enlace H-Cl reportado en la literatura.

Por lo tanto, la carga neta del lado del hidrógeno es + 0.17 y, del lado del cloro, -0.17. Es decir, la molécula del cloruro de hidrógeno tiene polos eléctricos: uno positivo, del lado del hidrógeno y otro, negativo, del lado del cloro.

Las moléculas, como la del hidrógeno, que no tienen polos eléctricos se llaman moléculas *no polares*. Las moléculas, como las del cloruro de hidrógeno, que tienen polos eléctricos se llaman moléculas *polares*.

Muchas propiedades macroscópicas de las sustancias (el color, el estado físico, la solubilidad, etcétera) dependen de la polaridad de las partículas y de sus interacciones con otras partículas. Las posibles interacciones entre partículas son:

<b>Tipo de interacción</b>	<b>Partículas que interactúan</b>
No polar – no polar	Moléculas no polares con moléculas no polares
Polar – no polar	Moléculas polares con moléculas no polares
Polar - polar	Moléculas polares con moléculas polares
Ion – no polar	Iones con moléculas no polares
Ion - polar	Iones con moléculas polares
Ion – Ion	Iones con iones

### Interacciones químicas

Las interacciones eléctricas entre núcleos y electrones, por un lado, y entre iones vecinos, por el otro son de gran magnitud y de largo alcance. En cambio las interacciones eléctricas entre moléculas y partículas vecinas son débiles y de corto alcance.

### *Interacciones eléctricas en y entre las partículas*

Dada la naturaleza eléctrica de las partículas químicas, es decir, dado que están constituidas por núcleos positivos y electrones negativos, las interacciones químicas

son simplemente la consecuencia o el *resultado de interacción eléctrica entre sus partes*.

Las interacciones químicas engloban dos casos específicos: obviamente, la interacción eléctrica entre núcleos y electrones pero, también, la interacción eléctrica entre partículas vecinas. O sea, que las partículas químicas (iones, moléculas y átomos) también se atraen y se repelen entre sí, debido a su naturaleza eléctrica. Pueden interactuar iones con otros iones, iones con moléculas polares, moléculas polares con otras moléculas polares. Y, para colmo, si están suficientemente cerca de sus vecinas, también las moléculas no polares pueden interactuar con otras partículas químicas: iones con moléculas no polares, moléculas polares con no polares y hasta no polares con no polares.

Como es costumbre en la ciencia, la explicación y la descripción de los fenómenos se realiza a través de pequeños modelos teóricos que se refieren en realidad, a casos ideales o límite.<sup>7</sup>

Así, las interacciones químicas se pueden describir a partir de cuatro modelos límite: el del **enlace covalente**, el del **enlace metálico**, el del **enlace iónico** y el de las **interacciones dipolares**.

#### *Interacciones núcleo-electrónicas*

Son las interacciones eléctricas que se dan entre núcleos y electrones. Hay dos casos límite, siempre siguiendo el modelo de Lewis al que ya hecho referencia:

- ~ Dos electrones se encuentran localizados entre dos núcleos o *cores* (o sea, una interacción “dos a dos”) y

---

<sup>7</sup> Por ejemplo, las secuencias que explican la caída libre de un cuerpo corresponden al caso límite o ideal en el que no hay nada de aire que obstaculice el movimiento del cuerpo. Sin embargo, a partir de este modelo matemático, se pueden explicar los casos reales y concretos.

- ~ Todos los electrones se encuentran deslocalizados en una red de *cores* (o sea, interactuando todos contra todos)

El primer caso –la interacción “dos a dos”– se describe mediante el modelo del enlace covalente. El segundo mediante el modelo del enlace metálico.

### Enlace covalente

Es la interacción eléctrica de los electrones y dos núcleos (o dos *cores*). Para describirlo adecuadamente se requiere de varios modelos uno de ellos sería el modelo de la Mecánica Cuántica. El resultado es del que ya hemos hablado anteriormente: dos *cores* inmersos en el dominio de un par de electrones.

Usando el código de las estructuras de Lewis, la representación de un enlace covalente quedaría así:

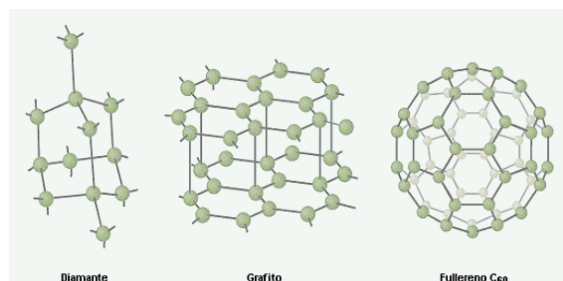


Es decir, las letras representan a los *cores* (los núcleos junto con los electrones internos) de los elementos X y Y mientras que la raya representa al par de electrones. Se dice que X y Y están enlazados porque comparten un par de electrones.<sup>8</sup>

La palabra covalente, acuñada en el contexto de la química, es la que se acostumbra usar para decir que se comparten electrones. Como ya se ha señalado, cualquier partícula polinuclear se puede representar como una cadena de enlaces covalentes. Ver ejemplos de sustancias con red covalente en la **figura 14**.

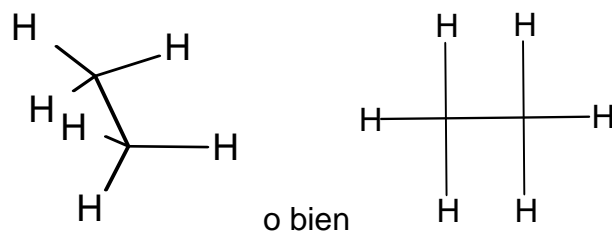
---

<sup>8</sup> Aunque, en realidad, son dos *cores* y dos electrones interactuando eléctricamente, todos con todos. Sin embargo, las atracciones predominan sobre las repulsiones y, por eso, permanecen los cuatro unidos.



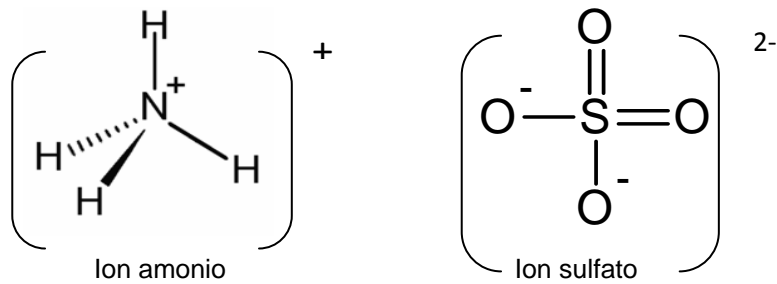
**Figura 14.** Ejemplos de sustancias con red covalente. Tomada de: [http://images.google.es/imgres?imgurl=http://www.monografias.com/trabajos13/nanotub/Image979.gif&imgrefurl=http://www.monografias.com/trabajos13/nanotub/nanotub.shtml&h=258&w=56sz=28&hl=es&start=12&um=1&tbnid=oKGDnCoOT\\_VHxM:&tbnh=61&tbnw=134&prev=/images%3Fq%3Dfullerenos%26um%3D1%26hl%3Des%26rlz%3D1B2GGFB\\_esMX225%26sa%3DN](http://images.google.es/imgres?imgurl=http://www.monografias.com/trabajos13/nanotub/Image979.gif&imgrefurl=http://www.monografias.com/trabajos13/nanotub/nanotub.shtml&h=258&w=56sz=28&hl=es&start=12&um=1&tbnid=oKGDnCoOT_VHxM:&tbnh=61&tbnw=134&prev=/images%3Fq%3Dfullerenos%26um%3D1%26hl%3Des%26rlz%3D1B2GGFB_esMX225%26sa%3DN)

Así, las moléculas de etano se representan de la forma siguiente:



Hay enlaces covalentes en todas las sustancias que consistan de partículas polinucleares. Es decir, también hay enlaces covalentes en algunas sustancias iónicas, aquellas que consistan de iones polinucleares. Por mencionar un ejemplo tomemos el caso del sulfato ácido de amonio ( $\text{NH}_4\text{SO}_4$ )<sup>-</sup>.

Evidentemente consiste de una red de iones sulfato,  $\text{SO}_4^{2-}$ , e iones, amonio  $\text{NH}_4^+$  (**figura 15**), interactuando entre sí pero los núcleos de cada ion se mantiene unidos mediante enlaces covalentes:

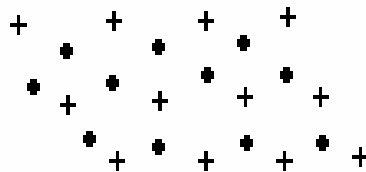


**Figura 15.**

Tomada de: Sosa, P.. 2007. "Conceptos base de la química". Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

### Enlace metálico

Es la interacción eléctrica de una cantidad enorme de *cores* y electrones. También es indispensable la Mecánica Cuántica para poderlo describir satisfactoriamente. El resultado que proporciona esta elegante teoría es el de un número de núcleos inmersos, no en el dominio de tan sólo un par de electrones, sino en el dominio de otro inmenso número de electrones. A la imagen de esta interacción se le suele dar el nombre de *modelo del mar de electrones* (**figura 16**).



Esta es una representación esquemática del enlace metálico. Los puntos indican los electrones.

**Figura 16.** Modelo Mar de electrones. Tomada de:

[http://web.educastur.princast.es/ies/salinas/recursos/Equimico\\_archivos/metallcblue.gif](http://web.educastur.princast.es/ies/salinas/recursos/Equimico_archivos/metallcblue.gif)

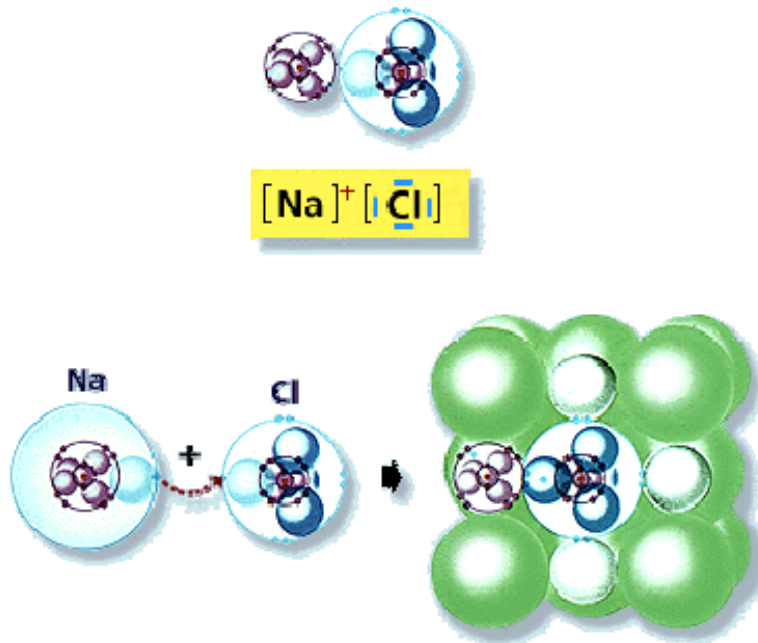
En el enlace metálico también se comparten electrones. Sólo que ahora son muchos electrones compartidos por muchos *cores*. En este sentido, no hay una diferencia fundamental entre lo que llamamos enlace covalente y lo que denominamos enlace metálico. Lo que ocurre (interacción eléctrica entre *cores* y electrones) es exactamente lo mismo siendo el número de *cores* y electrones involucrados lo único que cambia.

En esta situación de muchos electrones interactuando con muchos *cores*, los electrones están unidos más débilmente que el caso “dos a dos” del enlace covalente. Ésta es la razón por la que los sistemas metálicos son buenos conductores de la electricidad, es fácil mover los electrones porque la atracción que ejercen los *cores* sobre ellos es más débil.

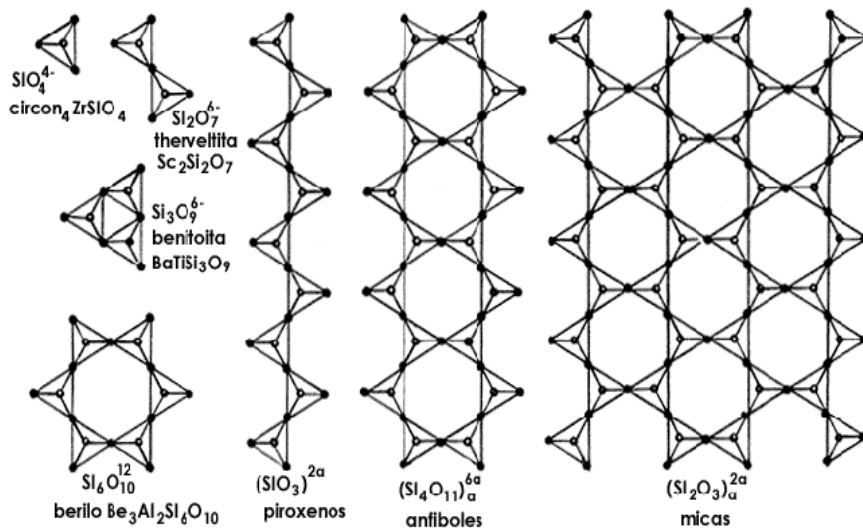
*Interacciones partícula-partícula*

### Enlace iónico

Es la interacción eléctrica entre un número muy grande de iones de carga opuesta. Se puede describir adecuadamente suponiendo que los iones son simplemente puntos con carga (sin masa ni volumen ni forma). Para una mejor descripción, se requeriría de la Mecánica Cuántica. Se puede representar como una red tridimensional donde todos los iones interactúan simultáneamente:



**Figura 17.** Formación del enlace iónico en la molécula del cloruro de sodio. Tomada de: [http://images.google.es/images?sourceid=navclient&hl=es&ie=UTF-8&rlz=1T4ADBS\\_esMX225MX226&q=enlace%20ionico&um=1&sa=N&tab=wi](http://images.google.es/images?sourceid=navclient&hl=es&ie=UTF-8&rlz=1T4ADBS_esMX225MX226&q=enlace%20ionico&um=1&sa=N&tab=wi)



**Figura 18.** Representaciones de estructuras cristalinas para varias sustancias de silicatos. Tomada de:

[http://images.google.es/imgres?imgurl=http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/img/arc029.gif&imgrefurl=http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/html/sec\\_6.html&h=353&w=650&sz=23&hl=es&start=21&um=1&tbnid=D-w\\_dlu19Nye8M:&tbnh=74&tbnw=137&prev=/images%3Fq%3Dsilicatos%26start%3D18%26ndsp%3D18%26um%3D1%26hl%3Des%26rlz%3D1B2GGFB\\_esMX225%26sa%3DN](http://images.google.es/imgres?imgurl=http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/img/arc029.gif&imgrefurl=http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/html/sec_6.html&h=353&w=650&sz=23&hl=es&start=21&um=1&tbnid=D-w_dlu19Nye8M:&tbnh=74&tbnw=137&prev=/images%3Fq%3Dsilicatos%26start%3D18%26ndsp%3D18%26um%3D1%26hl%3Des%26rlz%3D1B2GGFB_esMX225%26sa%3DN)



### *Interacciones dipolares*

Es la interacción eléctrica entre partículas químicas vecinas. Son más débiles que los enlaces covalente, iónico y metálico. Para su descripción, los iones pueden modelarse como puntos cargados y las moléculas como dipolos eléctricos. Son las responsables de los estados físicos, de la solubilidad y del inicio de las reacciones químicas de materiales y sustancias. A continuación se muestran las cinco posibles interacciones dipolares.

<b>Tipos de interacciones dipolares</b>	
Ion–polar	ion–dipolo permanente
Polar–polar	dipolo permanente–dipolo permanente
Ion–no polar	ion–dipolo inducido
Polar–no polar	dipolo permanente –dipolo inducido
No polar–no polar	dipolo instantáneo–dipolo inducido

Estrictamente no hay ninguna diferencia fundamental entre todos estos tipos de interacciones. Todas (enlace covalente, enlace metálico, enlace iónico e interacciones dipolares) son simplemente interacciones eléctricas. Si acaso hay diferencia, es en la magnitud de la interacción. *Las interacciones núcleo-electrón y las interacciones ion-ion son de magnitud similar, es decir, son fuertes. En cambio, las interacciones dipolares son mucho más débiles.*

Para dar cuenta de esta diferencia en magnitud, a las primeras les vamos a dar el nombre de enlaces y a las segundas les vamos a dejar el nombre de *interacciones*.

Dicho de otro modo, sólo por convención, vamos a usar la palabra enlace para referirnos a las interacciones eléctricas fuertes y la palabra interacción para las interacciones eléctricas débiles (obviamente en el contexto de la escala de las partículas químicas).

En este sentido el enlace químico es una interacción eléctrica fuerte que se da entre núcleos y electrones (modelo covalente y metálico) o entre iones vecinos (modelo iónico).

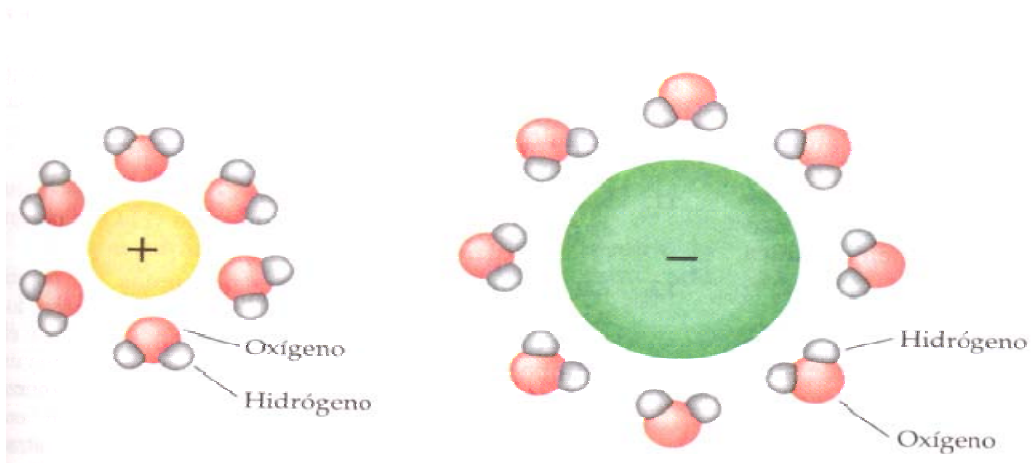
### *Interacciones químicas en las mezclas*

En esta sección se revisarán las interacciones que ocurren entre las partículas de varias sustancias mezcladas. Para ello, se van a abordar ciertos ejemplos representativos.

#### *NaCl en agua*

Cuando agregamos sal a nuestra sopa, parece como si los granitos de sal simplemente se esfumaran. Lo que realmente ocurre es que los iones sodio  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  de la red cristalina y las moléculas polares del agua se atraen mutuamente dando como resultado la desintegración de la red. Cada ion es “secuestrado” y rodeado por millones de moléculas de agua. Los miles de trillones de iones que formaban el grano de sal se separan totalmente y cada uno queda lejos, muy lejos de los demás, rodeado por una enorme cantidad de moléculas de agua. Las moléculas de agua cercanas a los iones  $\text{Na}^+$ , se encuentran con el oxígeno (polo negativo) orientado precisamente hacia los  $\text{Na}^+$  (**figura 19**), del mismo modo, las moléculas de agua cercanas a los iones  $\text{Cl}^-$ , se orientan con los hidrógenos hacia el  $\text{Cl}^-$ .

Obviamente la interacción que ocurre en una mezcla de sal y agua es una de tipo ion-dipolo permanente. Nadie ocupa posiciones fijas. Iones y moléculas se mueven incesantemente arrastrándose unos a otros.



**Figura 19.** Interacciones eléctricas entre las moléculas polares de agua y los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ . Tomada de: Hill W. J. y Kolb K. D. 1999. "Química para el nuevo milenio", Octava Edición, PRENTICE HALL, México.

### Sacarosa en agua, alcohol en agua, acetona en agua

El azúcar, el alcohol y la acetona son sustancias polares que contienen enlaces polarizados O–H o C=O. El agua también es polar. La interacción por tanto es dipolo permanente–dipolo permanente. Como regla general, "lo semejante disuelve a lo semejante", o sea, polar disuelve a polar.

### Sal en hexano

El cloruro de sodio casi no se disuelve en hexano, porque no son semejantes en polaridad. El cloruro de sodio es iónico mientras que el hexano consiste de moléculas no polares. Sin embargo, lo poco que se disuelve tiene que ser, forzosamente, una interacción ion–dipolo inducido. Los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  polarizan las moléculas de hexano.

### Oxígeno en agua

El oxígeno es no polar. El agua, por el contrario, es una sustancia polar. Si tomáramos al pie de la letra la conseja de “similar disuelve a similar” llegaríamos a la conclusión errónea de que nada de oxígeno, en lo absoluto, se disuelve en agua. Sin embargo, no es cierto: sí se disuelve una pequeña cantidad. Esa pequeña cantidad de oxígeno que se disuelve en el agua es la que aprovechan los peces para respirar. La interacción es de tipo dipolo permanente-dipolo inducido.

Es decir, las moléculas polares de agua inducen un dipolo en las moléculas no polares de oxígeno.

### Gasolina en aceite

Es muy común que cuando algo se mancha de grasa usemos gasolina para desmancharlo. Es porque las moléculas de las sustancias que constituyen a la gasolina (una mezcla de muchas sustancias) y las moléculas de aceite (o grasa) son no polares. En este caso, la interacción eléctrica es mínima, puesto que se trata de interacciones dipolo instantáneo-dipolo inducido. No es la atracción eléctrica la principal razón por la que se disuelven entre sí las sustancias no polares. Es más importante el hecho de que se están moviendo y, poco a poco, se van dispersando. Luego, no hay manera de que, de forma espontánea, se vuelvan a reagrupar, es decir, a separar en gasolina por un lado y aceite (o grasa), por el otro.

### ***Bibliografía sugerida***

- ~ Brown, L. T., Le May, E. H., Bursten, E.B. y Burdge, R. J. 2004. “Química. La ciencia central”. Novena edición, PEARSON Educación. México, D.F.
- ~ Garritz, A. y Chamizo, J. A. 2001. “Tú y la química”. PEARSON Educación. México, D.F.

- ~ Hewitt, P. G. 2004. "Física conceptual". Novena edición, PEARSON Educación. México, D. F.
- ~ Hill, W. J. y Kolb, K. D. 1999. "Química para el nuevo milenio". Octava edición, PRENTICE HALL. México, D.F.
- ~ Sosa Fernández, P. 2007. "Conceptos base de la química". Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

### ***Trabajo del alumno y el profesor***

En el desarrollo de la UD se pretende que el alumno tome un papel activo siendo constructor de su propio conocimiento, realizando actividades que le permitan reflexionar y discutir sobre la importancia de los conceptos, y desarrollar habilidades propias de la investigación científica, así como también participar cooperativamente durante el proceso enseñanza-aprendizaje.

Para el desempeño del profesor se plantea un papel de profesor guía, en el cual sea: organizador y conductor de las actividades, moderador de las discusiones, que tome decisiones sobre el momento pertinente para introducir los conceptos, considere los conocimientos que los alumnos ya llevan al aula, formule conclusiones de las ideas principales relacionadas con el tema y relacione la temática con el entorno de los estudiantes.

Para los materiales didácticos, se plantean las siguientes actividades: juego, trabajo de investigación, dinámicas de grupos cooperativos, actividad experimental y examen final.

### ***Estrategias y materiales didácticos***

Como una medida de acción a la propuesta de Bello (2006) de elaborar estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en los esquemas representacionales de los alumnos, y considerando el importante aspecto motivacional, se plantean los

siguientes materiales didácticos: juego, trabajo de investigación, dinámicas de grupos cooperativos, actividad experimental y examen final y que se mencionan a continuación:

- ~ Tarea a domicilio “CRUCIGRAMA” ver **ANEXO 10** (TCEQ-2) para “preparar la mente” de los alumnos, antes de la presentación del tema.
- ~ Dinámica de grupo ¿Lo qué sabemos? (LQSEQ-4) ver **ANEXO 11**, para “abonar la mente” de los alumnos antes de la presentación del tema.
- ~ Presentación del tema con tecnología “Power Point” por parte del profesor (PPEQ-3) ver **ANEXO 12**, centrado en la naturaleza eléctrica de las partículas.
- ~ Práctica de laboratorio (AEXEQ-5) que le permita a los alumnos aterrizar la teoría en una actividad experimental concreta ver **ANEXO 13**.
- ~ Pequeña investigación bibliográfica que permita conectar lo aprendido con su entorno y con la historia ¡Patrimonio de la Humanidad! (IBLEQ-6) **ANEXO 14**.
- ~ Como ya se ha comentado reiteradamente, el enlace químico es un tema muy difícil de comprender por los alumnos y hay un gran número de comentarios en la literatura donde los autores sugieren el uso de analogías para su enseñanza, por ejemplo: Licata 1988 propone la siguiente analogía para el enlace covalente: compartir de manera equitativa el “lunch” de uno sería un enlace covalente no-polar, compartir de manera no-equitativa el “lunch” sería un enlace covalente polar y robar el “lunch” de alguien sería un enlace covalente coordinado. La analogía que se propone para el concepto de enlace químico es el de “una liga sostenida por una chica haciendo aeróbics”, **ANEXO 12**. Si nosotros jalamos de la liga equitativamente vamos a sentir la fuerzas de atracción entre las dos manos, similitud entre la fuerzas de atracción que puede haber entre dos partículas de carga distinta a una cierta distancia. Si la liga es corta la fuerza de atracción es grande, similitud entre

más cerca estén las partículas más fuerte es el enlace químico. Si la liga es larga la fuerza de atracción es poca, similitud, entre más distancia haya entre las partículas más débil será el enlace químico. Se sugiere llevar una liga similar a clase para que los alumnos puedan trabajar con ella, y mencionar que la liga representa un par de electrones.

### ***Sugerencias de evaluación***

Para la evaluación de los aprendizajes se diseñó el siguiente instrumento:

- ~ Diseño de un examen final (EFLEQ-7) ¿Qué aprendí? **ANEXO 15.**

### **2.3 Evaluación y validación de la unidad didáctica**

Para el proceso de aplicación y evaluación de la unidad didáctica, se consideró como marco de muestreo (Méndez y colaboradores, 2004) a la población de alumnos del CCH plantel Azcapotzalco, de la UNAM, realizando un muestreo aleatorio simple (MAS) para seleccionar 25 alumnos del primer semestre (grupo 117) y 25 alumnos del quinto semestre (grupo 517), para tener como marco de referencia a los alumnos de nuevo ingreso y a los alumnos que están en la fase del propedéutico.

### **La unidad didáctica sobre el concepto de enlace químico en el aula**

En la siguiente tabla se presentan los grupos que participaron durante la aplicación de la unidad didáctica y de los instrumentos.

Asignatura	Química I	Química V
Grupo	117	517
Instrumento	Aplicación	Aplicación
ICASEQ-1	✓ Inicio ✓ Final	✓ Inicio ✓ Final
TCEQ-2	✓	✓
PPEQ-3	✓	✓
LQSEQ-4	✓	✓
AEXEQ-5	✓	✓
IBEQ-6	✓	✓
EFEQ-7	✓	✓
UDEQ-8	✓	✓

### **Inicio de semestre**

A continuación se describe la logística que se llevó a cabo para la aplicación de la unidad didáctica, al inicio del semestre del ciclo 2008-1 en el CCH Azcapotzalco:

- ✓ Con el propósito de conocer las ideas previas de los alumnos y compararlas con las reportadas en la literatura, en una primera sesión se aplicó el ICASEQ-1 en los grupos 117 y 517, en esta sesión se solicitó a los alumnos que realizaran la tarea de investigación “CRUCIGRAMA” (TCEQ-2), tarea que entregarían en la siguiente sesión y que permitiría a los alumnos recordar conceptos ya estudiados e investigar conceptos nuevos. Una vez analizados los resultados del ICASEQ-1 se llevó a cabo el diseño de la UD.
- ✓ Diseñada la UD, en una segunda sesión, los alumnos entregaron sus respectivas tareas del “CRUCIGRAMA” (TCEQ-2). En seguida formaron equipos cooperativos para que trabajaran la actividad *¿Lo que sabemos?* (LQSEQ-4). Esto primero, con la intención de saber qué conocimientos previos tenían los alumnos sobre el concepto de enlace químico después de haber resuelto el TCEQ-2 y, segundo, como una estrategia para promover el conflicto cognitivo entre los alumnos. Posteriormente, se realizó la



presentación del tema (PPEQ-3), al terminar la presentación y después de aclarar algunas dudas relacionadas con el tema, se entregó a los alumnos el examen final *¿Qué aprendí?* (EFEQ-7). En esta sesión quedó como tarea a los alumnos resolver la investigación bibliográfica ¡Patrimonio de la Humanidad! (IBEQ-6).

- ✓ Para la tercera sesión, los alumnos entregaron sus tareas (IBEQ-6), la cual fue resuelta en clase. En esta sesión, los alumnos realizaron la actividad experimental *Clasifica las siguientes sustancias* (AEXEQ-5), actividad con la que termino la UD, al mismo tiempo que entregue a los profesores titulares de los grupos el instrumento para evaluar la unidad didáctica (UDEQ-8).

### **Fin de semestre**

Al término del semestre se realizó nuevamente la aplicación del instrumento para conocer las ideas previas de los alumnos (ICASEQ-1) de los grupos 117 y 517.

Para la validación de la UD, se eligió el modelo educativo del Colegio de Ciencias y Humanidades, porque como sabemos en el colegio se ve al alumno como sujeto de su aprendizaje, de su formación y de su cultura y, por consiguiente, elige utilizar procedimientos pedagógicos participativos, que configuran al profesor como guía autorizada de un aprendizaje del que responde en primer lugar el propio alumno<sup>9</sup> y también porque los postulados pedagógicos **aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser**, siguen orientando el quehacer educativo del Colegio.

#### 2. 3. 1 Análisis de resultados

---

<sup>9</sup> Bazán, J. J. Plan General de Desarrollo del Colegio de Ciencias y Humanidades, 2002-2006.

Para realizar el análisis de los resultados obtenidos durante la aplicación y evaluación de UD, se llevó a cabo un análisis elaborando tablas y gráficos (Méndez , 2004), lo cuales se describen a continuación:

*Concepciones Alternativas o ideas previas, ICASEQ-1*

Los alumnos resolvieron el ICASEQ-1 sin manifestar algún tipo de problema, el instrumento se aplicó antes de iniciar la unidad didáctica, así como también 16 semanas después, es decir casi al finalizar el semestre.

En la siguiente **tabla A**, se exhibe de manera general las tablas y gráficas que se realizaron para la interpretación de los resultados obtenidos con el ICASEQ-1 en los grupos 117 (primer semestre) y 517 (quinto semestre), estas tablas y graficas se pueden consultar en el **ANEXO 16**.

Es importante mencionar que, en la tabla y gráfica No. 1, se presentan las ideas previas con el porcentaje de alumnos que seleccionaron el razonamiento A, B, C o D para justificar su respuesta. Así mismo, mediante un análisis se obtuvo la frecuencia con que los alumnos daban respuestas correctas en el ICASEQ-1, para posteriormente calcular el porcentaje (%) de respuestas correctas. Con este porcentaje se elaboraron las tablas y gráficas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 que se exhiben en el **ANEXO 16**.

**Cuadro A.** Tablas y gráficas que se realizaron para la interpretación de los resultados obtenidos con el ICASEQ-1

GRUPOS	ANTES	DESPUÉS
117 y 517	Tabla y gráfica No. 1 "Ideas previas de los grupos 117 y 517 para el concepto enlace químico".	Tabla y gráfica No.2 "Ideas previas de los grupos 117 y 517 para el concepto enlace químico"
117	Tabla y gráfica No. 3 "Ideas previas de los alumnos en el grupo 117 (% respuestas correctas)".	Tabla y gráfica No.4 "Ideas previas de los alumnos en el grupo 117 (% respuestas correctas)".
517	Tabla y gráfica No. 5 "Ideas previas de los alumnos en el grupo 517 (% respuestas correctas)"	Tabla y gráfica No. 6 "Ideas previas de los alumnos en el grupo 517 (% respuestas correctas)".
117 y 517	Tabla y gráfica No. 7 "Ideas previas de los grupos 117 y 517 (% respuestas correctas)"	Tabla y gráfica No. 8 "Ideas previas de los grupos 117 y 517 (% respuestas correctas)"
117 antes y después de la unidad didáctica	_____	Tabla y gráfica No. 9 "Ideas previas para el concepto de enlace químico del grupo 117 <b>antes y después de la unidad didáctica</b> ".
517 antes y después de la unidad didáctica	_____	Tabla y gráfica No. 10 "Ideas previas para el concepto de enlace químico del grupo 517 <b>antes y después de la unidad didáctica</b> ."

### 2. 3. 2 Interpretación de resultados

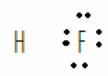
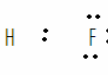
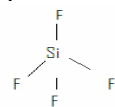
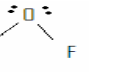
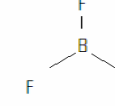
*Ideas previas, **antes de aplicar la unidad didáctica***

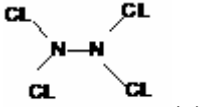
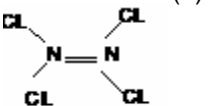
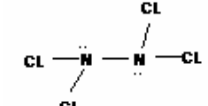
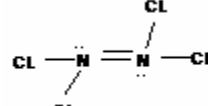
Con el ICASEQ-1 aplicado **antes de la unidad didáctica**, y teniendo como referencia la tabla y grafica 7, se elaboró el **cuadro B** consecutivo, donde se muestran las ideas previas para los grupos 117 y 517 con el % respuestas correctas para cada ítem y su relación con la temática para el enlace químico.

**Cuadro B.** Ideas previas en los grupos 117 y 517, antes de aplicar la unidad didáctica

<u>Temática</u>	Pregunta	% Respuestas correctas		Ideas previas
		GRUPO 117	GRUPO 517	
Polaridad de la moléculas	<p>1. La siguiente figura representa el enlace químico entre átomos de un mismo elemento (X), en este enlace químico consideras que:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>X XXX XX</p> </div> <p>R= Siempre que átomos se unen fuertemente unos a otros, decimos que hay un enlace químico entre ellos.</p>	Sin contestar	Sin contestar	A. Siempre que átomos se unen fuertemente unos a otros, decimos que hay un enlace químico entre ellos.
Estructura molecular	<p>2. El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente: el yoduro de plomo (II). ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal?</p>	Sin contestar	Sin contestar	B. La fuerza electrostática mantiene unidos a los iones del yodo y el plomo en un compuesto iónico.

	R= Forman una red cristalina iónica.			
Tipos y propiedades de enlace químico	<p>3. El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (puntilla de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono: ¿Crees que las diferencias entre ambos pueden explicarse por que, en el grafito, los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y, en el Diamante, los átomos de carbono están unidos por enlace iónico?</p> <p>R= Sí <b>No</b> (Tacha lo que no corresponda)</p>	5.0	Sin contestar	D. Los átomos del diamante están unidos covalentemente formando una sustancia reticular.
Fuerzas intermoleculares	<p>4. El agua (H<sub>2</sub>O) y el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) tienen fórmula química similar y estructuras con forma de V. A temperatura ambiente, el agua es un líquido y el sulfuro de hidrógeno un gas. La diferencia de su estado físico es debido a la intensidad con que se presentan las fuerzas intermoleculares entre:</p> <p>(1) Moléculas de H<sub>2</sub>O (2) <b>Moléculas de H<sub>2</sub>S</b></p>	5.0	32.0	D. La diferencia de intensidad de las fuerzas intermoleculares se debe a que el agua es una molécula polar, mientras que el H <sub>2</sub> S es una molécula no-polar.
Regla del octeto	<p>5. La regla del octeto es usada para determinar:</p> <p>(1) Forma de una molécula</p>	57.0	41.0	A. La regla del octeto establece que un átomo

	<b>(2) Número de enlaces que forma un átomo</b>			forma enlaces covalentes al compartir electrones para tener 8 electrones en la capa de valencia.
Polaridad del enlace químico	<p>6. ¿Cuál es la mejor representación para el par de electrones compartidos en la molécula?</p> <p><b>(1)</b></p>  <p><b>(2)</b></p> 	Sin contestar	9.0	C. El flúor tiene una atracción fuerte por el par de electrones compartidos.
Estructura molecular	<p>7. La molécula del SnCl<sub>2</sub> tiene la forma:</p> <p><b>(1)</b>V <b>(2)</b> lineal</p>	19.0	9.0	A. La forma resulta de la repulsión entre los pares de electrones enlazados y no-enlazados.
Polaridad de la moléculas	<p>8. ¿Cuál de las siguientes moléculas es polar?</p> <p><b>(1)</b></p>  <p><b>(2)</b></p>  <p><b>(3)</b></p> 	Sin contestar	9.0	B. La molécula no-simétrica contiene varios átomos que son polares
Estructura molecular		14.0	27.0	C.Las moléculas de las sustancias

	<p>9. La sustancia comercial llamada "Vaselina" tiene una textura cremosa, suave y densa. Basándose en esto la "Vaselina" podría ser clasificada en principio como:</p> <p>(1) Una sustancia molecular covalente.</p> <p>(2) Una sustancia covalente en red (covalente continuo)</p>			<p>experimentan fuerzas intermoleculares débiles y fácilmente se mueven para acomodar los cambios del sólido.</p>
<p>Estructura molecular y regla de octeto</p>	<p>10. ¿Cuál de las siguientes estructuras representa mejor la molécula del <math>N_2Cl_4</math>?</p> <p>    (1) </p> <p>    (2 ) </p> <p>    (3) </p> <p>    (4) </p>	<p>5.0</p>	<p>Sin contestar</p>	<p>C. La estructura se debe a la repulsión entre los 4 pares de electrones (incluyendo pares de enlaces y no-enlaces) sobre el átomo de nitrógeno.</p>

### Observaciones

Con el ICASEQ-1, se analizó el porcentaje de respuestas que los alumnos seleccionaron para A, B, C o D, y se reportan en la tabla y gráfica 1 (ver **ANEXO 15**), de este análisis, en la tabla siguiente se presentan las ideas previas que tuvieron un mayor porcentaje:

<b>Temática</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Grupo 117</b>	<b>Grupo 517</b>
Tipos de enlace químico	Un ión positivo estará enlazado a cualquier ión negativo.	✓	✓
Enlace iónico	El resultado de la atracción entre dos iones de cargas opuestas es la neutralización o cancelación de las cargas, lo que produce la formación de una molécula neutra.	✓	✓
Tipos y propiedades de enlace químico	Los enlaces covalentes son más débiles que los enlaces iónicos.	✓	✓
Fuerzas intermoleculares	La diferencia en la intensidad de las fuerzas intermoleculares es debida a la diferencia de polaridad en las moléculas.  Los enlaces en el H <sub>2</sub> S se rompen fácilmente, mientras que los del agua no.	✓	✓
Regla del octeto	La regla del octeto establece que un átomo forma enlaces covalentes al compartir electrones para tener 8 electrones en la capa de valencia.	✓	✓
Polaridad del enlace químico	Como el hidrogeno y el flúor forman un enlace covalente el par de electrones debe ser	✓	✓



	localizado centralmente.		
Estructura molecular	Los dos enlaces azufre-cloruro son igualmente repelidos hacia una posición lineal como lo muestra la estructura punto electrón del SnCl <sub>2</sub> . $\begin{array}{c} \times \times \text{Cl} \times \times \\ \times \times \end{array} \times \quad \times \quad \begin{array}{c} \times \times \\ \times \times \end{array} \times \quad \times \quad \begin{array}{c} \times \times \text{Cl} \times \times \\ \times \times \end{array} \times \times$	✓	✓
Polaridad de la moléculas	Los electrones no-enlazados sobre un átomo en la molécula producen un dipolo y consecuentemente una molécula polar.	✓	✓
Estructura molecular	La alta viscosidad de la sustancia resulta de la red covalente continua.	✓	✓
Estructura molecular y regla de octeto	La electronegatividad del nitrógeno requiere que el doble ó triple enlace siempre este presente.	✓	✓

Como se puede observar ambos grupos en general presentan deficiencias para el concepto de enlace químico, ya que es alto el porcentaje de alumnos que seleccionan estas ideas previas, las cuales están relacionadas con la temática de: tipos y propiedades de enlace químico, polaridad y estructura molecular. Para la temática de fuerzas intermoleculares, solo se manifiestan estas ideas previas en el grupo 117 y para la regla del octeto solamente en el grupo 517.

De la gráfica 1, podemos ver claramente que, a pesar de que el grupo 517 ya cursó la química I y II del plan de estudios de CCH, los esquemas de las ideas previas no son completamente diferentes, es decir, no se encuentran diferencias significativas en cuanto a las ideas previas entre alumnos de primer semestre y alumnos que están cursando la asignatura de química III como propedéutico.

Haciendo un análisis de los datos reportados para el grupo 117 y 517, en las graficas 3, 5 y 7, podemos afirmar nuevamente que no existe una diferencia significativa de resultados, aún cuando se trata de las respuestas correctas en el ICASEQ-1.

Con el cuadro B, logramos comprobar lo anterior, además de que las preguntas 1 y 2 no son contestadas correctamente, en ninguno de los dos grupos, se pudo observar que las preguntas resultaron confusas para los alumnos. De esta manera, el porcentaje de respuestas correctas para ambos grupos resulta estar entre el 5 y el 50. También, se observan resultados con un mayor porcentaje para la aplicación de la regla de octeto, de igual forma, en grupo 517 se refleja un 32 % de respuestas correctas para la pregunta 4, la cual está relacionada con la temática de fuerzas intermoleculares y esto parece lógico, siendo que este grupo ya cursó en su primer semestre la Unidad I. Agua del programa de Química I, del plan de estudios del CCH. Con este esquema general para los grupos 117 y 517, se procedió al diseño de los materiales didácticos y a la aplicación de la unidad didáctica.

### Material didáctico

Sobre los resultados obtenidos con el material didáctico, se expresan textualmente algunos de los comentarios y sugerencias realizados por los alumnos del grupo 117 y 517, durante la aplicación de la unidad didáctica; en el **ANEXO 17** se adjuntan algunos de los materiales resueltos por los alumnos de los grupos 117 y 517.

### *Crucigrama (ANEXO 10)*

En particular, éste fue el instrumento que dejó ver más dificultades para su resolución. Expresaré textualmente algunas de las opiniones de los alumnos: “me confundía”, “los crucigramas son de una palabra no de una frase”, “no me pareció el crucigrama porque le faltaban cuadritos”, “me tardé mucho”, “no especificaba bien lo que estaba pidiendo”, “el crucigrama me traumó”, etc....

### *¿Lo que sabemos? (LQSEQ-4) ANEXO 11*

En la dinámica de grupo, los alumnos participaron activamente, mostrando conocimientos sobre el concepto de enlace químico. Esto porque más del 90 % contestaron correctamente el cuestionario de la página 3, identificando el concepto como: “la fuerza de atracción que mantiene unidos a los átomos”. Además, todos los alumnos pudieron identificar las fuerzas de atracción y de repulsión representadas en el diagrama de la página 4.

### *Presentación del tema por parte del profesor (PPEQ-3) ANEXO 12*

Se trata de una presentación con tecnología *Power Point* centrada en la naturaleza eléctrica de las partículas. Los alumnos opinaron: “lo más entretenido fueron las diapositivas”, “los materiales eran muy abundantes y sí se entendían”, “Las clases son buenas viendo tipo película”, “me agradan las clases”, “me agradó”, “que fueron muy interesantes las clases y además que aprendí a investigar”, “las clases con diapositivas fueron más claras y el patrimonio de la humanidad fue más complicado”, “fueron actividades, aunque muy rápidas, muy buenas, pues se aprendió”, “fue un buen método de aprendizaje”, “estos cuestionarios son de mucha utilidad ya que así se hace más dinámico y fluido el trabajo”, “buen material para trabajar en la clase, resulta atractiva y poco tediosa”, “fue un repaso que me agradó, puesto que ya no nos acordábamos lo del enlace químico, y con esto resolvimos nuestras dudas”, “necesito que me enseñen la mayoría referente al tema”, “me tardé mucho en encontrar las respuestas”, “hacer actividades más fáciles puede ayudar a un mejor entendimiento”, “que los cuestionarios estuvieran un poco más fáciles”, “fue interesante el tema pero aún así en los cuestionarios había confusión porque no especificaban bien lo que quería”, “me parece interesante que se implementen estos programas fuera del programa del semestre, ya que se nos da una pequeña

introducción de lo que veremos después”, “la última actividad no contenía bibliografía”, “es importante que sepa que todos los temas que aplicó se me hicieron interesante y que ponga bibliografía”, “que todo fue muy interesante aunque un poco difícil y tedioso”, “creo que deberían darnos un resumen pequeño antes de hacer un trabajo así”.

Cabe mencionar que hubo una mayor participación por parte de los alumnos de nuevo ingreso para dar sus comentarios en la evaluación de los materiales didácticos.

#### *La práctica de laboratorio (AEXEQ-5) ANEXO 13*

Los alumnos pudieron concretar lo aprendido en la unidad didáctica.

#### *Investigación bibliográfica (IBLEQ-6) ANEXO 14*

Los alumnos mostraron interés al resolverla esta pequeña investigación titulada *¡Patrimonio de la Humanidad!*

#### *Evaluación de los aprendizajes (EFLEQ-7) ANEXO 15*

Con el instrumento denominado *¿Qué aprendí?* los alumnos lograron identificar *¿Cómo sería la clasificación de las sustancias que nos rodean?*, *¿Qué es el enlace químico?*, *¿Qué es una interacción eléctrica?*, *¿Cómo y cuáles son las interacciones núcleo-electrónicas?*, *¿Cómo y cuáles son las interacciones partícula-partícula?* e interpretar *¿Cómo se forma un enlace químico?*.

De las preguntas abiertas en el examen, cabe mencionar que los alumnos presentaron una gran dificultad para describir la respuesta, lo cual resulta lógico, pues, como sabemos este tipo de preguntas requiere para ser contestada al menos un párrafo, además de que debe estar bien explicada (Chamizo, 2007).

Ideas previas, **después de aplicar la unidad didáctica**

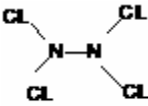
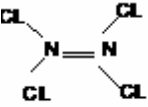
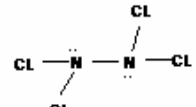
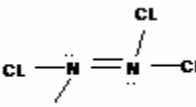
Una vez aplicado nuevamente el ICASEQ-1 y teniendo como referencia la tabla y gráfica 8, se elaboró el **cuadro C** consecutivo, donde se muestran las ideas previas para los grupos 117 y 517 con el % respuestas correctas para cada ítem y su relación con la temática para el enlace químico.

**Cuadro C.** Ideas previas en los grupos 117 y 517, después de aplicar la unidad didáctica

Temática	Pregunta	% Respuestas correctas		Ideas previas
		Grupo 117	Grupo 517	
Tipos de enlace Químico	<p>1. La siguiente figura representa el enlace químico entre átomos de un mismo elemento (X), en este enlace químico consideras que:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">X XXX XX</p> </div> <p><b>R= No es necesario que los átomos de X adquieran cargas de distinto signo para unirse</b></p>		<b>22.0</b>	<b>A. Siempre que átomos se unen fuertemente unos a otros, decimos que hay un enlace químico entre ellos.</b>
Enlace iónico	<p>2. El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente: el yoduro de plomo (II). ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal?</p> <p><b>R= Forman una red cristalina iónica</b></p>		<b>11.0</b>	<b>B. La fuerza electrostática mantiene unidos a los iones del yodo y el plomo en un compuesto iónico.</b>
Tipos y propiedades			<b>28.0</b>	<b>D. Los átomos</b>

de enlace químico	<p>3. El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (puntilla de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono: ¿Crees que las diferencias entre ambos pueden explicarse porque, en el grafito, los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y, en el diamante, los átomos de carbono están unidos por enlace iónico?  <b>R= Sí No</b>  (Tacha lo que no corresponda)</p>			<p><b>del diamante están unidos formando una sustancia reticular.</b></p>
Fuerzas intermoleculares	<p>4. El agua (H<sub>2</sub>O) y el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) tienen fórmula química similar y estructuras con forma de V. A temperatura ambiente, el agua es un líquido y el sulfuro de hidrógeno un gas. La diferencia de su estado físico es debido a la intensidad con que se presentan las fuerzas intermoleculares entre:  (1) Moléculas de H<sub>2</sub>O  <b>(2) Moléculas de H<sub>2</sub>S</b></p>		6.0	<p><b>D. La diferencia de intensidad de las fuerzas intermoleculares se debe a que el agua es una molécula polar, mientras que el H<sub>2</sub>S es una molécula no-polar.</b></p>

Regla del octeto	<p>5. La regla del octeto es usada para determinar:</p> <p>(1) Forma de una molécula</p> <p><b>(2) Número de enlaces que forma un átomo</b></p>		33.0	A. La regla del octeto establece que un átomo forma enlaces covalentes al compartir electrones para tener 8 electrones en la capa de valencia.
Polaridad del enlace químico	<p>6. ¿Cuál es la mejor representación para el par de electrones compartidos en la molécula?</p> <p>(1)</p> <pre>       ..         H  :  F  :               .. </pre> <p>(2)</p> <pre> H  :  F  :               .. </pre>		6.0	C. El fluor tiene una atracción fuerte por el par de electrones compartidos.
Estructura molecular	<p>7. La molécula del SnCl<sub>2</sub> tiene la forma:</p> <p><b>(1)</b>V <b>(2)</b> lineal</p>		0.0	A. La forma resulta de la repulsión entre los pares de electrones enlazados y no-enlazados
Polaridad de la moléculas	<p>8. ¿Cuál de las siguientes moléculas es polar?</p> <p>(1)</p> <pre>       F               Si      /   \     F  I  F             F </pre> <p>(2)</p> <pre>       F      / \     O   F      \ /       F </pre> <p>(3)</p> <pre>       F               B      / \     F   F </pre>		0.0	B. La molécula no-simétrica contiene varios átomos que son polares

Estructura molecular	<p>9. La sustancia comercial llamada "Vaselina" tiene una textura cremosa, suave y densa. Basándose en esto la "Vaselina" podría ser clasificada en principio como:</p> <p>(1) Una sustancia molecular covalente.</p> <p>(2) Una sustancia covalente en red (covalente continuo)</p>		11.0	<p>C. Las moléculas de las sustancias experimentan fuerzas intermoleculares débiles y fácilmente se mueven para acomodar los cambios del sólido.</p>
Estructura molecular y regla de octeto	<p>10. ¿Cuál de las siguientes estructuras representa mejor la molécula del <math>N_2Cl_4</math>?</p> <p>    (1) </p> <p>    (2) </p> <p>    (3) </p> <p>    (4) </p>		6.0	<p>C. La estructura se debe a la repulsión entre los 4 pares de electrones (incluyendo pares de enlaces y no-enlaces) sobre el átomo de nitrógeno.</p>



### Observaciones

En la tabla y gráfica 2 ( ver **ANEXO 16**), se observa que después de aplicar la unidad didáctica hay una modificación significativa en los esquemas de las ideas previas de ambos grupos.

La tabla y gráfica 4 ( ver **ANEXO 16**), muestran un mayor porcentaje de respuestas correctas en el grupo 117, después de aplicar la unidad didáctica.

De los resultados reportados en la tabla y gráfica No. 6 (ver **ANEXO 16**) para el grupo 517, se observa un elevado aumento en el número de respuestas correctas. Esto, lleva a deducir que los alumnos lograron un acercamiento hacia la comprensión del concepto de enlace químico. Con el cuadro C, pude observar que los alumnos responden las preguntas 1, 2, 3 y 10, lo cual indica que los alumnos comprenden mejor los tipos y las propiedades de los enlaces químicos, así como la estructura molecular de las sustancias, sin embargo, la pregunta 1 resultó ser confusa en su planteamiento, y todavía persisten en los alumnos dificultades para comprender la polaridad de las moléculas y las fuerzas de repulsión entre las partículas involucradas en la estructura molecular de las sustancias.

En la tabla y gráfica 8, podemos observar que se incrementa el porcentaje de respuestas correctas en ambos grupos, después de aplicar la unidad didáctica.

En la tabla y gráfica 9, se muestra el cambio significativo de las ideas previas en el grupo 117 para antes y después de la unidad didáctica.

Con la tabla y gráfica 10, se exhiben las ideas previas en el grupo 517 antes y después de la unidad didáctica. Las diferencias encontradas en ambos esquemas, sugieren que con las estrategias utilizadas en general los alumnos alcanzaron una mejor la comprensión del concepto enlace químico. En este cambio, se observa de las preguntas 2, 3 y 10 una mejora en la comprensión de: las fuerzas electrostáticas y los tipos y propiedades del enlace químico; sin embargo, de las pregunta 4, 6, 7 y 8 podemos deducir que en los alumnos persiste una confusión en los siguientes aspectos, primero en comprender la polaridad de las moléculas, aunque sí alcanzan a identificar que algunos elementos tienen atracción hacia los electrones del enlace, en segundo con una mayor incidencia, en la función de los electrones enlazados y no-enlazados para la formación de la estructura molecular de una sustancia, y finalmente en menor grado, para comprender cómo las fuerzas de repulsión que existen entre partículas con cargas del mismo signo intervienen en la estructura molecular de las sustancias.

### Material didáctico

Por los resultados, comentarios y sugerencias obtenidos de los alumnos durante el desarrollo de la unidad didáctica, se pudo percibir que los materiales funcionaron positivamente en el desarrollo de la unidad didáctica ( algunos de los materiales elaborados por los alumnos se pueden consultar en el **ANEXO 15**), es decir, con el “CRUCIGRAMA” los alumnos se mantuvieron perceptivos a las demás actividades, amén de que este instrumento fue de gran apoyo para la dinámica de grupo *¿Lo que sabemos?* con la que los estudiantes pudieron repasar y exponer exitosamente sus conocimientos sobre el concepto de enlace químico, utilizando como modelo la naturaleza eléctrica de la partícula.

De la investigación bibliográfica *¡Patrimonio de la humanidad!*, se considera que los profesores de ciencia deberíamos trabajar más el aspecto histórico en nuestros programas de química, la actividad tuvo en general una gran aceptación, aunque demasiados contenidos y poco tiempo para que los alumnos pudieran realizar una investigación profunda.

En el examen final *¿Qué aprendí?*, los alumnos en general al resolver el mapa conceptual lograron reconocer al enlace químico como una interacción de naturaleza eléctrica, describir a los enlaces químicos como la interacción eléctrica entre núcleos y electrones y clasificar a las sustancias según la estructura de las interacciones entre partículas.

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en este proyecto, se puede concluir en primer lugar que el diseño de la unidad didáctica permitió llevar a cabo eficientemente la planeación y organización del proceso enseñanza-aprendizaje del concepto, mejorando de esta manera el desempeño docente, en el mismo esquema, facilitó la construcción del concepto de enlace químico, a través del desarrollo, la selección, y aplicación de las actividades estratégicas, y de la actualización, integración y selección de contenidos.

Además, la propuesta basada en la interacción eléctrica de las partículas ayudo a presentar de una manera más sencilla un tema muy abstracto como lo es el concepto de enlace químico.

Es importante mencionar que en esta propuesta las estrategias se diseñaron e implementaron haciendo énfasis en la interacción eléctrica entre las partículas, y no como una serie de modelos diversos (García-Franco, 2003), de forma de que los estudiantes pudieran comprender el concepto de enlace químico, como producto de la interacción de las partículas.

En segundo lugar y para dar respuesta a la pregunta de la investigación, se considera que en un primer acercamiento, haber utilizado el modelo sencillo e integral basado en la naturaleza eléctrica entre las partículas para la comprensión del concepto de enlace químico, permitió a los alumnos la construcción gradual del concepto, logrando de esta manera un aprendizaje significativo tanto en los alumnos de primer ingreso como en alumnos del quinto semestre, ya que durante el desarrollo de la unidad didáctica los alumnos alcanzaron a:

- ~ Reconocer e identificar al enlace químico como la interacción entre partículas cargadas eléctricamente.

- ~ Identificar a los enlaces químicos como la interacción eléctrica entre núcleos y electrones.
- ~ Clasificar a las sustancias según sus propiedades físicas resultantes de las interacciones electrostáticas o fuerzas intermoleculares que hay entre las partículas.

Antes de la aplicación de la unidad didáctica, en los grupos 117 y 517 se pudieron observar deficiencias en el conocimiento del concepto de enlace químico. Por otro lado, las ideas previas no presentaban diferencias significativas, aún y cuando uno de los grupos ya había tomado dos cursos de química, algo que llamó la atención fue que la gran mayoría de los alumnos aplicaban la regla de octeto para explicar el concepto de enlace químico y, como sabemos, este modelo tiene sus limitaciones.

Durante la aplicación de la unidad didáctica, se encontró que los tiempos para la propuesta fueron insuficientes, creo que lo más recomendable sería aplicar la unidad didáctica dentro de un curso regular con los tiempos establecidos por el programa de química II del CCH, además, reestructurar algunos de los materiales didácticos considerando los comentarios y sugerencias que los alumnos expusieron durante el desarrollo de la unidad didáctica.

Después de aplicar la unidad didáctica en ambos grupos, hubo un incremento en el número de respuestas correctas y una disminución en la aplicación de la regla del octeto. Al comparar los resultados de los grupos del primero y quinto semestre, el cambio en los esquemas de las ideas previas fue significativo, lo cual lleva a testificar que las estrategias logran modificar las concepciones de los alumnos, sin embargo, el trabajo de tesis me permitió ver que los alumnos siguen mostrando dificultad para comprender “la polaridad de las moléculas y la fuerza de repulsión que existe entre partículas con cargas del mismo signo”.

Por ello, mis sugerencias son: diseñar una unidad didáctica para el concepto de polaridad y una más para el concepto de energía de enlace, antes de entrar al estudio de las temáticas de reacción química y estructura química.

De esta manera, el concepto enlace químico se introduciría de manera gradual en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Bajo este esquema y en la línea del constructivismo, considero que este trabajo de tesis además de proponer el diseño de una unidad didáctica, promueve: una línea dinámica de investigación didáctica en química, como lo es la enseñanza del concepto de enlace químico en el bachillerato, utilizando un modelo integral basado en la naturaleza eléctrica de las partículas. Además, deja ver una recomendación para una renovación y disminución de contenidos dentro del programa curricular de química en el Colegio de Ciencias y Humanidades.

## REFLEXIONES

- Considero que la MADEMS y la realización del presente trabajo de tesis como parte de mi formación y actualización como docente del CCH, me ha permitido profundizar los conocimientos sobre la psicopedagogía, la didáctica de la química, y la serie de cambios psicobiológicos-sociales por los que atraviesan nuestros alumnos del bachillerato, de la misma manera, he adquirido importantes herramientas conceptuales y metodológicas con las cuales los profesores de la química podemos mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de los conceptos abstractos, además de que en una forma rigurosa e integral he logrado profundizar y actualizar los conocimientos disciplinarios. Sin embargo, en este contexto sería poco realista, por un lado, no tener presente el corto tiempo y los extensos programas del bachillerato que de alguna manera obstaculizan la labor de los profesores investigadores en el aula, y por el otro no sensibilizarse a las problemáticas de cambios psicobiológicos-sociales que viven día con día nuestros alumnos del bachillerato.
- Como un intento de autocrítica me surgen las siguientes preguntas ¿Los resultados obtenidos serían extensivos si se aplicara la unidad didáctica en cualquier institución de educación media superior? ¿Qué resultados se obtendrían con estudiantes de secundaria? ¿Cambiarían los resultados si diseñamos, validamos y aplicamos un instrumento para evaluar las concepciones alternativas de los alumnos sobre el enlace químico, considerando el nivel académico que tiene los alumnos del CCH? Y esta última pregunta surge, porque, a pesar de que se llevó a cabo una revisión cuidadosa de los cuestionarios sugeridos en la literatura (Peterson, 1989; Núñez, 2001 y Riboldi, 2004) para detectar ideas previas sobre el concepto de enlace químico en el bachillerato, se encontró que la mayoría de las preguntas demandaban a los alumnos un nivel más elevado de conocimientos, por ello, se recomendaría el diseño y la valoración de un instrumento *ad-hoc* para el bachillerato.

## BIBLIOGRAFÍA

Abimbola, I. O. 1988. The problem of terminology in the study of student's conceptions in science. *Science Education* **72**:175-184.

Akker, van der. 1998. "The Science Curriculo: Between Ideals and Outcomes". Kluwer Academic Press. Dordrecht, The Netherlands.

Arons B.A. 1980. "Thinking reasoning and understanding in introductory physics courses". Physics Teaching GIREP. U. Ganiel Editor. Jerusalem, Israel.

Arredondo, M., Uribe, O. M. y Wuest S. T. 1979. Notas para un Modelo de Docencia. *Perfiles educativos* **3** enero-marzo CISE, UNAM.

Astudillo, L. R., y Niaz, M. 1996. Reasoning strategies used by students to solve stoichiometry problems and its relationship knowledge, and cognitive variables. *Journal of Science Education and Technology* **5**: 131-140.

Aubusson, J.P., Harrison, G. A. y Ritchie, M. S. 2006. Metaphor and Analogy in Science Education. *Science & Technology Education Library* 65-77, Springer. Netherlands.

Ausubel, D. 1963. "The Psychology of Meaningful Verbal Learning". Grune y Stratton. New York.

Ausubel, David P., Joseph D. Novak, and Helen Hanesian. 1978. Educational psychology: A cognitive view. 2nd edition. New York: Holt, Rinehart, and Winston.

Ayala, L. C., Santiuste, B. V. y Barrigüete, M. C. 1993. Interpretación de la tarea y estrategias de aprendizaje: influencia de las intenciones atribuidas al profesor. **Aprendizaje y contenidos del curriculum.** **1**:279-290. Dialnet. Universidad de la Rioja, España.

Azcárate, G.C. 1990. *La velocidad: introducción al concepto de derivada*. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, España.

Baillo, M. y Carretero, M. 1996. "Desarrollo del razonamiento y cambio conceptual en la comprensión de la flotación". *Construir y Enseñar las Ciencias Experimentales*. Aique. Buenos Aires, Argentina.

Barker, V. 2000 a Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas. A report prepared for the Royal Society of Chemistry, versión electrónica, pp. 1-79.

Barker, V. 2000 b. Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course. *International Journal of Science Education* **22(11)** : 1171-1200.



Baker, L. y Brown, A.L. 1984. "Metacognitive skills and reading". Ed. Pearson. New York, USA.

Bazán, Levy, J. L. y García, T. (coordinadores). 2001. "Educación Media Superior: Aporte". CCH, UNAM. México, DF. **Vol.1** Pág.16.

Bello, G. S. 2004. Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química* **15(3)**:210-217.

Bello, G. S. 2006. "¿Qué cambia y qué permanece en el aprendizaje del enlace químico en nuestros estudiantes?. MELT 1. *Papeles del Seminario de Investigación Educativa*. Facultad de Química, UNAM, pp. 82-96.

Bello, G. S. 2007. Cambio conceptual. ¿Una o varias teorías?, *Reseñas del Seminario sobre Cambio Conceptual*, México, Facultad de Química-UNAM.

Beltrán, J. 1993. *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Ed. Síntesis. Madrid, España.

Bent, H. 1984a. Should orbitals be x-rate in beginning chemistry courses? *Journal of Chemical Education* **61(5)** : 421-423.

Bent, H. 1984b. Uses (and abuses) of models in teaching chemistry. *Journal of Chemical Education* **61(9)** : 774-777.

Ben-zvi, R., Eylon, B.. & Silberstein, J.. 1988. Theories, principles and laws. *Education in Chemistry* **25**: 89-92.

Bernardo, C. J. 1991. "Técnicas y recursos para el desarrollo de las clases". Ed. Rialp, D. L. Madrid, España.

Birk, J. y Kurtz, M. 1999. Effect of experience on retention and elimination of misconceptions about molecular structure and bonding. *Journal of Chemical Education*, **76(1)** : 124-128.

Borkowski, J.G., Carr, M., Rellinger, E., y Pressley, M. 1990. Self-regulated cognition: Interdependence of metacognition, attributions, and self-esteem. In B. Jones L. Idol (Eds.) *Dimensions of thinking and cognitive instruction* **1** : 53-92, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Borsese, A. 1991. Una matriz conceptual única para los diversos tipos de enlace químico. *Enseñanza de las Ciencias* **9(2)** : 306-307.

Borsese, A. y Esteban, S. 2001. Didáctica de la naturaleza de la materia en los diferentes niveles escolares. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **30**: 91-97.

Boo, H. 1998. Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, **35(5)** : 569-581.

Brewer, W.F. y Nakamura, G.V. 1984. The nature and functions of schemas. En R.S. Wyer y T.K. Srull (eds.): *Handbook of social cognition I* : 119-160. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.

Brown, D. E. 1992. Using examples and analogies to remédiate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science teaching* **29** : 17-34.

Brown L. T., Le May, Jr. E. H., Bursten, E.B. y Burdge, R. J. 2004. "Química. La ciencia central". Novena. Edición, PEARSON Educación, México.

Burón, J. 1993. "Enseñar a aprender. Introducción a la metacognición". Ed. Mensajero. Bilbao, España.

Campanario, J.M. 1995. Concepciones erróneas en el área de la mecánica de varios grupos de estudiantes universitarios nicaragüenses. Ponencia. I Jornadas Hispano-nicaragüenses de Física. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. UNAN-León.

Campanario, J. M. y Moya, A. 1999. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias* **17(2)** : 179-192.

Cañal, P. 1990. La enseñanza en el campo conceptual de la nutrición de las plantas verdes. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, España.

Caravita, S. Y Halldén, O. 1994. Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction* **4**: 89-111.

Carey, S. 1985. "Conceptual change in childhood". MIT Press. Cambridge, Massachussets.

Carrasco, J. B. 1998. "Metacognición y estrategias de aprendizaje". Segunda edición, Madrid. Ed. RIALPSA.

Carrascosa, J. 1983. Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: selección bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias* **1(1)** : 63-65.

Carrascosa, J. 1985. Errores conceptuales en la enseñanza de la física y la química: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias* **3(3)** : 230-234.

Carrascosa, J. 1987. *Tratamiento didáctico en la enseñanza de las ciencias, de los errores conceptuales*. Tesis Doctoral. Valencia: Servei de Publicacions de la Universitat de Valencia, España.

Carrascosa, J., Fernandez, I., GIL, D. y Orozco, A. 1991. Diferencias en la evolución de las preconcepciones científicas: un instrumento para la comprensión de su origen. *O Ensino de Física* **13** : 104-134.

Carrascosa, J. y Gil, D. 1992. Concepciones alternativas en Mecánica. *Enseñanza de las Ciencias* **10** : 314-327.

Carrascosa, J. 2005. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* **2(2)** : 183-208.

Carretero, M y García Madruga, J. (eds.). 1984. Lecturas de Psicología del Pensamiento. Ed. Alianza. Madrid, España.

Carretero, M. y León, J. A. 1990. "Del pensamiento formal al cambio conceptual en la adolescencia". Desarrollo psicológico y educación / César Coll (comp.), Alvaro Marchesi (comp.), Jesús Palacios (comp.) **1**: 453-470. Ed. Alianza. Madrid, España.

Carretero, M. 1993. "Constructivismo y educación". Ed. Aique. Buenos Aires, Argentina.

Chambers, S. K., y Andre, T. 1997. Gender, prior knowledge, interest, and experiences in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching* **34**: 107-123.

Chamizo, J. A. e Izquierdo, M. 2007. Evaluación de las competencias de pensamiento científico, *Educación Química* **18 (1)** : 6-11.

Claxton, G. 1987. "Vivir y aprender: psicología del desarrollo y del cambio en la vida cotidiana". Ed. Alianza. Madrid, España.

Claxton, G. 1994. "Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela". Ed. Visor. Madrid, España.

Coll, C., Marchesi, A. y Palacios, J. 1990. "Desarrollo psicológico y educación". Ed. Alianza. Madrid, España.

Coll, C y Pozo, J. I. 1995. "Los contenidos de la reforma". Ed. Santillana. Madrid, España.

Coll, C. 1997. "Qué es el constructivismo". Ed. Magisterio del Río de la Plata, Buenos Aires, Argentina.

Coll, R. K. y Treagust, D. F. 2001b. Learners' Mental Models of Chemical Bonding. *Research in Science Education*, **31** : 357-382.

Coll, R. K. y Treagust, D. F. 2002. Exploring tertiary students' understanding of covalent bonding. *Research in Science and Technological Education* **20**: 241-267.

Coll, R.K., y Treagust, D.F.. 2003. La investigación de la escuela secundaria, estudiante universitario y diplomado. Aprendizajes modelos mentales de la vinculación de ionic. *Revista de investigación en la enseñanza de Science* **40**, 464 – 486.

Coll, R. K. y Taylor, N. 2001. Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students. *Revista de investigación en la enseñanza de Science*, **19**: 171-191.

Coll, R. K. y Taylor, N. 2002. Mental models in chemistry: senior chemistry students' mental models of chemical bonding. *Chemical Education Research and Practice* **3(2)** : 175-184.

Dansereau, D. F. 1985. Learning strategy research. En SEGAL y otros, *Thinking and learning skills . Relating instruction to research* **1** : 209-240. Hillsdale, N.J. LEA.

De la cruz, M. 1992. DSA Programa de desarrollo Socio-Afectivo. Madrid. TEA.

De Posada , J. M. 1999. Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje, *Enseñanza de las Ciencias* **17 (2)**, 227-245.

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

De Posada, J. M. 1997. Conceptions of high school students concerning the internal structure of metals and their electric conduction: structure and evolution. *Science Education* **81(49)** : 445-467.

De Posada, J. M. 1999b. The presentation of metallic bonding in high school science textbooks during three decades: science educational reforms and substantive changes of tendencies. *Science Education* **83** : 423-447.

De Posada, J. M. 2000. Problemas y soluciones didácticas para abordar el enlace químico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* **26**: 95-100.

Dekock, R. L. 1987. The chemical bond. *Journal of Chemical Education* **64(11)** : 934-941.

Deval, J. 2002. "El Desarrollo Humano. México". Siglo Veintiuno Editores. México, D.F.

Dewey, J. 1926. "La escuela y la sociedad". Francisco Bretón. Madrid, España.

Din, Y. 1998. Children's misconceptions on reproduction and implications for teaching. *Journal of Biological Education* **33**:21.

Disessa, A. 1993. Toward an epistemology of Physics. *Cognition and Instruction* **10** : 105-225.

Driver, R. y Easley, J. 1978. Pupils and paradigms: A review of literature related the concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education* **5**: 61-84.

Driver, R., y Oldham , V. 1985. A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education* **13** :105-122.

Driver, R., Newton, P. y Osborne, J. 2000. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education* **84** : 287-312.

Duit, R. 1999. Conceptual change approaches in science education, en Schnotz, W., Vosniadou, S. y Carretero, M. (Eds.). *Advances in Learning and Instruction Series. New Perspectives on Conceptual Change*, Oxford: Pergamon, pp. 263-283.

Fensham, P. 1975. Concept formation. In Daniels, D. J. (Ed.), *New Movements in the Study and Teaching of Chemistry*, Temple Smith, London, pp. 199-217.

Fensham, P. 2000. Providing suitable content in the 'science for all' curriculum. En R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.), *Improving science education* pp. 1147-164. Buckingham U.K.: Open University Press

Furió, C. y Guisasola, J. 1993. ¿Puede ayudar la historia de la ciencia a entender por que los estudiantes no comprenden los conceptos de carga y potencial eléctricos? *Revista Española de Física* **7 (3)** : 46 - 50.

Furió, C. y Guisasola, J. 1998a. Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y de campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y Universidad. *Enseñanza de las Ciencias* **16 (1)** :131-146.

Furió, C. y Guisasola, J. 1999. Concepciones alternativas dificultades de y de aprendizaje Electrostática de en. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de la Ciencias* **17 (3)**: 441-452.

Gagliardi, P. J. y Giordan, A. 1986. La Historia de las Ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias* **4 (3)**: 253-258.

Galili, I. 1995. Mechanics background influences student' conceptions in electro-magnetism. *International Journal of Science Education* **17 (3)**: 371-387.

Galindo, S. I.; García, Á. y Mora, W. 2005. El diseño de unidades didácticas transversales como estrategia de formación profesoral y de mejoramiento del aprendizaje de las ciencias experimentales, *Enseñanza de las ciencias*, Número extra. VII Congreso, 1- 5.

García-Franco, A. 2003. Concepciones de los estudiantes en el bachillerato sobre el enlace químico. Tesis de grado. Fac. Filosofía, UNAM.

García-Franco, A. y Flores F. 2006. De las concepciones alternativas a las representaciones múltiples: las perspectivas de la investigación educativa, MELT 1, *Papeles del Seminario de Investigación Educativa*, Facultad de Química, UNAM. Ed. El escriba, pp.31-46.

García-Franco, A. y Garritz, A. 2006. Desarrollo de una unidad didáctica: El estudio del enlace químico en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias* **24 (1)** : 111-124.

García-Franco, A. Y Flores F. 2006. De las concepciones alternativas a las representaciones múltiples: las perspectivas de la investigación educativa, MELT 1, *Papeles del Seminario de Investigación Educativa*, Facultad de Química, UNAM. Ed. El escriba, pp.31-46.

García, M. A. 2004. Las actividades problemáticas de aula, ACPA, como unidades didácticas que vinculan la historia de las ciencias en el trabajo de aula. VI Congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias. Buenos Aires, Argentina.

Gardner, R., y Alexander, P.A. 1989. Metacognition: Answered and Unanswered Questions. *Educational Psychologist* **24(2)**:143-158.

Gardner, H.1993. "Mentes Creativas". Ed. Paidós. Barcelona, España.

Garnett, P. J., Garnett, P. J. y Hackling, M. W. 1995. Students' alternative conceptions in chemistry: a review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education* **25**: 69-95.

Garritz, A. y Chamizo, J. A. 2001. "Tú y la química". Primera edición. Pearson Educación, México, D.F.

Gené, A. 1986. Transformació dels treballs pràctics de Biología: una proposta teòricament fonamentada. Tesis Doctoral. Barcelona: Biblioteca de la Facultat de Biología de la Universitat de Barcelona, España.

Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez- Torregrosa, J. 1991. "La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria". Horsori. Barcelona, España.

Gil P. D., Furió, M. C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J. Guisasola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa de Carvalho, A. M.1999. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de la Ciencia* **17(2)**: 311-318.

Gilbert, J. y Swift, D. 1985. Towards a Lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education* **69**: 681-696.

Gillespie, R. J., Spencer, J. N. y Moog, R. s. 1996a. Demystifying introductory chemistry Part 1: Electron configurations from experiment. *Journal of Chemical Education* **73(7)**: 617-622.

Gillespie, R. J., Spencer, J. N. y Moog, R. s. 1996b. Demystifying introductory chemistry Part 2: Bonding and molecular geometry without orbitals-The electron domain model. *Journal of Chemical Education* **73(7)**: 622-627.

Gobert, J. D. 2000. Introduction to model - based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education* **22 (9)**: 891-894.

Gómez Crespo, M. Á. 1993. Materiales Didácticos –Química-, Ministerio de educación y Ciencia, Madrid, España.

Gonzalez, F.M. 1997. Diagnosis of Spanish primary school students' common alternative science conceptions. *School Science and Mathematics* **97**: 68.

Gopnik, A. y Meltzoff, A. N. 1997. Words, thoughts and theories. Cambridge Massachussets. MIT Press.

Griffiths, A. K., Thomey, K., Cooke, B., and Normore, G. 1988. Remediation of student-specific misconceptions relating to three science concepts. *Journal of Research in Science Teaching* **25**:709-719.

Griffiths, A. K. and Peterson, K. R. 1992. Grade-12 student's misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching* **29**: 611-628.

Griffiths, A. K. 1994. A critical analysis and synthesis of research on student's chemistry misconceptions. In Schmidt, H. J. (ed.), *Proceeding of the 1994 International Symposium on Problem Solving and Misconceptions in Chemistry and Physics*. The International Council of Association for Science Education Publications, pp. 70-99.

Gronlund, Norman E.1998. Assessment of Student Achievement. Needham Heigths, MA.: Allyn & Bacon.

Harrison, A. G., Treagust, D. F. 1996. Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education* **80(5)**: 509-534..

Harrison, A. G., Treagust, D. F. 2000. Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education* **84(3)**: 352-381 // g1, MODEL, ANA, g7, P, AT, C.

Helm, H. 1980. Misconceptions in physics amongst South African students. *Physics Education* **15**: 91-97.

Hernández S., Valenzuela Ramos María de Lourdes y Agustín Arreguín Rojas. 2002. FUNDAMENTO COGNITIVO DE LA EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES, Seminario Central para la evaluación de los aprendizajes en Química, Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

Hewitt P. G. 2004. "Física conceptual". Novena edición. Ed. Pearson. México, D.F.

Hewson, P. W. 1981. A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education* **3(4)**:383-96.

Hewson, P. W., and Hewson, M. G. 1984. The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science* **13**: 1-13.

Hierrezuelo, J. y Montero, A. 1989. *La ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Ed Laia MEC. Colección Cuadernos de Pedagogía.

Hill W. J. y Kolb K. D. 1999. "Química para el nuevo milenio", Octava Edición, PRENTICE HALL, México.

Hofer, B. K. y Pintrich, P. R. 1997. The development of epistemological theories: beliefs about knowledge and knowing and the irrelatión to learning. *Review of Educational Research* **67**: 40-88.

Izquierdo, M. y Chamizo J.A. 2005. Toulmin's concepts and problema characterization in chemistry teaching, Proceedings from the 8<sup>th</sup> International History and Philosophy of Science teaching Group International Conference, Leeds.

Jensen, W. B. 1994b. Bond type versus structure type. *Education in Chemistry* **31(4)**: 94.

Jensen, W. B. 1995. A quantitative van Arkel diagram. *Journal of Chemical Education*, **72(5)**: 395-398.

Jimenez, M.P. 1989. *Los esquemas conceptuales sobre la selección natural: análisis y propuestas para un cambio conceptual*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, España.

Kaminski, W. 1991. *Optique elementaire en classe de quatrieme: raisons et impacte sur les maitres d'une maquette d'enseignement*. Tesis doctoral. Universidad de Paris 7, Francia.

Karmiloff-Smith, A. 1994. "Más allá de la modularidad". Ed. Alianza. Madrid, España.



Karmiloff-Smith, A. y Inhelder, B. 1974. If you want to get ahead, get a theory. *Cognition* **3(3)**:195-212.

Kember, D. 1997. "A reconceptualisation of the research into university academic's conceptions of teaching". *Learning and instruction* **7(3)**: 255-275.

Kerlinger, F.1975. La confiabilidad. Cap. 26. En: Kerlinger, F (ed.) Investigación del comportamiento. México: Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V.

Kind, V. 2004. "Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química". México: Aula XXI Santillana-Facultad de Química, UNAM.

Kuhn, D., Amsel, E., y O'Laughlin, M. 1988. The development of scientific thinking skills. Academic Press. Orlando, Florida, USA.

Ladino Ospina, Y., Moreno Pirajan, J. C., Casallas, J. y Garcia, V. 2005. El diseño de una unidad didáctica en la enseñanza de la química: una propuesta para la formación inicial del profesorado, In: VII Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias, **2005**, Granada. **Enseñanza** de las Ciencias, **2005**, Número Extra, VII Congreso.

Lafourcade, P. D. 1998. "Evaluación de los Aprendizajes". Ed. Kapelusz. Argentina.

Laing, M. 1993. A tetrahedron of bonding. *Education in Chemistry* 30(6):160-163.

Lawson, A. E., and Thompson, I. D. 1988. Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching* **25**: 733-746.

Lee, Y., and Law, N. 2001. Explorations in promoting conceptual change in electrical concepts via ontological category shift. *International Journal of Science Education* **23**: 111-149.

Lemke J. L. 1997. "Aprender hablar de ciencia". Ed. Paidós. Barcelona, España.

Lemus, L.A. 1971. "Evaluación del rendimiento escolar". Argentina. Kapelusz.

Licata, K. P. 1988. Chemistry is like a... *The Science Teacher* **55(8)**: 41-43.

Llorens, J.A. 1987. *Propuesta y aplicación de una metodología para el análisis de la adquisición de conceptos en la introducción a la teoría atómico-molecular: percepción de los hechos experimentales, sus representaciones y el uso del lenguaje en alumnos de formación profesional y bachillerato. Tesis Doctoral. Universitat de Valencia. Departamento: Química-Física.*

- Lovett, S. B. y Pillow, B. H. 1995. Development of the ability to distinguish between comprehension and memory: Evidence from strategy-selection tasks. *Journal of Educational Psychology* **87**: 523-536.
- Marton, F., Booth, S. A., 1997. "Learning and Awareness". Lawrence Erlbaum Associates. New Jersey, USA.
- Martín, E. 1997. (comp.): "Construir una mente". Barcelona. Paidós.
- Méndez, R. I., Eslava, G. G. y Romero M.P. 2004. Conceptos básicos de muestreo. Monografías. Vol. 2, 27. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. UNAM.
- Michel, J. 2002. Misconceptions-what students think they know? *Advances in Physiology Education* **11**: 57-69.
- McDermott, L.C. 1984. Research on conceptual understanding of Mechanics. *Physics Today* Julio, pp. 24-34.
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M. 1994. "Estrategias de enseñanza y aprendizaje". Ed. Graó. Barcelona, España.
- Monereo, C. (coord.), Castelló, M., Clariana, M., Palma, M. y Pérez, M. 1999. "Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje". Sexta edición. Ed. Graó. Barcelona, España.
- Moreira, M.A. y Novak, J.D., 1988. Investigación en Enseñanza de las Ciencias en la Universidad de Comell: Esquemas Teóricos, Cuestiones Centrales y Abordes Metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias* **6(1)**: 3-18.
- Morin Edgar. 1999. Los siete saberes necesarios para la educación de futuro. Publicado en octubre de 1999 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, La Ciencia y la Cultura, Pág.42.
- Mortimer, E.F. 1995. Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education* **4(3)**: 262-287.
- Murrell, J. N., Kettle, S. F. A., y Tedder, J.M. 1985. "The chemical bond". Segunda ed. Chichester, England: Wiley.
- Nakhleh, M. B. 1992. Why some students don't learn chemistry? Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education* **69**: 191-196.
- Nersessian, N.J. 1989. Conceptual change in science and in science education. *Synthese* **80(1)**: 163-184.

Niaz, M. 2001. A rational reconstruction of the origin of the covalent bond and its implications for general chemistry textbooks. *International Journal of Science Education* **23(6)**: 623-641.

Niaz, M. 2001a . Understanding nature of science as progressive transitions in heuristic principles. *Science Education* **85**, in press.

Nicoll, G. 2001. A report of undergraduates' bonding mis-conceptions. *International Journal of Science Education* **23(7)**: 707-730.

Nisbet, R. E., y Ross, L. 1980. Human Inference: Strategies and Shortcomings of Social Judgment. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ.

Nisbet, J. Y Shucksmith, J. 1987. "Estrategias de aprendizaje". Santillana/Aula XXI. Madrid, España.

Nisbet, J. 1991. "Investigación reciente en estrategias de estudio y el enseñar a pensar. En Monereo (coord.) Enseñar a pensar a través del curriculum escolar". Ed. Casals. Barcelona, España.

Núñez, B. M., Aguado, I. M., Okulik, B. N., Jubert, H. A. y Castro, A. E. 2001. Diseño de un cuestionario diagnóstico acerca del concepto enlace químico. *Alternativas-Serie: Espacio Pedagógico* **6 (23)**:187-209.

Nussbaum, J. 1981. Towards a diagnosis by science teachers of pupils' misconceptions: An exercise with student teachers. *International Journal of Science Education* **3**: 159-169.

Ogilvie, J. F. 1990. The nature of chemical bond-1990. *Journal of Chemical Education* **67(4)**: 280-289.

Ontoria, A. y Molina, A. 1995. "Los mapas conceptuales y su aplicación en el aula". Editorial MAGISTERIO RIO DE LA PLATA. Buenos Aires, Argentina.

Oversby, J. 1996. The ionic bond. *Education in Chemistry* **33(2)**: 37-38.

Özmen, H. 2004. "Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding". *Journal of Science Education and Technology* **13(2)**:147-159.

Özmen, H., Ayas, A., y Coştu, B. 2002. Determination of the science student teachers' understanding level and misunderstandings about the particulate nature of the matter. *Educational Sciences: Theory and Practice* **2**: 507-529.

Palmer, D. 2001. Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity. *International Journal of Science Education* **23**: 691-706.

Pauling, L. 1992. The nature of the chemical bond. *Journal of Chemical Education* **69(6)**:519-521.

Pereyra, Carlos., Villatoro, Luis., González, Luis., Blanco, José Joaquín., Florescano, Enrique., Córdoba Arnaldo., Camín, Aguilar Héctor., Monsivaís, Carlos., Gilly, Adolfo y Bonfil, Batalla Guillermo. 2004. "Historia ¿Para qué?", Siglo XXI editores. México, D.F.

Pérez, H. y Solbes, J. 2003. Algunos problemas de la enseñanza de la relatividad. *Enseñanza de las ciencias* **21(1)**:135-146.

Perner, J. 1991. "Understanding the representational mind". The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, USA.

Peterson, R. F. y Treagust, D. F. 1989. Grade-12 Students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education* **66(6)**: 459-460.

Peterson, R. F., Treagust, D. F. y Garnett, P. 1989. Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade 11 and 12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching* **26(4)**: 301-314.

Peterson, R. F., Treagust, D. F. y Garnett, P. 1986. Identification of secondary students' misconceptions of covalent bonding and the structure concepts using a diagnostic instrument. *Research in Science Education* **16**: 40-48.

Pfundt, H. y Duit, R , 1993. Bibliography: Students' alternative frameworks and science education. INP at the University of Kiel: Kiel, Germany.

Pfundt, H. y Duit R. 1998. Bibliography: Students' alternative frameworks and science education (4th ed.). Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel.

Piaget, J. 1970. "Structuralism". New York: Harper & Row.

Piaget, J; García, R. 1983. "Psychogénèse et historie des sciences" [Psicogégenis e historis de las ciencias]. Flammarion. París, Francia.

Plan de Estudios Actualizados, 1996. CCH, UNAM

Plan General de Desarrollo, 2006-2010. CCH, UNAM, pp. 4-5.

Plan Nacional de Educación, 2001-2006.

Posner, F. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., Gertzog, W. A. 1982. Accommodation of a scientific conception: Towards a theory of conceptual change. *Science Education* **66**: 211-217.

Posner, F. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., Gertzog, W. A. 1992. Acommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education* **66(2)**: 211-227.

Pozo, J.I., Pérez, M. del P., Sanz, A. y Limón, M. 1992. Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje* **57**: 3-22.

Pozo, J.I. 1996. "Aprendices y maestros. La Nueva cultura del aprendizaje". Ed. Alianza. Madrid, España.

Pozo, J. I. 1997. "Teorías Cognitivas del Aprendizaje". Ed. Morata. Madrid, España.

Pozo, J. I. y Gómez, M. A. 1998. "Aprender y enseñar ciencia", Tercera edición. Ed. Morata. Madrid, España.

Pozo, J. I. y Monereo, C. 1999. "El aprendizaje estratégico: enseñar a aprender desde el currículo". Santillana, <<Aula XXI>>. Madrid, España.

Pozo, J.I. 2001. "Humana mente: el mundo, la conciencia y la carne". Ed. Morata. Madrid, España.

Quesada, C. R.,1988. "Conceptos Básicos de la evaluación del Aprendizaje". *Perfiles Educativos*, CESU.UNAM **41-42**: 48-52.

Quesada C. R.1998."Porqué formar profesores en estrategias de aprendizaje". *Perfiles Educativos* **No. 39 Ene-Feb-Mar**. 1988, CESU. UNAM, México, pág. 2835.

Reyes Lagunes, I. 1993. Redes Semánticas para la construcción de instrumentos. *Revista de Psicología Social y Personalidad* **Vol. IX, No.1**, 81-97.

Riboldi, L., Pliego, O. y Odetti, H. 2004. El enlace químico: una conceptualización poco comprendida. *Enseñanza de las Ciencias* **11(1)**: 33-34.

Robinson, W. R. 1998. An alternative framework for chemical bonding. *Journal of Chemical Education* **22**: 1074-1075.

Rodrigo, M. J. 1994b. "El hombre de la calle, el científico y el alumno: ¿un solo constructivismo o los tres?", *Investigación en la escuela* **23**: 3-15.

Rodrigo, M.J. 1997. "Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un paseo de la mano de las teorías implícitas". Ed. Paidós. Barcelona, España.

Rodrigo, M. J. y Arnay, J. 1997. "La construcción del conocimiento escolar". Ed. Paidós. Barcelona, España.

Rodrigo, M. J. y Correa, N. 2001. "Representaciones y procesos cognitivos: esquemas y modelos mentales". En Coll, C., Palacios, J y Marchesi, A. (eds.): *Desarrollo psicológico y educación. (vol. 2) Psicología de la educación escolar*. Segunda edición. Ed. Alianza. Madrid, España.

Rodrigo, M. J., Rodríguez, A. y Marrero, J. 1993. "Las teorías implícitas: una aproximación al conocimiento cotidiano". Ed. Visor. Madrid, España.

Rodríguez Moneo, M. 1999. "Conocimiento previo y cambio conceptual". Ed. Aique. Buenos aires, Argentina.

Rumelhart, D.E. 1980. *Schemata: The building blocks of cognition*. Ed. Hillsdale. New Jersey, USA.

Sánchez, G. y Valcárcel, M. V. 1993. Diseño de Unidades Didácticas en el Área de Ciencias Experimentales, *Enseñanza de las Ciencias* **11(1)**: 33-44.

Sánchez, G. y Valcárcel, M. V. 1997. La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria, *Enseñanza de las ciencias* **15(1)**: 35-50.

Sanmartín, N. 1990. *Estudio sobre las dificultades de los estudiantes en la comprensión de la diferenciación entre los conceptos de mezcla y de compuesto*. Tesis Doctoral. Lleida. Facultat de Ciències Químiques de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Schnotz, W. y Preub, A. 1995. Taks dependent construction of mental models as a basis for conceptual change. Informe de investigación. Instituto de Psicología, Universitât Jena, Alemania.

Schnotz, W., Vosniadou, S. y Carretero, M (Eds.) 1999. "New Perspectives on Conceptual Change". Elsevier. Oxford, United Kingdom.

Seminario AKADEMIA. Reporte de validación "APOYO A LOS APRENDIZAJES DE LOS ALUMNOS A PARTIR DE LA APLICACIÓN Y VALIDACIÓN DEL CUADERNO DE TRABAJO PARA QUÍMICA I". CCH Azcapotzalco. UNAM, periodo 2003-2004.

Seminario de Investigación Educativa (SIE), Reporte de Investigación, "Seguimiento y análisis de una variante para abordar el Programa de Química I", CCH Azcapotzalco, UNAM, periodo 2000-2001.

Schmeck, R.R. 1988. "Learning Strategies and Learning Styles: *Perspectives on individual differences*". Plenum Press. New York and London.

Schmidt, H. J. 1997. Students' misconceptions-looking for a pattern. *Science Education* **81**: 123-135.

Schwanenflugel, P.G., Fabricius, W. F. y Noyes, C. R. 1996. "Developing organization of mental verbs: Evidence for the development of a constructivist theory of mind in middle childhood". *Cognitive Development* **11**: 265-294.

Shiland, T. W. 1997. Quantum mechanics and conceptual change in high school chemistry textbooks. *Journal of Research in Science Teaching* **34(5)**: 535-545.

Solomon, J. 1994. The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education* **23**: 1-19.

Smolleck, D.L., Zembal-Saul, C. y Yoder P. E. 2006. The Development and Validation of an Instrument to Measure Preservice Teachers' Self-Efficacy in Regard to The Teaching of Science as Inquiry. *Journal of Science Teacher Education* **17**: 137-163.

Sosa, F. P. 2007. "Conceptos base de la química". Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

Strike, K. A. y Posner, G. J. 1985. "A conceptual change view of learning and understanding" en L. Wesst y L. Pines (eds.) *Cognitive Structure and Conceptual Change*. Academic Press. Orlando, Florida, USA.

Strike, K. A. y Posner, G. J. 1992. A revisionist theory of conceptual change. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Theory and Practice* (pp. 147-176). University of New York Press. Albany, N. Y, USA.

Taber, K. S. 1994. Misunderstanding the ionic bond. *Education in Chemistry* **31(4)**: 100-103.

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

Taber, K. S. 1997a. «Understanding Chemical Bonding». Tesis de doctorado no publicada. Instituto Roehampton, Universidad de Surrey, Inglaterra.

Taber, K. S. 1997b. Student understanding of ionic bonding: molecular versus electrostatic framework? *School Science Review* **78(285)**: 85-95.

Taber, K. S. 1999. Alternative frameworks in chemistry. *Education in Chemistry* **36(5)**: 135-137.

Taber, K. S. 2000. Chemistry lessons for universities: A review of constructivist ideas. *University Chemistry Education* **4**: 63-72.

Taber, K. S. 2001. Constructing chemical concepts in the classroom?: Using research to inform the practice. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe* **2**: 43-51.

Taber, K. S. 2001. Building the structural concepts of chemistry: some considerations from educational research. *Chemical Education Research and Practice* **2(2)**: 123-158.

Taber, K. S. 2002. Chemical Misconceptions-Prevention, Diagnosis and Cure. Londres: Royal Society of Chemistry.

Tan, K. C., and Treagust, D. F. 1999. Evaluating students' understanding of chemical bonding. *School Science Review* **81**: 75-84.

Teichert, M. A., Stacy, A. M. 2002. Promoting understanding of chemical bonding and spontaneity through student explanation and integration of ideas. *Journal of Research in Science Teaching* **39(6)**: 464-496 // g7,C.

Terán, R. 1998. "Notas para un cambio en el Bachillerato mexicano". *Rev. de la Universidad Autónoma de Sinaloa* No.1 Mayo-Junio.

Thagard, P. 1992. "Conceptual Revolutions". Princeton University Press. Princeton, N. J., USA.

Thomas, J.W. y Rohwer, W.D. 1986. Academic Studying: The role of learning strategies. *Educational Psychologist* **2**: 19-41.

Toulmin S. 1972. "Human Understanding". Princenton University Press, USA.

Tsaparlis, K.S. 1997. Atomic and molecular structure in chemical education. A critical analysis from various perspectives of science education. *Journal of Chemical education* **74(8)** : 922-925.

Treagust, D. F. 1988. Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science education* **10**: 159-169. onceptual difficulties among chemistry students. *Research in Science Education* **27(2)**: 271-287.

Varela, P., Manrique, M. J. y Favieres, A. 1989. Selección bibliográfica sobre esquemas alternativos de los estudiantes en electricidad. *Enseñanza de las Ciencias* **7 (3)**: 292-295.



Vygostki, L. 1934. Pensamiento y lenguaje. Pléyade. Buenos Aires, Argentina.

Vosniadou, S. 1994a. Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction* 4: 45-69.

Wandersee, H., Mintzes, J. J., and Novak, J.D. 1994. Research on Alternative Conceptions in Science. In Gabel, D. L. (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, McMillan, New York, pp. 177-210.

Weinstein, C.E. y Underwood, V.L. 1985. «Learning Strategies: the How of Learning», en AA.VV.: *Thinking and learning Skilis*, vol. 1, Erlbaum, Hillsdale, N.J.

Wellman, H. M. 1990. "The child's theory of mind". MIT Press. Bradford, United Kingdom.

Wertheimer, M. 1945. "Productive thinking". Harper. Nueva York, USA.

Zumdahl, S. S. 1989. "Chemistry". Segunda edición. Ed. Lexington. DC: Heath, USA.

## **CIBEROGRAFÍA**

<http://bcs.whfreeman.com/acsgenchem/pages/bcs-main.asp?v=chapter&s=05000&n=00060&i=05060.01&o=|00520|00530|00540|00550|00560|00590|00600|00570|00580|00010|00020|00090|00040|00050|00060|00070|01000|02000|03000|04000|05000|06000|07000|08000|09000|10000|11000|99000|&ns=0>

[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_2/Vol\\_2\\_Num\\_2.htm](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_2/Vol_2_Num_2.htm)

<http://www.emolecules.com/>

<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/preconceptos.htm#lasideas>

<http://plinios.tripod.com/clasificaciOn.htm>

<http://100ciaquimica.edv3.net/biograf/cientif/L/lewis.htm>

[http://www.profcupido.hpg.ig.com.br/fotos\\_historicas.htm](http://www.profcupido.hpg.ig.com.br/fotos_historicas.htm)

<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/d/dalton.htm>

<http://bcs.whfreeman.com/acsgenchem/default.asp?s=&n=&i=&v=&o=&ns=0&uid=0&rau=0>

<http://www.rae.es/RAE/Noticias.nsf/Home?ReadForm>

<http://jmol.sourceforge.net/>

[http://cwx.prenhall.com/bookbind/pubbooks/blb\\_la/](http://cwx.prenhall.com/bookbind/pubbooks/blb_la/)

<http://www.umass.edu/microbio/chime/getchesp.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos13/nanotub/Image976.gif>

<http://html.rincondelvago.com/files/9/6/7/000039671.png>

[http://buscon.rae.es/drael/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=enlace](http://buscon.rae.es/drael/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=enlace)

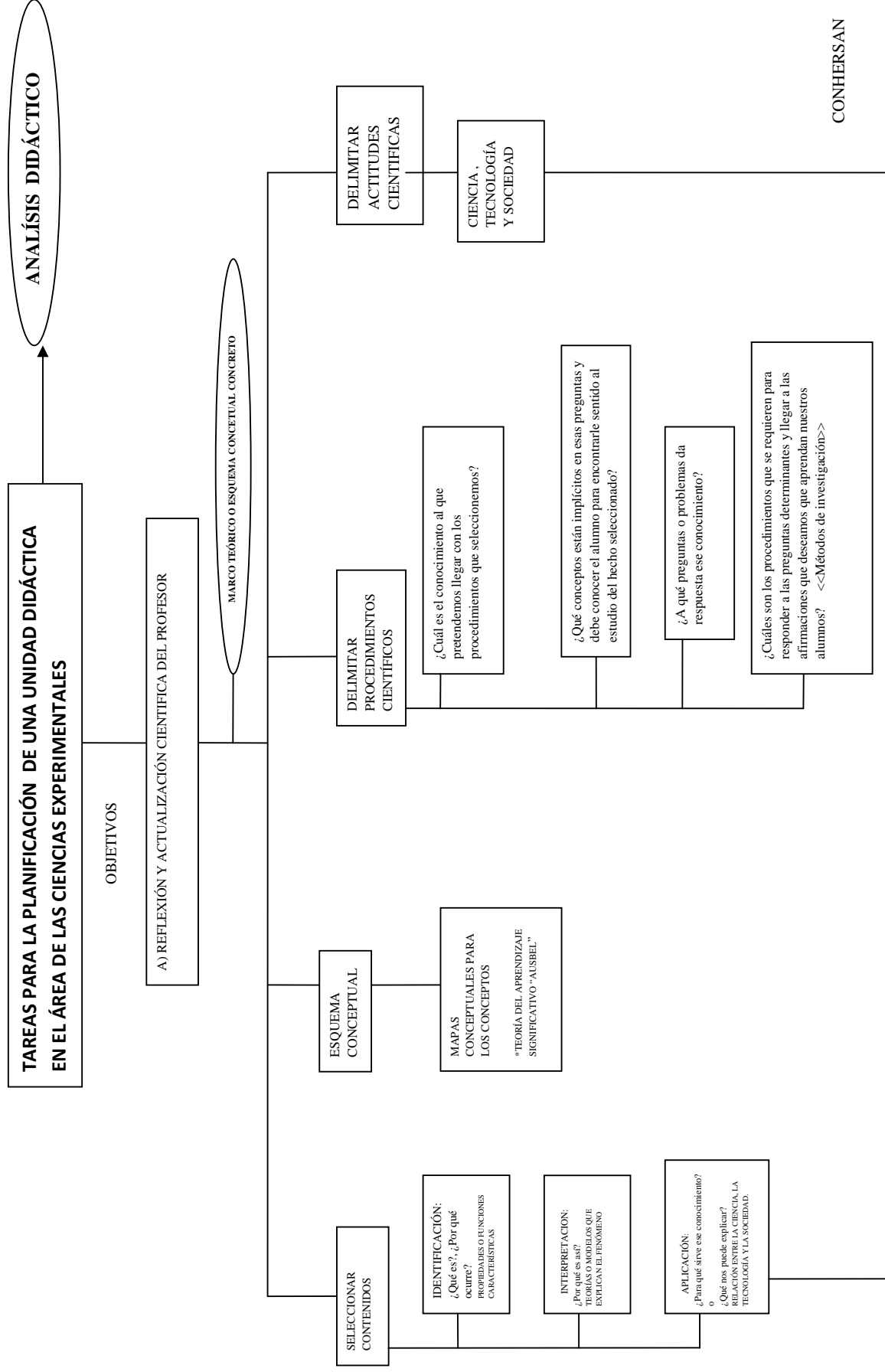
[http://web.educastur.princast.es/ies/salinas/recursos/Equimico\\_archivos/metalllicblue.gif](http://web.educastur.princast.es/ies/salinas/recursos/Equimico_archivos/metalllicblue.gif)

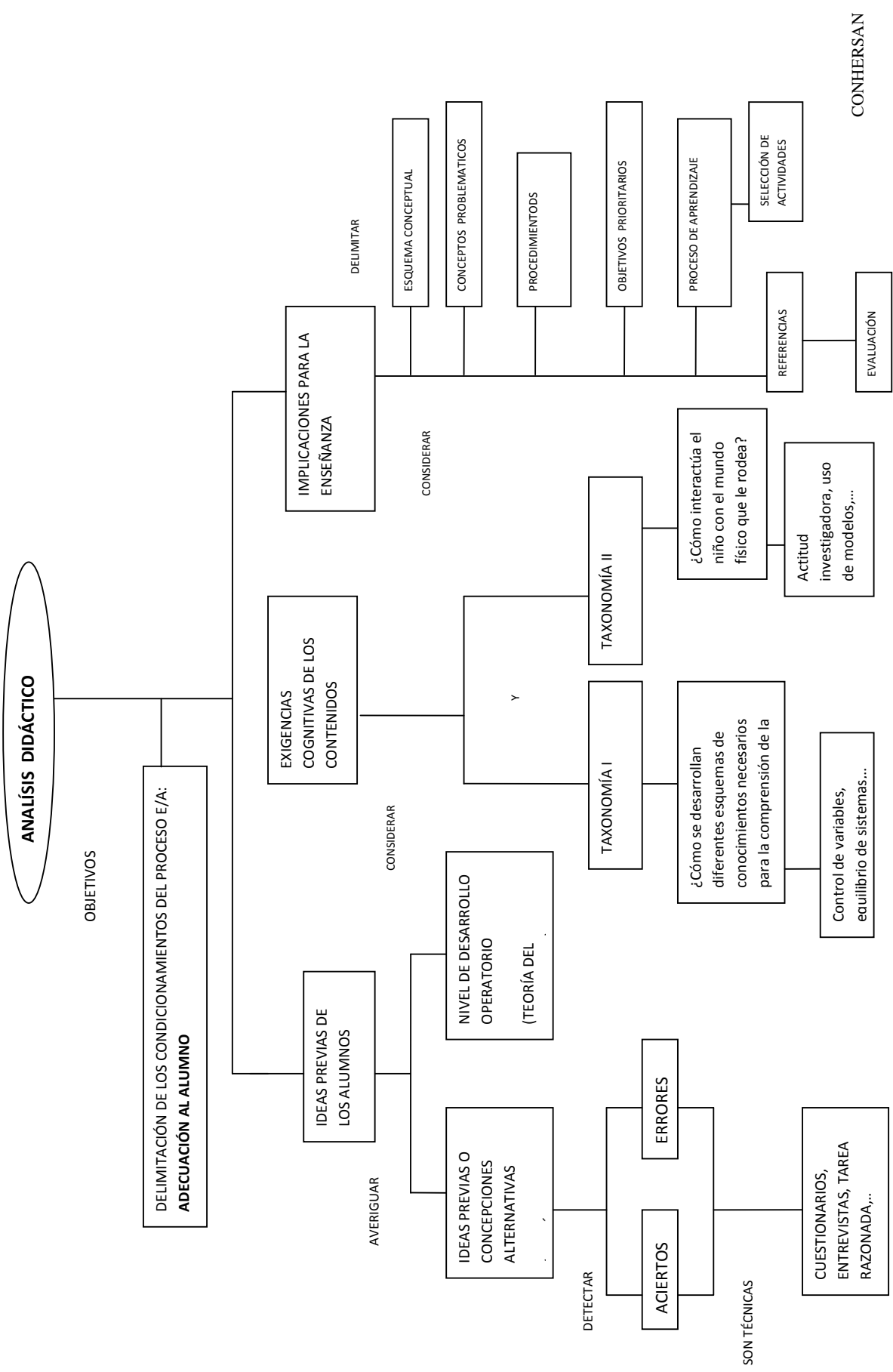
[http://images.google.es/imgres?imgurl=http://www.monografias.com/trabajos13/nanotub/Image976.gif&imgrefurl=http://www.monografias.com/trabajos13/nanotub/nanotub.shtml&h=258&w=565&sz=28&hl=es&start=12&um=1&tbnid=oKGDnCoOT\\_VHxM:&tbnh=61&tbnw=134&prev=/images%3Fq%3Dfullerenos%26um%3D1%26hl%3Des%26rlz%3D1B2GGFB\\_esMX225%26sa%3DN](http://images.google.es/imgres?imgurl=http://www.monografias.com/trabajos13/nanotub/Image976.gif&imgrefurl=http://www.monografias.com/trabajos13/nanotub/nanotub.shtml&h=258&w=565&sz=28&hl=es&start=12&um=1&tbnid=oKGDnCoOT_VHxM:&tbnh=61&tbnw=134&prev=/images%3Fq%3Dfullerenos%26um%3D1%26hl%3Des%26rlz%3D1B2GGFB_esMX225%26sa%3DN)

[http://72.14.205.104/search?q=cache:E4uRIKQuEtQJ:www.dict.uh.cu/Revistas/Educ\\_Sup/032003/Art030303.pdf+metaevaluaci%C3%B3n&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=es](http://72.14.205.104/search?q=cache:E4uRIKQuEtQJ:www.dict.uh.cu/Revistas/Educ_Sup/032003/Art030303.pdf+metaevaluaci%C3%B3n&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=es)

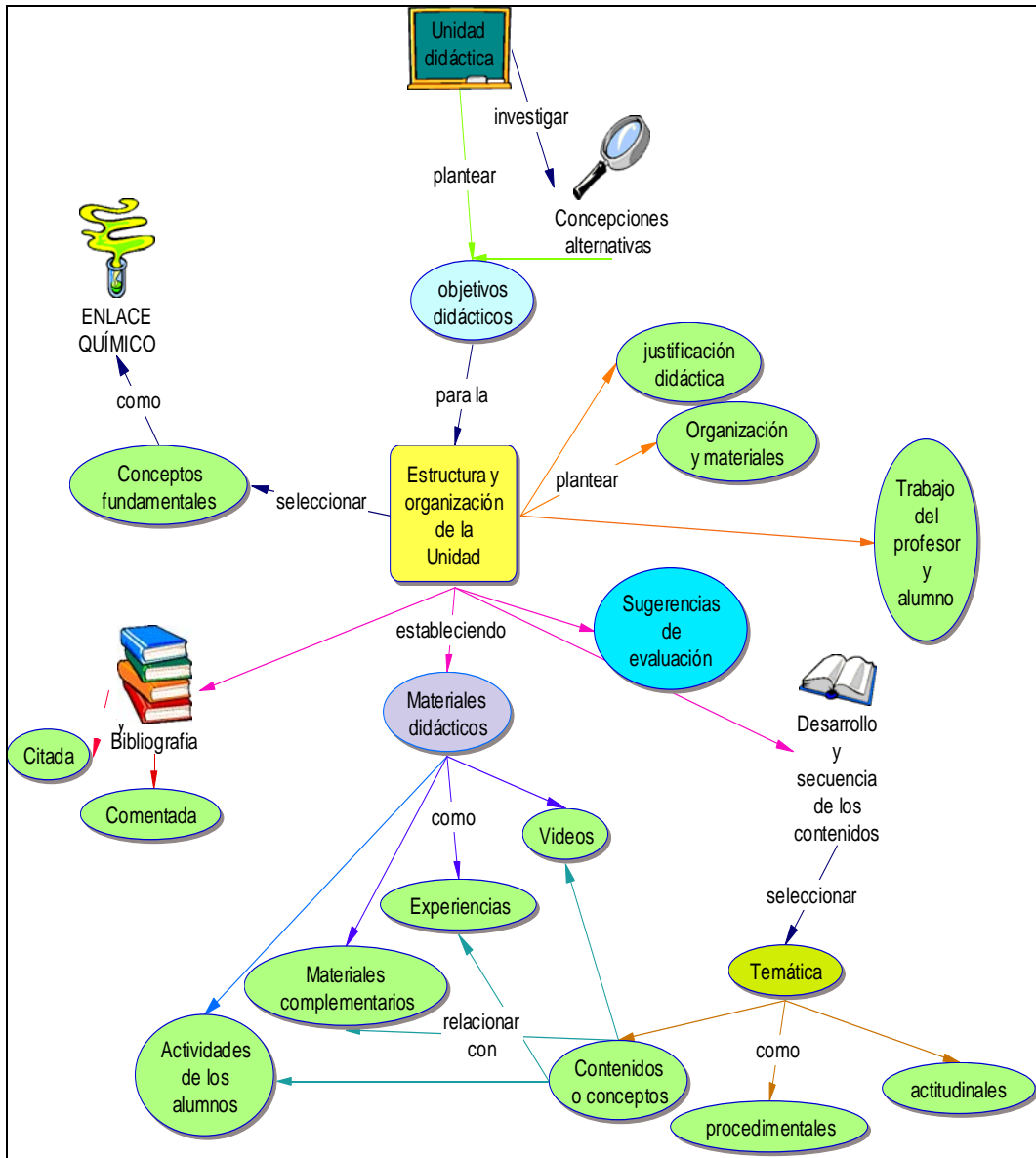
## ANEXOS

**ANEXO 1. Diseño de un mapa conceptual para la elaboración de una unidad didáctica con el modelo de Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M. V. 1993.**





**ANEXO 2. Diseño de un mapa conceptual para la elaboración de una unidad didáctica con el modelo de Gómez Crespo, 1993.**



**ANEXO 3. El enlace químico en el programa de química del CCH con las ideas previas de los alumnos y la bibliografía.**

- QUÍMICA I -			
MATERIA	TEMÁTICA	IDEAS PREVIAS	BIBLIOGRAFÍA
AGUA	<p><b>Enlace químico:</b> Fuerzas intermoleculares (N<sub>2</sub>)</p> <p><b>Fuerzas Intermoleculares:</b> "Fuerzas entre las moléculas" (Brown, 407)</p>	<p>1. Las fuerzas intermoleculares son las que se dan al interior de una molécula;</p>	<p>1. Peterson, R. F. &amp; Treagust, D. F. (1989). Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. Journal of Chemical Education, 66(6), 459-4602.</p> <p>2. Garnett, P.J., Garnett, P.J. &amp; Hackling, M.W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. Studies in Science Education, 25, 69-95. (1)</p>

<p>AIRE</p>	<p><b>Enlace químico:</b> Concepto (N2). Energía en la formación y ruptura de enlaces (N2) "Siempre que átomos o iones se unen fuertemente unos a otros, decimos que hay un enlace químico entre ellos" (Brown, 276) <b>Enlace químico:</b> Concepto (N2) Teoría del octeto de Lewis (N2)/C Características de los enlaces iónico y covalente (N2), Clasificación en iónico Covalente no polar y covalente polar (N3)</p>	<p>3. Un enlace necesariamente implica un par de electrones (o más de un par en algunos casos) entre dos átomos</p> <p>4. Los enlaces requieren energía inicial para comenzar el proceso de romperse, pero durante el proceso del rompimiento del enlace, se libera energía</p> <p>5. La creación de enlaces requiere energía y el rompimiento de enlaces libera energía.</p> <p>6. Los alumnos piensan que sólo hay dos tipos de enlaces covalentes o iónicos.</p> <p>7. La razón de que un electrón sea transferido se debe a la tendencia (o necesidad) de los átomos de tener una configuración de gas noble.</p>	<p>3. Boo, H. K., (1998). Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. <i>Journal of Research in Science Teaching</i>, 35 (5), 569 – 581. (3-5)</p> <p>4. Vanessa Kind. Más allá de las apariencias, Ed. Aula XXI/Santillana/México, 2004, pág. 118-119 (6)</p> <p>5. De Posada, J.M. (1999). Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. <i>Problemas de aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias</i>, 17(2), 227-245. (7)</p>
-------------	---	---	--

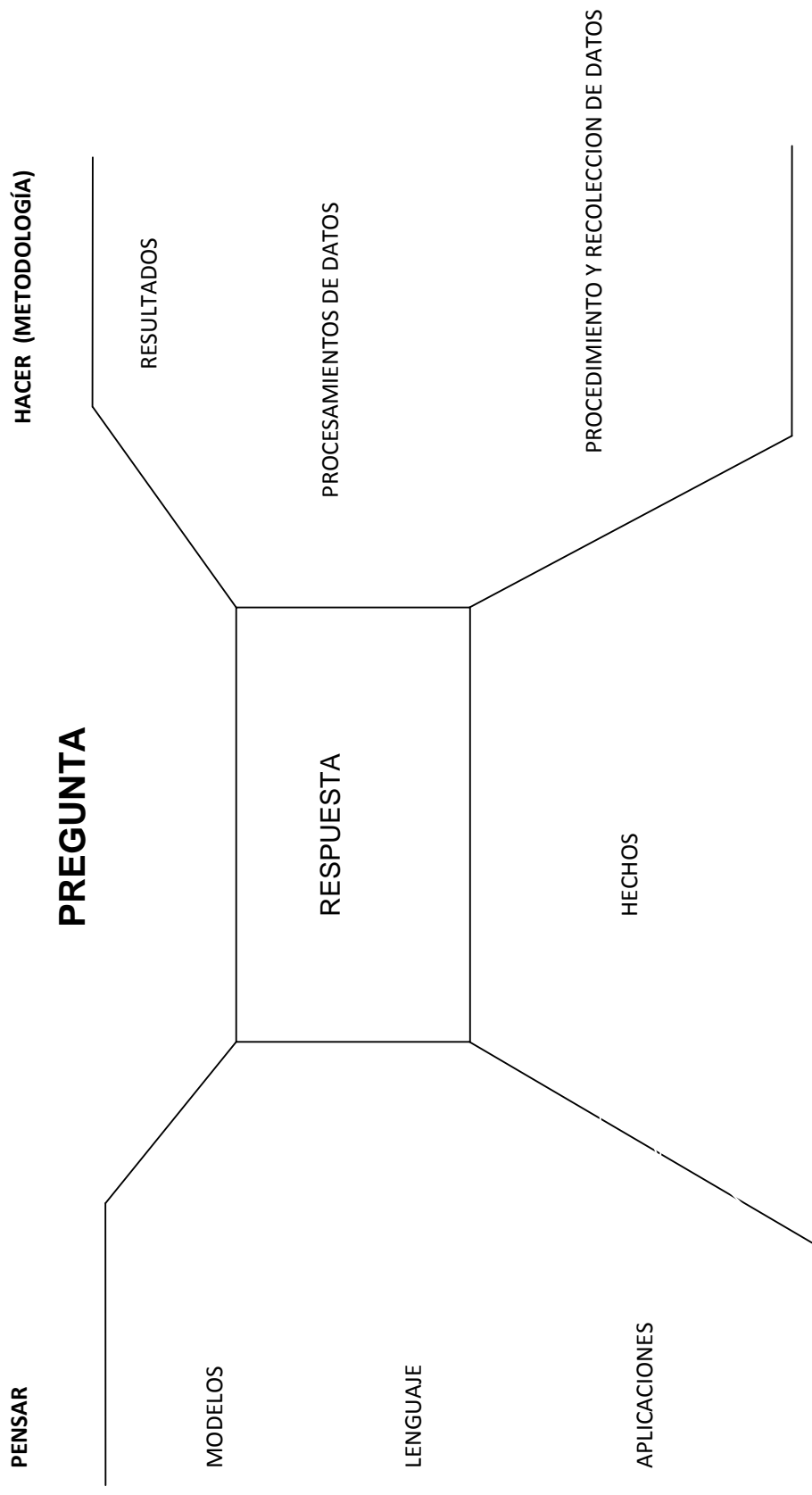


	<p>Predicción del tipo de enlace con base en la diferencia de electronegatividad (N3)</p> <p>Fuerzas intermoleculares Puentes de hidrógeno (N2)</p> <p>Energía involucrada en la ruptura y formación de enlaces (N2)</p>	<p>8. La diferencia en los puntos de fusión de las sustancias se debe al enlace entre los átomos</p> <p>9. Las interacciones entre los átomos que no son enlaces covalentes o iónicos son solamente fuerzas.</p> <p>10. Los puentes de hidrógeno son solamente fuerzas y no enlaces químicos.</p>	<p>6. <b>Taber, K. S. (1999). Alternative frameworks in chemistry. Education in Chemistry, 36(5), 135-137. (8-10)</b></p>
--	--	---	---

QUÍMICA III			
MATERIA	TEMÁTICA	IDEAS PREVIAS	BIBLIOGRAFÍA
INDUSTRIA MINERO-METALÚRGICA	<p><b>Enlace Químico:</b> Enlace Metálico (N3)</p> <p>Enlace Metálico: "Cada átomo está unido a varios átomos vecinos. Los Electrones de enlace tienen relativa libertad para moverse dentro de toda la estructura tridimensional del metal" (Brown, 276)</p>	<p>28. 10 partículas de Ca constituyen una red formada por cationes y electrones (G) (correcta)</p> <p>29. 10 partículas de Ca representan sólo un átomo de Ca (G)</p> <p>30. 10 partículas de Ca constituyen una sola molécula formada por átomos;</p> <p>31. El enlace químico es una entidad física</p>	<p>7. De Posada, J.M. (1999). <b>Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias, 17(2), 227-245.</b> (28-31)</p>

QUIMICA IV			
MATERIA	TEMÁTICA	IDEAS PREVIAS	BIBLIOGRAFÍA
LAS INDUSTRIAS DEL PETROLEO Y DE LA PETROQUÍMICA	<p><b>Enlace químico:</b> Enlaces covalentes sencillo, doble y triple (N2)</p> <p>Tipo de enlace y reactividad en compuestos orgánicos (N3)</p> <p>Reactividad del doble y triple enlace (N2)</p> <p><b>Enlace químico:</b> Importancia de los enlaces intermoleculares e intramoleculares en las propiedades de los polímeros.</p>	<p><b>Se repiten las ideas previas para el enlace covalente.</b></p>	
EL MUNDO DE LOS POLÍMEROS			

ANEXO 4. Diagrama heurístico (Chamizo e Izquierdo 2007).



# ANEXO 5. Diagrama de V´Heurística para proyecto de tesis.

## PREGUNTA

En el diseño de una unidad didáctica:

¿Se logrará el aprendizaje significativo del concepto de enlace químico en los alumnos del bachillerato (CCH), si se utiliza el modelo electrostático durante su enseñanza-aprendizaje?

### - CONCEPTOS -

#### A) Pedagógicos:

##### Lenguaje

- ❖ Concepciones Alternativas
- ❖ Pensamiento psicológico del adolescente
- ❖ Aprendizaje significativo
- ❖ Unidad didáctica
- ❖ Evaluación

##### Modelo

- ❖ Constructivismo
- ❖ Unidad didáctica, Gómez Crespo (UD,1993)
- ❖ Evaluación

#### B) Disciplina:

##### Lenguaje

- Enlace químico
- Carga
- Momento dipolo
- Fuerzas intermoleculares e intramoleculares

##### Modelo

- Electrostática
- Modelo de Lewis
- Modelo T.R.P.E.C.V.
- Modelo O.M.
- Modelo U. V.

#### CONCLUSIÓN (RESPUESTA):

Con el presente trabajo como estudio de un caso, podemos concluir que: El diseño de la unidad didáctica eficientemente ha permitido al profesor la planeación, el desarrollo y la aplicación de las actividades estratégicas, para el proceso enseñanza-aprendizaje del concepto de enlace químico, mejorando de esta manera su desempeño docente, por otro lado y en un primer acercamiento a la aplicación del modelo electrostático para la construcción del concepto de enlace químico, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje hemos logramos un aprendizaje significativo del concepto en alumnos del nivel medio superior, sin embargo, nuestro trabajo nos deja las siguientes inquietudes: ¿Los resultados obtenidos son extensivos en grupos más grandes? ¿Los resultados obtenidos se podrán generar en otras situaciones? ¿Con el modelo propuesto para la construcción del concepto enlace químico se podrá alcanzar un cambio conceptual en los alumnos? ¿Obtendremos los mismos resultados con estudiantes de secundaria?

#### HECHOS

Enfoque Psicopedagógico:

1. Constructivismo: Aprendizaje por reestructuración.  
"Hay construcción de conocimientos cuando lo que se aprende se debe no sólo a la nueva información presentada, sino también a los conocimientos previos del aprendizaje" (Pozo, pp. 51-68)
2. Una unidad didáctica (UD) es una estrategia metodológica para la planeación y organización de un objeto de estudio en la labor docente. Este objeto de estudio más que ser un tema específico del conocimiento científico, es un concepto estructurante de las ciencias naturales o de una teoría científica en donde se puedan establecer diferentes clases de interacciones entre contextos y sobre todo en donde la historia de las ciencias juegue un papel relevante en su estructura y desarrollo (Galindo, Enciso et al., 2005).

Enfoque disciplinario:

1. He seleccionado el concepto de enlace químico siendo que:
  - a) Para numerosos investigadores, el concepto de enlace químico resulta ser decisivo dentro de la enseñanza de la química; a pesar de que este concepto ha estado presente en la preparación de los currículos de química en todo el mundo (De posada, 1999) son poco los estudios de investigación relacionados con este concepto.
  - b) Por ser este un concepto estructurante (Gagliardi y Giordan, 1986) en los Planes y programas de estudio del CCH.
  - c) En la literatura el concepto de enlace químico se define como: "Siempre que átomos o iones se unen fuertemente unos a otros, decimos que hay un enlace químico entre ellos; existen tres tipos de enlace químico: enlace iónico, enlace covalente y enlace metálico" (Brown, 1998)
  - d) La enseñanza de modelos altamente abstractos en un nivel básico de la ciencia es contraproducente (Shiland, 1997). Por ejemplo, Gillespie y compañeros de trabajo (Gillespie, Spencer, Y Moog, 1996a, 1996b) sugiere que se tome poco la enseñanza de la teoría orbital molecular a los estudiantes.
2. El modelo electrostático que se propone pretende facilitar la construcción del concepto de enlace químico en los estudiantes del nivel medio superior.

#### ✓ Análisis de los resultados:

De acuerdo al análisis estadístico podemos afirmar que:

1. Hay un cambio significativo en la ideas previas de los estudiantes
2. La UD propuesta resultó ser una estrategia metodológica para mejorar la planificación y organización de la labor docente durante la enseñanza-aprendizaje del concepto de EQ.
3. La implementación de un modelo electrostático durante la enseñanza-aprendizaje del concepto enlace químico favoreció el aprendizaje significativo del concepto en los alumnos del bachillerato.

#### Procesamiento de resultados:

1. Realicé un análisis elaborando tablas y gráficos (Méndez et al, 2004).
2. Lleve a cabo un análisis comparativo y reflexivo de mis resultados con los reportados en algunos artículos de investigación (García Franco y Garritz, 2006; Riboldi et al, 2004; Peterson, 1989; Nuñez et al, 2001; Bello, 2006).

#### Recolección de datos:

En el diseño de la unidad didáctica utilicé la metodología siguiente:

1. Seleccionando reactivos ya probados y valorados en artículos de investigación didáctica, relacionados con el tema de enlace químico, así como también de libros de textos desarrollé los instrumentos y las estrategias siguientes:

- \*Instrumento para evaluar las concepciones alternativas de los alumnos sobre el enlace químico <Examen sobre enlace químico> (Peterson, 1989) y (Nuñez et al, 2001).
- \*Tarea a domicilio para "abonar la mente" de los alumnos para la presentación del tema <CRUCIGRAMA>.
- \*Dinámica de grupo para "abonar la mente" de los alumnos para la presentación del tema <Lo qué sabemos?>.
- \*Presentación del tema por parte del profesor, centrado en la naturaleza eléctrica de las partículas <Presentación Power Point>.
- \*Práctica de laboratorio que le permita a los alumnos aterrizar la teoría en una actividad experimental concreta.
- \*Pequeña investigación bibliográfica que permita conectar lo aprendido con su entorno y con la historia <Patrimonio de la Humanidad> "Instrumento para evaluar la unidad didáctica.
- \*Instrumento para evaluar los conocimientos finales de los alumnos <¿Qué aprendí?>.

2. Para el proceso de aplicación y evaluación de la unidad didáctica, consideré como marco de muestreo (Méndez et al, 2004) a la población de alumnos del CCH plantel Azcapotzalco, realizando un muestreo aleatorio simple (mas) para seleccionar 25 alumnos del primer semestre y 25 alumnos del quinto semestre.

## **ANEXO 6. Instrumento para evaluar las concepciones alternativas de los alumnos sobre el enlace químico (ICASEQ-1).**

### **INSTRUCCIONES PARA RESOLVER EL EXAMEN**

Este examen consiste de 10 preguntas las cuales examinan tu conocimiento sobre el concepto de enlace químico.

Cada pregunta tiene dos partes: Una respuesta de opción múltiple seguida de un razonamiento de opción múltiple. Para cada pregunta deberás seleccionar una respuesta de opción múltiple y un razonamiento de opción múltiple.

1. Lee cuidadosamente cada una de las preguntas.
2. Toma tiempo para considerar y reflexionar tu respuesta
3. Anota tus respuestas dentro de los cuadros de la hoja de respuestas.

Pregunta  
Ejemplo 5.  Razonamiento

4. Lee el grupo de razonamientos posibles para tu respuesta.
5. Selecciona cuidadosamente el razonamiento que mejor se ajusta al pensamiento que utilizaste  
para contestar la pregunta.

6. Reporta tu respuesta en el cuadro correspondiente al razonamiento.

Pregunta  
Ejemplo 5.  Razonamiento

7. Si cambias de opinión sobre alguna de tus respuestas, tacha con una cruz el cuadro y coloca a un  
lado del mismo la nueva selección.

Pregunta  
Ejemplo 5.  Razonamiento

En la hoja de respuestas NO OLVIDES ANOTAR TU NOMBRE Y GRUPO.



**GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN**

## EXAMEN SOBRE ENLACE QUÍMICO

Nombre del  
alumno: \_\_\_\_\_.  
Grupo: \_\_\_\_\_.  
Edad: \_\_\_\_\_.

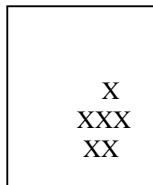
## Preguntas.

- |     |                          |              |                          |
|-----|--------------------------|--------------|--------------------------|
| 1.  | <input type="checkbox"/> | Razonamiento | <input type="checkbox"/> |
| 2.  | <input type="checkbox"/> | Razonamiento | <input type="checkbox"/> |
| 3.  | <input type="checkbox"/> | Razonamiento | <input type="checkbox"/> |
| 4.  | <input type="checkbox"/> | Razonamiento | <input type="checkbox"/> |
| 5.  | <input type="checkbox"/> | Razonamiento | <input type="checkbox"/> |
| 6.  | <input type="checkbox"/> | Razonamiento | <input type="checkbox"/> |
| 7.  | <input type="checkbox"/> | Razonamiento | <input type="checkbox"/> |
| 8.  | <input type="checkbox"/> | Razonamiento | <input type="checkbox"/> |
| 9.  | <input type="checkbox"/> | Razonamiento | <input type="checkbox"/> |
| 10. | <input type="checkbox"/> | Razonamiento | <input type="checkbox"/> |



GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN

1. La siguiente figura representa el enlace químico entre átomos de un mismo elemento (X), en este enlace químico consideras que:



- (1) Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.
- (2) No es necesario que los átomos de X adquieran cargas de distinto signo para unirse.
- (3) Depende de cuál sea la identidad de X para determinar si adquieren o no cargas de distinto signo para unirse.

Razonamiento:

- (A) Siempre que átomos se unen fuertemente unos a otros, decimos que hay un enlace químico entre ellos.
- (B) Los enlaces iónicos ocurren entre moléculas o entre diferentes partes de una gran molécula.
- (C) Los “enlaces” o “fuerzas” explican cómo se mueven las partículas.
- (D) Un ión positivo estará enlazado a cualquier ión negativo.

2. El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente: el yoduro de plomo (II). ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal?

- a- Porque el yodo es un no-metal y el plomo, un metal, y es natural que se atraigan.
- b- Al unirse van a completar cada uno su octeto.
- c- Forman una red cristalina iónica.
- d- Al unirse, el yodo completa su octeto y el plomo cumple su misión cediéndole sus electrones.

Razonamiento:

- (A) La razón por la que se forma un enlace entre los iones yoduro y los iones potasio es que un electrón ha sido transferido de ellos.
- (B) La fuerza electrostática mantiene unidos a los iones del yodo y del plomo en un compuesto iónico.
- (C) El resultado de la atracción entre dos iones de cargas opuestas es la neutralización o cancelación de las cargas, lo que produce la formación de una molécula neutra.
- (D) La causa del enlace iónico es que cada uno de los elementos completará el octeto electrónico.



## ICASEQ-1

3. El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (puntilla de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono.

¿Crees que las diferencias entre ambos pueden explicarse por qué, en el grafito, los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y, en el diamante, los átomos de carbono están unidos por el enlace iónico?

Sí            No            **(Selecciona la que no corresponda)**

Razonamiento:

- (A) Los enlaces covalentes son más débiles que los enlaces iónicos.
- (B) Los compuestos iónicos están formados por moléculas discretas y neutras, y los enlaces al interior de estas moléculas son más fuertes que los enlaces entre las moléculas.
- (C) Los enlaces iónicos y los enlaces metálicos, no son realmente enlaces, como los enlaces covalentes.
- (D) Los átomos del diamante están unidos formando una sustancia reticular.**

4. El agua ( $H_2O$ ) y el sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) tienen fórmula química similar y estructuras V-shaped. A temperatura ambiente, el agua es un líquido y el sulfuro de hidrógeno un gas. La diferencia de su estado físico es debido a la intensidad con que se presentan las fuerzas intermoleculares entre:

(1) Moléculas de  $H_2O$

**(2) Moléculas de  $H_2S$**

Razonamiento:

- (A) La diferencia de intensidad de las fuerzas intermoleculares es debido a la intensidad del Enlace covalente de O- H y S - H.
- (B) Los enlaces en el  $H_2S$  se rompen fácilmente, mientras que los del agua no.
- (C) La diferencia en la intensidad de las fuerzas intermoleculares es debida a la diferencia de polaridad en las moléculas.
- (D) La diferencia de intensidad de las fuerzas intermoleculares se debe a que el agua es una molécula polar, mientras que el  $H_2S$  es una molécula no-polar.**

5. La regla del octeto es usada para determinar:

(1) Forma de una molécula

**(2) Número de enlaces que forma un átomo**

Razonamiento:

- (A) La regla del octeto establece que un átomo forma enlaces covalentes al compartir electrones para tener 8 electrones en la capa de valencia.**
- (B) La regla del octeto establece que el número de enlaces formados es igual al número de electrones en la última capa.
- (C) La regla del octeto establece que la forma de una molécula depende del número de pares de electrones compartidos.
- (D) La regla del octeto establece que la forma de una molécula se debe a los cuatro pares de electrones localizados en posición tetraédrica.

6. ¿Cuál es la mejor representación para el par de electrones compartidos en la molécula?



Razonamiento:

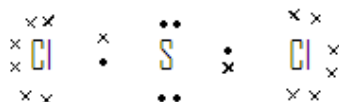
- (A) Los electrones no-enlazados influyen la posición del enlace sobre el par de electrones compartidos.  
 (B) Como el hidrogeno y el flúor forman un enlace covalente el par de electrones debe ser localizado centralmente.  
 (C) El flúor tiene una atracción fuerte por el par de electrones compartidos.  
 (D) El átomo del flúor es mayor que el átomo de hidrógeno y ejerce un mayor control sobre el par de electrones compartidos.

7. La molécula del  $\text{SnCl}_2$  tiene la forma:

- (1) V (2) lineal

Razonamiento:

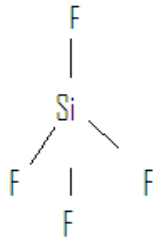
- (A) La forma resulta de la repulsión entre los pares de electrones enlazados y no-enlazados.  
 (B) La forma resulta de la repulsión entre los pares de electrones no-enlazados.  
 (C) Los dos enlaces azufre-cloruro son igualmente repelidos hacia una posición lineal como lo muestra la estructura punto electrón del  $\text{SnCl}_2$ .



- (D) La alta electronegatividad del Cloro comparada con la del azufre es el factor que más influye en la forma de la molécula.

8. ¿Cuál de las siguientes moléculas es polar?

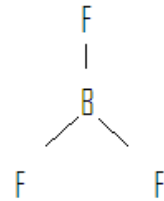
(1)



(2)



(3)



Razonamiento:

- (A) La polaridad de la molécula es debida a la alta electronegatividad del fluor.
- (B)** La molécula no-simétrica contiene varios átomos que son polares.
- (C) Los electrones no-enlazados sobre un átomo en la molécula produce un dipolo y consecuentemente una molécula polar.
- (D) Una gran diferencia en las electronegatividades de los átomos involucrados en el enlace forma una molécula polar.

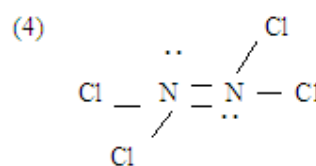
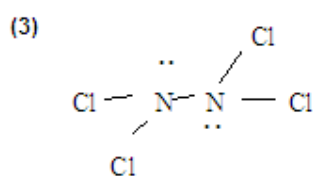
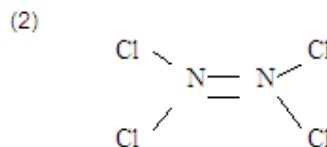
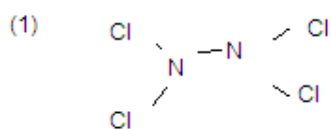
9. La sustancia comercial llamada “Vaselina” tiene una textura cremosa, suave y densa. Basándose en esto la “Vaselina” podría ser clasificada en principio como:

- (1) Una sustancia molecular covalente
- (2) Una sustancia covalente en red (covalente continuo)

Razonamiento:

- (A) La sustancia tiene una estructura en red lineal continua.
- (B) La alta viscosidad de la sustancia resulta de la red covalente continua.
- (C)** Las moléculas de las sustancias experimentan fuerzas intermoleculares débiles y fácilmente se mueven para acomodar los cambios del sólido.
- (D) Los enlaces dentro de las moléculas de las sustancias se rompen fácilmente para acomodar los cambios en la forma del sólido.

10. ¿Cuál de las siguientes estructuras representa mejor la molécula del  $N_2Cl_4$ ?



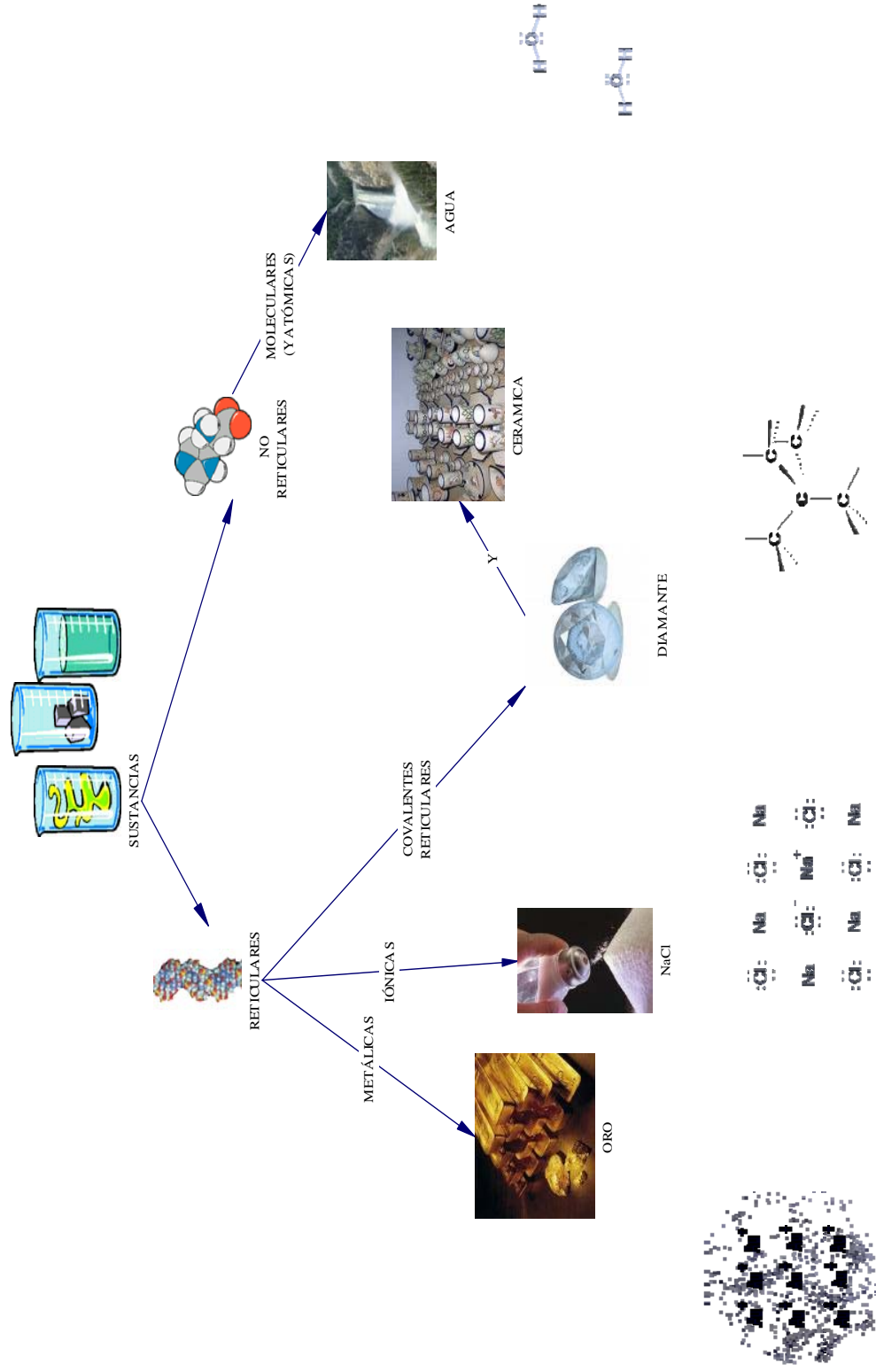
Razonamiento:

- (A) La electronegatividad del nitrógeno requiere que el doble ó triple enlace siempre este presente.
- (B) La estructura se debe a los 5 pares de electrones (incluyendo pares de enlace y no-enlace) sobre el átomo de nitrógeno.
- (C) La estructura se debe a la repulsión entre los 4 pares de electrones (incluyendo pares de enlaces y no-enlaces) sobre el átomo de nitrógeno.
- (D) La estructura se debe a la repulsión entre los enlaces de la molécula.

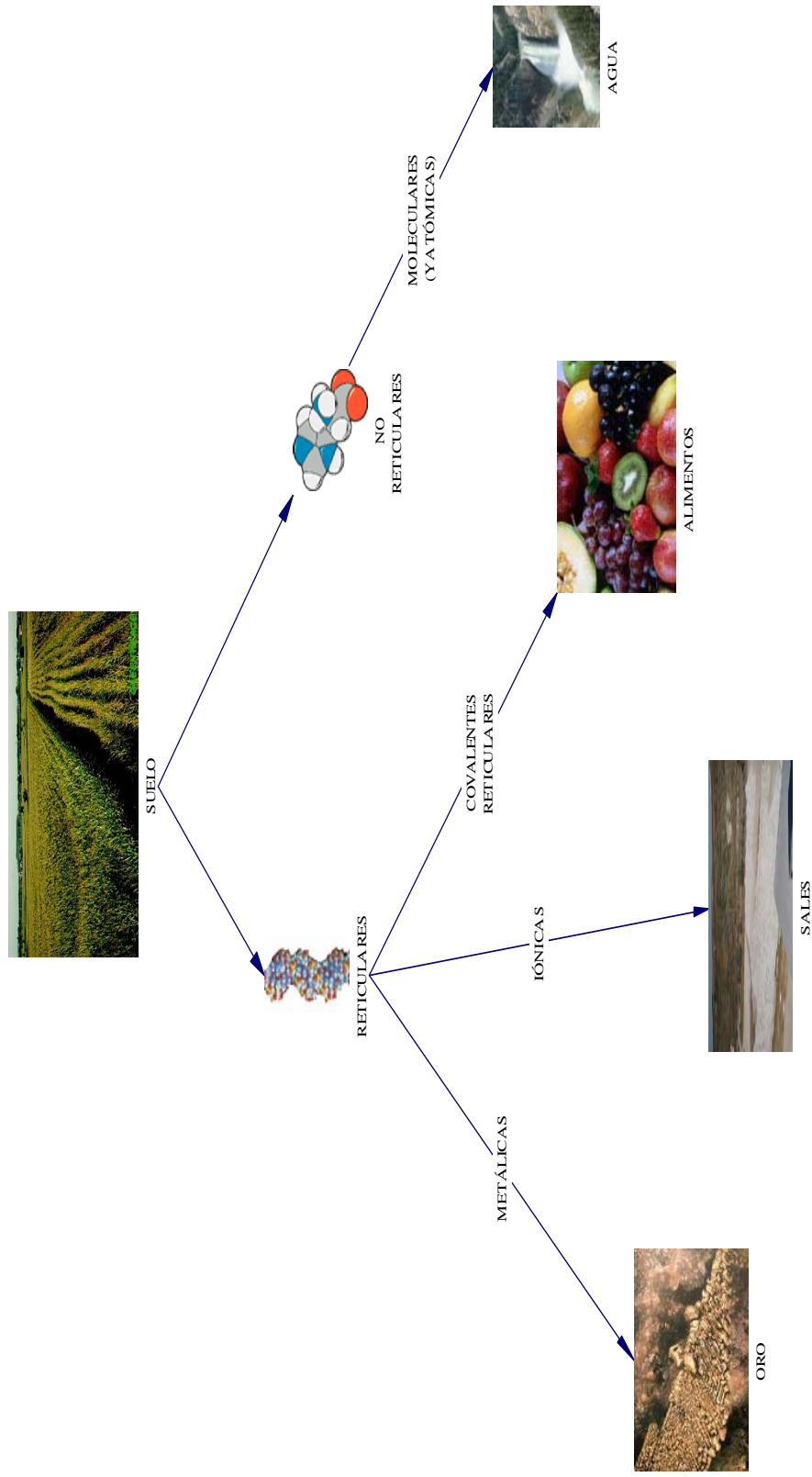
**ANEXO 7. Cuadro general sobre las interacciones eléctricas de las partículas químicas.**

Núcleo-electrónicas		Entre partículas vecinas		
Covalentes		Iónicas	Dipolares	
2 e <sup>-</sup> /2 núcleos (e <sup>-</sup> localizados)	n e <sup>-</sup> /n núcleos (e <sup>-</sup> deslocalizados)	Ion/ion	Ion/ dipolo	Dipolo/ dipolo
Enlace químico		Interacciones		
Enlace covalente	Enlace metálico	Enlace iónico	Interacciones dipolares	
Exclusivamente modelos cuánticos				
Sustancias moleculares	Sustancias reticulares	Sustancias metálicas	Sustancias iónicas	agua/ EtOH
Agua	Diamante	Oro	NaCl	agua/ EtOH
			NaCl/ agua	hexano
			NaCl/ EtOH	hexano/ Hexano
Admiten modelos clásicos				

ANEXO 8. Diagrama general para la clasificación de sustancias de acuerdo a su estructura química.



**ANEXO 9. Diagrama general con la aplicación de la clasificación de sustancias de acuerdo a su estructura química, con la temática de suelo.**







## HORIZONTALES:

1. Interacciones núcleo-electrónicas dentro de las partículas.
3. Electrones de la capa más externa de un átomo.
5. Medida de qué tan equitativamente se comparten los electrones entre los átomos que forman un enlace químico.
7. Agua, ejemplo de sustancias...
9. Fuerzas de atracción que existen entre moléculas covalentes polares.
11. Partículas químicas cargadas.
13. Núcleos positivos y electrones negativos
15. Enlace formado por un par de electrones compartidos.
17. Dos o más átomos unidos por enlaces covalentes; la unidad fundamental más pequeña de una sustancia molecular.
19. Oro, ejemplo de sustancias....
21. Enlace en el que los electrones de enlace tienen relativa libertad para moverse por toda la estructura tridimensional.
23. Diamante, ejemplo de sustancias...
25. La porción con carga positiva de un átomo; es muy pequeña y densa y está constituida por protones y neutrones.
27. Representación de dos cargas iguales pero de signo opuesto separadas por una cierta distancia.

## VERTICALES

1. Fuerzas de atracción a corta distancia que operan entre las partículas que constituyen las unidades de una sustancia líquida o sólida. Estas mismas fuerzas hacen que los gases se licuen o solidifiquen a temperaturas bajas y presiones altas.
2. Cloruro de sodio, ejemplo de sustancias...
4. Fuerza de atracción que mantiene unidos los átomos de los compuestos.
6. Enlace químico que se forma entre partículas de cargas opuestas
8. Partícula química mononuclear neutra

**Bibliografía sugerida para consulta:**

- a) Hill W. John and Kolb K. Doris, Química para el nuevo milenio, 8ª. Edición, PRENTICE HALL, México, 1999.
- b) Brown L. Theodore et al., Química. La ciencia central, 9ª. Edición, PEARSON Educación, México, 2004.

**HOJA CON RESPUESTAS:**

HORIZONTALES:

1. Fuerzas intramoleculares
3. Electrones de valencia
5. Polaridad
7. Sustancias moleculares
9. Interacciones dipolo
11. Iones
13. Carga de las subpartículas
15. Enlace covalente
17. Molécula
19. Sustancias metálicas
21. Enlace metálico
23. Sustancias covalentes reticulares
25. Núcleos
27. Momento dipolo

VERTICALES

1. Fuerzas intermoleculares
2. Sustancias iónicas
4. Enlace químico
6. Enlace iónico
8. Átomo

**ANEXO 11. Actividad en el aula: ¿Lo que sabemos?.**

**LQSEQ-4**

Grupo: \_\_\_\_\_.

Alumnos: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**¿LO QUÉ SABEMOS?**

Contesta adecuadamente las siguientes preguntas:

I. Cuando escuchamos hablar sobre “Enlace Químico” nosotros:

a) Detestamos:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

b) Nada nos gustaría más:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

c) Nos gusta:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

d) Necesitamos:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

e) Deseamos:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

f) Algo que hacemos bien:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

II. En química se describen las sustancias desde tres puntos de vista : macroscópico, microscópico o atómico y simbólico. Describan mediante un dibujo (a detalle) el enlace químico desde esas tres perspectivas para las siguientes sustancias:  
Agua, Diamante, Oro, NaCl, NaCl/Agua y Agua/Alcohol.

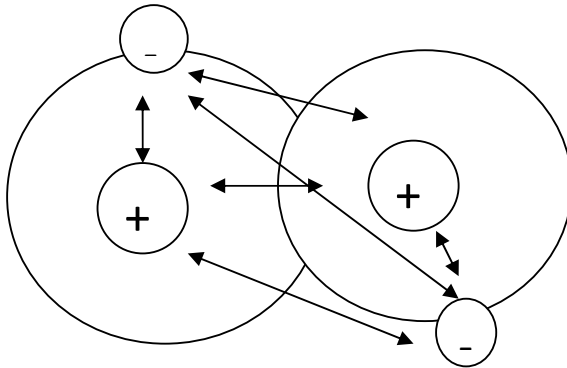
III. Lee las siguientes afirmaciones y señala con V las verdaderas y con F las falsas<sup>1</sup>.

1. El enlace químico, en el sentido de fuerzas que mantiene unidos a átomos o grupos de átomos; hace referencia a distintas fuerzas, destacándose las atracciones electrostáticas y no electrostáticas. ( **V** )
2. Los enlaces iónicos y covalentes constituyen casos extremos del enlace, pudiendo existir en el enlace cierto carácter iónico y cierto carácter covalente. ( **V** )
3. Al formarse un enlace químico se alcanza un estado de menor energía , siendo menos estable que los átomos separados. ( **F** )
4. Al formarse un enlace químico los átomos tienden a adquirir una configuración más estable. ( **V** )
5. Los enlaces electrovalente y covalente explican la formación de los compuestos y el enlace metálico; el enlace puente de hidrógeno y las fuerzas de Van der Waals explican los estados de la materia y cambios de estado. ( **V** )
6. Cuando ocurre un cambio químico se forma un enlace químico y el compuesto resultante es diferente a los átomos que lo han formado ( **V** )
7. El enlace químico puede entenderse como la fuerza de atracción que mantiene unidos a los átomos. ( **V** )
8. El enlace químico se produce por interacciones electrostáticas entre los iones, en cambio el enlace covalente se produce al compartir electrones entre dos átomos unidos. ( **V** )
9. Las fuerzas atracción que mantiene unidos a los iones en las redes son fuerzas electrostáticas fuertes que predominan sobre las fuerzas de repulsión. ( **V** )
10. Las fuerzas que mantienen unidos a los átomos en los enlaces covalentes también son de tipo eléctrico o culómbicas, aunque más débiles que en los compuestos iónicos. ( **V** )

---

<sup>1</sup> Las respuestas se han colocado en letras negrillas

IV. En el diagrama de unión de dos átomos, indica con números cuáles flechas representan fuerzas de atracción y cuales de repulsión.



Fuerzas de atracción: \_\_\_\_\_.

Fuerzas de repulsión: \_\_\_\_\_.

**ANEXO 12. Presentación del tema con tecnología “Power Point” por parte del profesor (PPEQ-3), centrado en la naturaleza eléctrica de las partículas.**

# Proyecto de ciencias

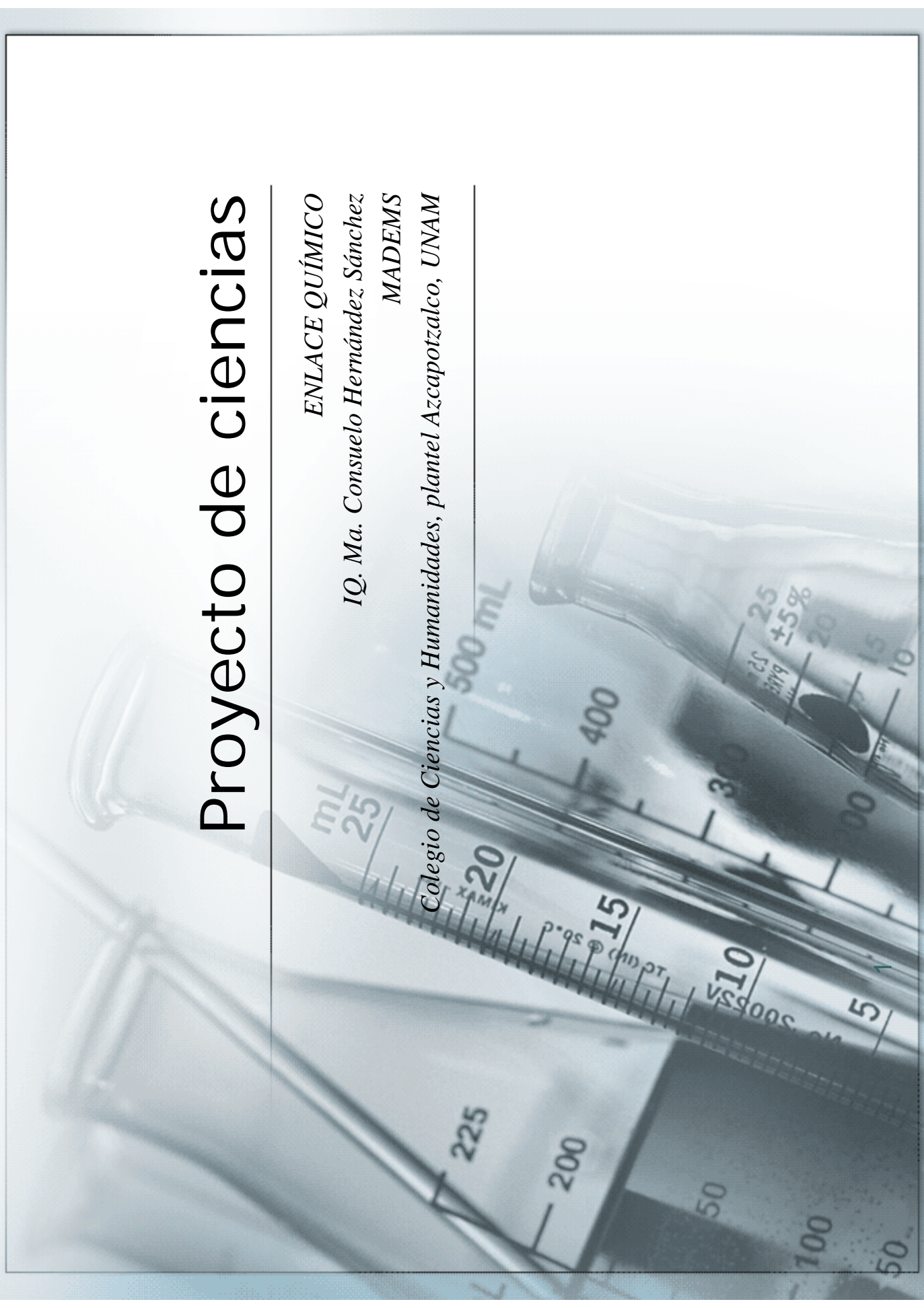
---

*ENLACE QUÍMICO*

*IQ. Ma. Consuelo Hernández Sánchez  
MADEMS*

*Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Azcapotzalco, UNAM*

---





# OBJETIVOS

---

- Reconocer que lo que se conoce como “enlace químico” y “fuerzas intermoleculares” son interacciones de naturaleza eléctrica.
- Asociar la ruptura y formación de enlaces químicos con la energía de las reacciones químicas.
- Describir a los enlaces químicos como la interacción eléctrica entre núcleos y electrones.
- Clasificará las sustancias según la estructura resultante de las interacciones entre partículas.

---

Comprendemos y reflexionamos sobre *la existencia de esta gran variedad de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas en el suelo y por supuesto... también las del mundo que nos rodea, través del estudio de:*

# CONCEPTO DE ENLACE QUÍMICO, en el Internet:



*WIKIPEDIA La enciclopedia libre*

“Un **enlace químico** es la unión entre dos o más átomos para formar una entidad de orden superior, como una molécula o una estructura cristalina.”

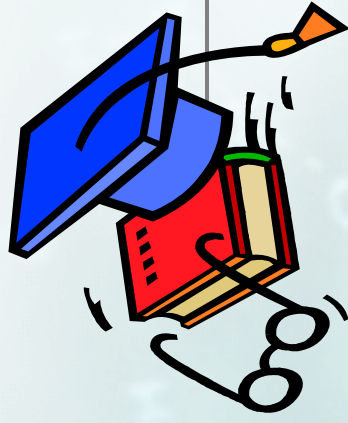
[http://platea.pntic.mec.es/~jrodri5/web\\_enlaces\\_quimicos/definiciones\\_com.htm](http://platea.pntic.mec.es/~jrodri5/web_enlaces_quimicos/definiciones_com.htm)

“Las partículas se atraen unas a otras por alguna clase de fuerza, que es sumamente fuerte cuando se hallan en contacto inmediato, que efectúa las operaciones químicas a distancias pequeñas y llega no muy lejos de las partículas con cualquier efecto sensible.”

**Óptica.** Isaac Newton.

<http://www.educared.net/concurso2001/410/elenlace.htm>

*Un enlace químico se produce como resultado de las interacciones electrostáticas entre los núcleos y los electrones de los átomos que se unen.*



## En libros de texto:

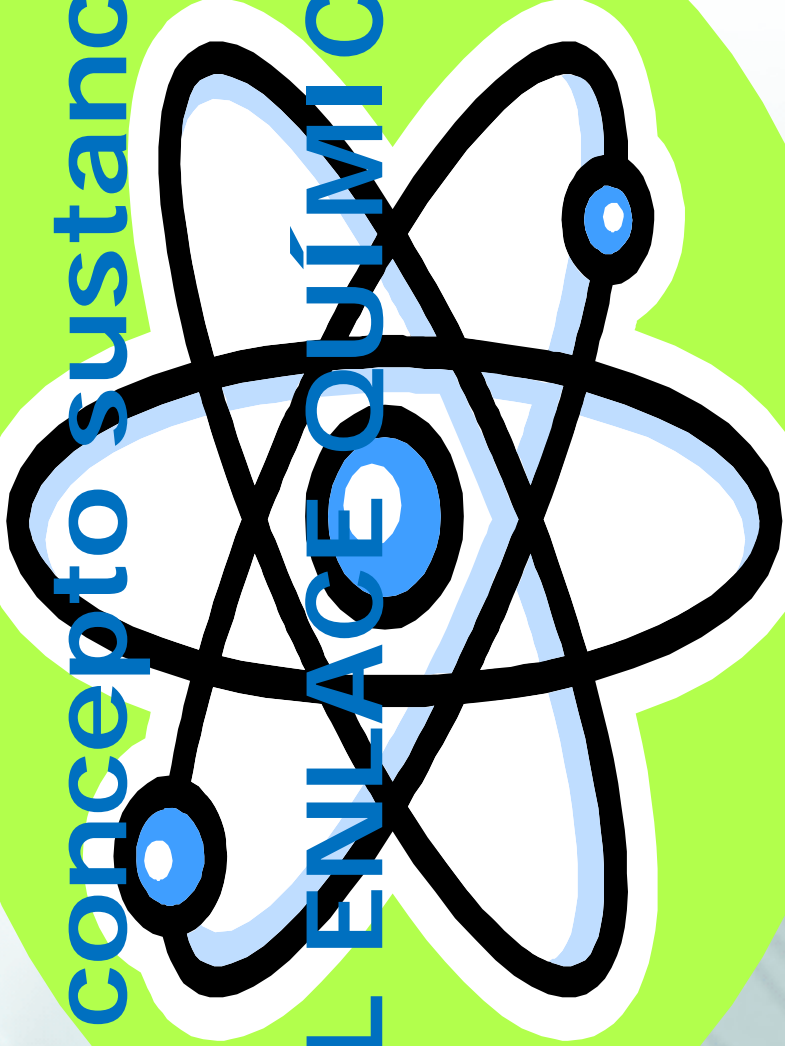
---

‡ “Siempre que átomos o iones se unen fuertemente unos a otros, decimos que hay un enlace químico entre ellos”

‡ *Fuerzas de atracción que mantienen unidos los átomos de los compuestos.*

Un concepto sustancial:

“EL ENLACE QUÍMICO”



## ALGUNAS DUDAS:



¿Es “algo” aparte (además) de los átomos?



¿El enlace (los electrones) mantiene(n) unidos a los átomos?



¿Los enlaces contienen energía?



¿Existen enlaces gravitacionales?



¿Los enlaces fuertes contienen mucha energía (y los débiles poca)?



¿Al romper los enlaces, se libera energía (y se requiere para formarlos)?

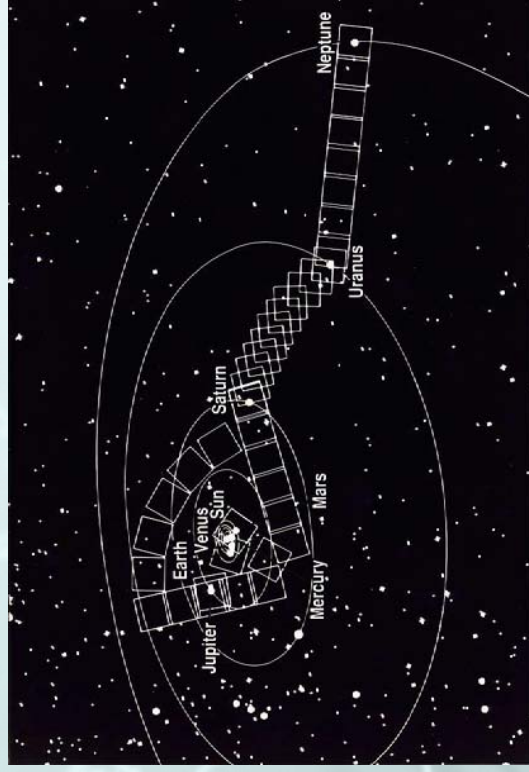
# Recordando :



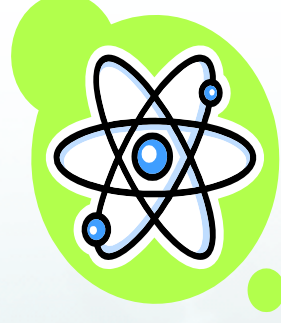
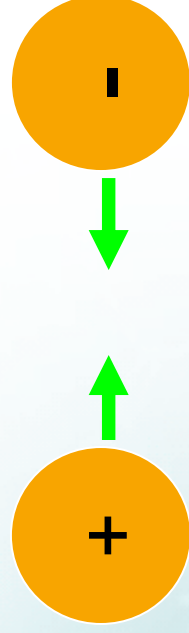
- ✓ "...los átomos de la materia están en cierta manera dotados de potencias eléctricas."  
✓ H. Faraday, 1834.
- ✓ Los átomos de los diversos elementos eran considerados por él como dipolos eléctricos, con una carga predominantemente positiva o negativa.  
✓ Berzelius, 1819.

# ENERGÍA POTENCIAL SISTEMAS ENLAZADOS

---



## CARGAS OPUESTAS





¿POR QUÉ LOS PROTONES NO ATRAEN A LOS ELECTRONES CON CARGA OPUESTA Y LOS LLEVAN AL NÚCLEO?

---

## Fuerzas parecidas

➤ ELECTRICAS

$$F_e = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

➤ GRAVITACIONALES

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F_e \gg \gg F_g$$

porque

$$K \gg \gg G$$

# Enlace y energía

Enlace fuerte,  
poca energía potencial

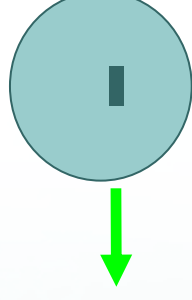


energía



ANALOGÍA

> energía



Enlace débil,  
Mucha energía potencial

# ¿Al romper los enlaces, se libera energía (y se requiere para formarlos)?

La energía durante la reacción



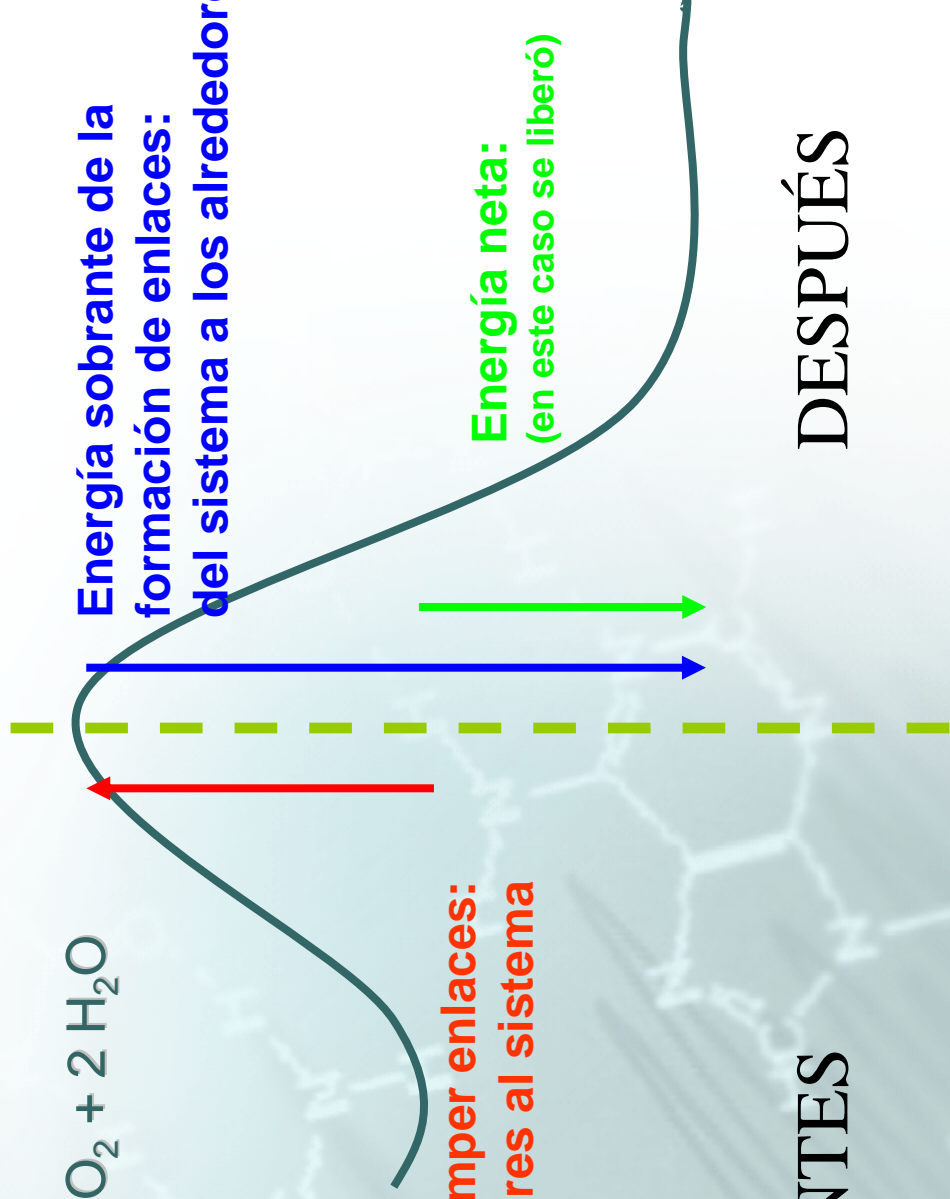
Energía sobrante de la formación de enlaces: del sistema a los alrededores

Energía para romper enlaces: De los alrededores al sistema

Energía neta: (en este caso se liberó)

ANTES

DESPUÉS





## Para tener en mente...

---

- Naturaleza eléctrica de las partículas químicas: núcleos positivos y electrones negativos.
- Las interacciones químicas son simplemente *interacciones eléctricas entre especies cargadas*.

# ¿Tiene sentido clasificar los enlaces?

## Tipos de moléculas

- Polares  
(dipolos permanentes)
- No polares  
(dipolos instantáneos)

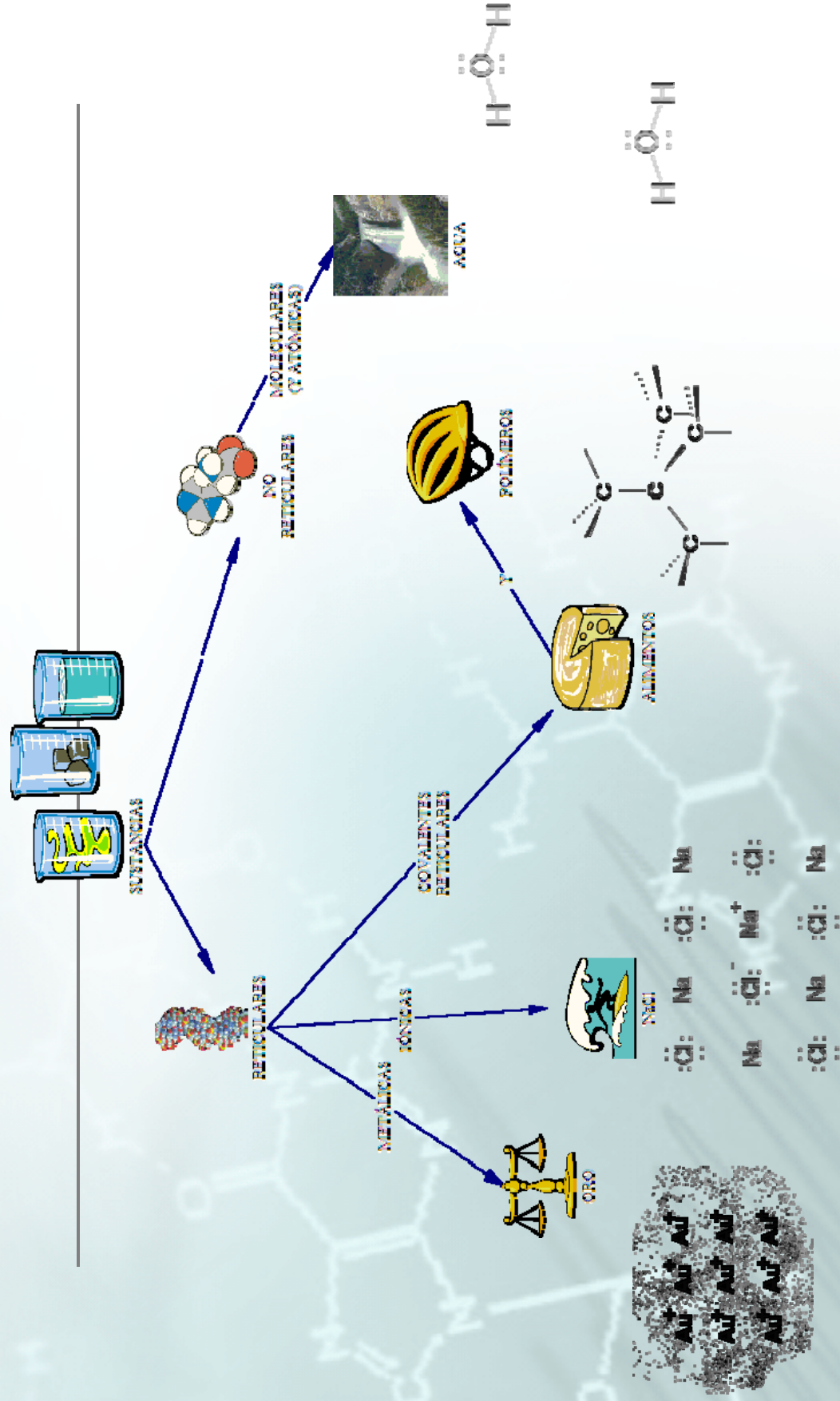


# Interacciones eléctricas de las partículas químicas

Núcleo-electrónicas		Entre partículas vecinas	
Covalentes		Iónicas	Dipolares
2 e <sup>-</sup> /2 núcleos (e <sup>-</sup> localizados)	n e <sup>-</sup> /n núcleos (e deslocalizados)	Ion/ion	Ion/dipolo Dipolo/dipolo
Enlace químico		Interacciones	
Enlace covalente	Enlace metálico	Interacciones dipolares	
Exclusivamente modelos cuánticos		Admiten modelos clásicos	
Sustancias moleculares	Sustancias reticulares	Sustancias iónicas	agua/ EtOH
Agua	Diamante	NaCl/ agua	agua/ hexano
15	Oro	NaCl/ EtOH	hexano/ Hexano

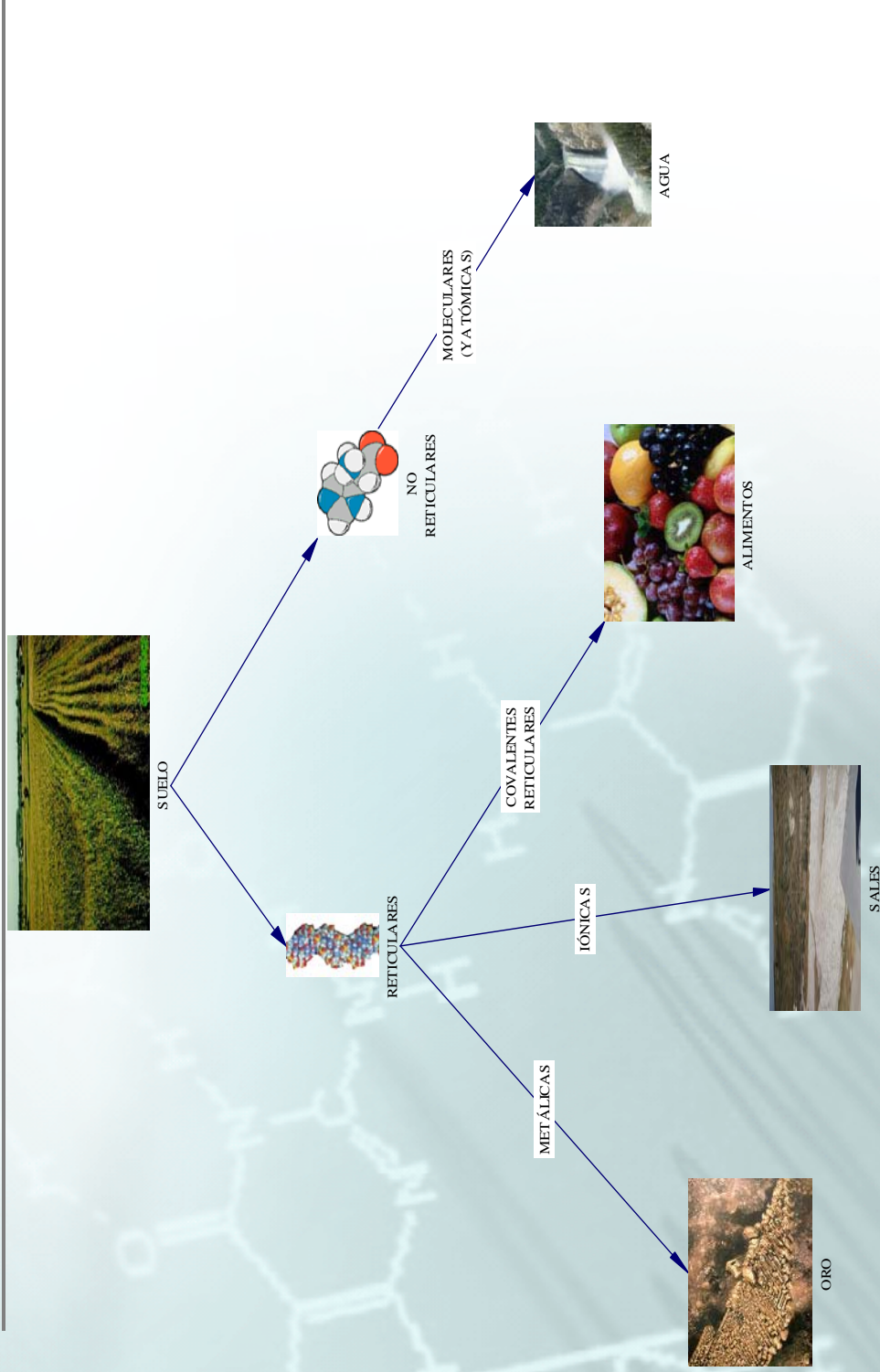
# Clasificar sustancias... ¡no enlaces!

<<GENERAL>>



# Clasificar sustancias... ¡no enlaces!

<< ESPECÍFICO >>





# PARA REPASAR:

---

- Naturaleza eléctrica de las partículas de importancia química
  - (iones, moléculas y átomos)
- Enlace químico:
  - interacciones eléctrica entre especies cargadas (núcleos, electrones, partículas)
  - Primero: interacciones entre partículas
  - Estados físicos, patrón de solubilidad, inicio de reacciones
  - Después: interacciones núcleo-electrónicas
- Enlazadas son más estables que sueltas
  - (predominan las atracciones)
- Clasificar sustancias... ¡no enlaces!
  - 4 categorías... ¡no 2!

- CLASIFICACIÓN DE SUSTANCIAS -

Grupo: \_\_\_\_\_

Equipo: \_\_\_\_\_

**Problema**

Clasifica las siguientes sustancias :

Ácido acetilsalicílico (aspirina),  $C_9H_8O_4$ ; Agua,  $H_2O$ ; Azufre, S; Sacarosa (azúcar),  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ; Etanol,  $C_2H_6O$ ; Hierro, Fe; Carbonato de calcio,  $CaCO_3$ ; Óxido de silicio,  $SiO_2$ ; Cobre, Cu; Cloruro de sodio, NaCl; Hexano,  $C_6H_{14}$ ; Grafito, C.

**Material**

- aparato para medir intervalos de fusión
- equipo para medir conductividad eléctrica
- espátula
- vaso de precipitados de 250 ml

**Procedimiento**

- a) Determina la conductividad eléctrica de cada sustancia y su intervalo de fusión.
- b) Utilicen el diagrama de flujo de la página siguiente para clasificar las sustancias mencionadas.

---

<sup>2</sup> Sosa, P.. 2007. "Conceptos base de la química". Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

<b>Código para el diagrama de flujo</b>		
.....▶	significa	Sí
————▶	significa	No
¿g?	significa	¿Es gaseoso?
¿líq?	significa	¿Es líquido?
¿sól?	significa	¿Es sólido?
	significa	¿Conduce la electricidad?
Sól	significa	¿Conduce la electricidad en estado sólido?
Ac	significa	¿Conduce la electricidad en disolución acuosa?
Sol	significa	¿Conduce la electricidad en estado líquido?
bajo p.f.	significa	¿Tiene alto punto de fusión (mayor °C)?

### **Análisis**

- ¿Qué sustancias fueron difíciles de clasificar?
- Intenten explicar el comportamiento de dichas sustancias

### **HABILIDADES ADQUIRIDAS POR EL ALUMNO:**

Observación, comunicación oral y escrita, análisis, síntesis, identificación y control de variables, investigación, experimentación e inferir.



## ANEXO 14. Actividad extra clase: ¡Patrimonio de la humanidad!

IBLEQ-6

Instrucciones: A continuación aparecen cuatro imágenes de importantes científicos; Más abajo , numerados y encerrados en recuadros, hay 12 enuncia  
Escribe en le paréntesis el número que correspondan.



Dalton (1) (15) (23) (10)



Berzelius (3) (12) (14) (22)



Coulomb (5) (8) (17) (20)



Lewis (2) (7) (16) (19)



Gillespie (6) (9) (13) (21)



Pauling (4) (11) (18) (24)

<p>1. (1766-1844) Comenzó a dar clases a la edad de 12 años, convirtiéndose en profesor de matemáticas y química en la ciudad de Manchester.</p>	<p>2. (1875-1946) Estudió en las universidades de Nebraska, Lincoln y Harvard, en Estados Unidos, y después en Leipzig y Gotinga.</p>	<p>3. (1779-1848) Inventor Sueco del sistema moderno de símbolos y fórmulas en química.</p>	<p>4. (1900-1994) Tal vez uno de los 20 científicos más grandes de todos los tiempos; obtuvo el premio nobel de química en 1954, doce años después recibirá el de la Paz por su insistencia en evitar las explosiones de armas nucleares a cielo abierto.</p>	<p>5. Físico francés que nació en Angoulême, Charente, en el año de 1736; murió en París el 23 de agosto de 1806. En 1777 inventó la balanza de torsión descubriendo con ella la ley que actualmente lleva su nombre.</p>	<p>6. En 1949 recibió su grado de Doctorado en Física y en 1957 su grado de Doctorado en Ciencias en la Universidad de Londres, actualmente es profesor emérito de la Universidad de McMaster, Hamilton, Ontario, Canadá.</p>
<p>7. Fue maestro de físicaquímica en la Universidad de California, en Berkeley, donde propuso su modelo del átomo cúbico.</p>	<p>8. Los estudios cuantitativos de las fuerzas eléctricas y las fuerzas magnéticas fueron realizados por este investigador.</p>	<p>9. Ha publicado cerca de 370 artículos en el Journal of the American Chemical Society, Inorganic Chemistry, the Canadian Journal of Chemistry, the Journal of the Chemical Society, the Journal of Chemical Education y otras.</p>	<p>10. Los compuestos químicos se forman de la combinación de átomos de dos o más elementos, en un átomo compuesto (lo que llamamos moléculas).</p>	<p>11. Desarrolló modelos del enlace químico y propuso una cadena helicoidal para las cadenas de proteínas, anticipando la estructura descubierta en el material genético.</p>	<p>12. Los átomos de los diversos elementos eran considerados por él como dipolos eléctricos, con una carga predominantemente positiva o negativa, excepción hecha del hidrógeno, ya que era neutro.</p>
<p>13. Las investigaciones de este científico se han realizado principalmente dentro del campo de la Geometría Molecular, destacando sus aportaciones con el modelo de repulsión de pares electrónicos en la capa de valencia (RPECV).</p>	<p>14. Propuso distinguir los compuestos químicos orgánicos, de los compuestos inorgánicos, los cuales estarían gobernados por las leyes físicas y químicas de la naturaleza no viviente.</p>	<p>15. La materia se compone de partículas, muy pequeñas para ser vistas, llamadas átomos</p>	<p>16. Postulado en el modelo del átomo cúbico: En una combinación química, el átomo tiende a poseer un número par de electrones en la capa externa (de valencia) y, particularmente, ocho de ellos, los cuales se arreglan simétricamente en los vértices de un cubo.</p>	<p>17. Influído por los trabajos del inglés Joseph Priestley (ley de Priestley) sobre la repulsión entre cargas eléctricas del mismo signo, desarrolló un aparato de medición de las fuerzas eléctricas involucradas en la ley de Priestley, y publicó sus resultados entre 1785 y 1789.</p>	<p>18. Su libro <i>La naturaleza del enlace químico</i> fue de gran influencia para los científicos en el estudio y predicción de estructuras, y en la investigación de las propiedades de compuestos inorgánicos, orgánicos y bioquímicos.</p>
<p>19. Postulado en el modelo del átomo cúbico: Los electrones pueden moverse con cierta facilidad de una posición a otra en la capa de valencia; durante un cambio químico, los electrones en esta capa pueden variar entre cero y ocho.</p>	<p>20. Este investigador encontró que en un sistema con cargas eléctricas, las fuerzas de atracción (entre cargas opuestas) y repulsión (entre cargas de igual signo) son proporcionales al producto de sus cargas y a la inversa del cuadrado de la distancia que las separa.</p>	<p>21. Modelo RPECV "los electrones alrededor del átomo central están apareados (con espines opuestos). Los pares adquieren en el espacio una posición tal que cada uno de esté lo más alejado posible de los demás, pues de esta forma los electrones del mismo espín quedarán distanciados, de acuerdo al principio de exclusión"</p>	<p>22. Descubrió los elementos cerio (Ce), torio (Th), selenio (Se) y silicio (Si).</p>	<p>23. En cualquier reacción química, los átomos se combinan en proporciones numéricas simples.</p>	<p>24. Su libro <i>La vitamina C y el resfriado común</i> se convirtió en un "best-seller", este científico estaba convencido de que la ingestión de grandes dosis de vitamina C ayudaría a eliminar pequeñas molestias y posiblemente a curar el cáncer.</p>

Grupo: \_\_\_\_\_.

Alumno: \_\_\_\_\_

**¿QUÉ APRENDÍ?**

1. Elabora un mapa conceptual para el concepto de enlace químico, seleccionando 10 de las siguientes palabras: Enlace químico, Interacciones dipolares, Ion-dipolo, dipolo-dipolo, Interacciones eléctricas, partículas químicas, partículas vecinas, núcleo electrónicas, Enlace covalente, enlace metálico, enlace iónico, Ion-Ion,  $2e^- / 2$  núcleos ( $e^-$  localizados),  $n e^- / n$  núcleos ( $e^-$  deslocalizados), sustancias moleculares, sustancias reticulares, sustancias metálicas, sustancias iónicas, Agua, Diamante, Oro, NaCl, NaCl/Agua, Agua/Alcohol.

Tips para elaborar un mapa conceptual:

1. Jerarquizar palabras, es decir, colocar las palabras de la más general a la más específica.
2. Utilizar preposiciones como por ejemplo: de, para, por medio de, para conectar las palabras seleccionadas.
3. La revisar constantemente la secuencia

2. Contesta correctamente:

a. ¿A qué se debe que las sustancias tengan tan distintos puntos de fusión?

---

---

---

b. ¿De qué naturaleza son las fuerzas que mantienen unidas a las partículas que componen las sustancias?

---

---

---

c. ¿A qué se debe que algunas sustancias conduzcan la electricidad en estado sólido y otras no?

---

---

---

d. ¿A qué se debe que unas sustancias se disuelvan en agua y otras no?

---

---

---

e. ¿Por qué existen sustancias, como el NaCl, que no conducen cuando están sólidas y sí lo hacen cuando están disueltas en agua?

---

---

---

f. ¿Será posible que una sustancia no conduzca la electricidad en estado sólido y sí cuando está fundida?  
¿Por qué?

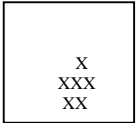
---

---

---

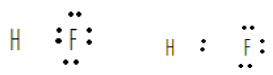
## ANEXO 16. Tablas y graficas.

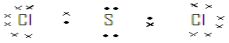
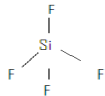

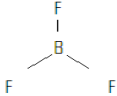
Tabla 1. Ideas previas de los grupos 117 y 517 para el concepto de enlace químico **antes de la unidad didáctica**

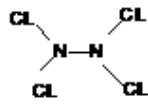
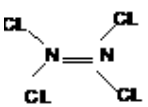
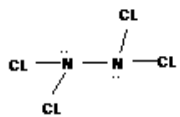
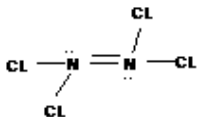
PREGUNTA	% ALUMNOS		Concepciones Alternativas (Ideas previas)
	PRIMER SEMESTRE	QUINTO SEMESTRE	
<p>1. La siguiente figura representa el enlace químico entre átomos de un mismo elemento (X), en este enlace químico consideras que:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>R= No es necesario que los átomos de X adquieran cargas de distinto signo para unirse</b></p>	<p>85,71</p> <p>&lt; 14,29</p> <p>0.00</p>	<p>54,55</p> <p>18,18</p> <p><b>27,27</b></p> <p>0.00</p>	<p>D. Un ión positivo estará enlazado a cualquier ión negativo.</p> <p>B. Los enlaces iónicos ocurren entre moléculas o entre diferentes partes de una gran molécula.</p> <p><b>A. Siempre que átomos se unen fuertemente unos a otros, decimos que hay un enlace químico entre ellos.</b></p> <p>C. Los “enlaces” o “fuerzas” explican cómo se mueven las partículas</p>
<p>2. El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente: el yoduro de plomo (II). ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal?</p> <p><b>R= Forman una red cristalina iónica</b></p>	<p>42,86</p> <p>28,57</p> <p>19,05</p> <p><b>9,52</b></p>	<p>31,89</p> <p>27,27</p> <p>36,36</p> <p><b>4,55</b></p>	<p>C. El resultado de la atracción entre dos iones de cargas opuestas es la neutralización o cancelación de las cargas, lo que produce la formación de una molécula neutra.</p> <p>A. La razón por la que se forma un enlace entre los iones yoduro y los iones potasio es que un electrón ha sido transferido de ellos.</p> <p>D. La causa del enlace iónico es que cada uno de los elementos completará el octeto electrónico.</p> <p><b>B. La fuerza electrostática mantiene unidos a los iones del yodo y el plomo en un compuesto iónico.</b></p>



<p>3. El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (puntilla de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono: ¿Crees que las diferencias entre ambos pueden explicarse por qué, en el grafito, los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y, en el Diamante, los átomos de carbono están unidos por enlace iónico?</p> <p>R= Sí      No</p> <p>(Tacha lo que no corresponda)</p>	<p>57,14</p> <p>23,81</p> <p>0,00</p> <p><b>19,05</b></p>	<p>50,00</p> <p>36,36</p> <p>9,09</p> <p><b>4,55</b></p>	<p>A. Los enlaces covalentes son más débiles que los enlaces iónicos.</p> <p>B. Los compuestos iónicos están formados por moléculas discretas y neutras, y los enlaces al interior de estas moléculas son más fuertes que los enlaces entre las moléculas.</p> <p>C. Los enlaces iónicos y los enlaces metálicos, no son realmente enlaces, como los enlaces covalentes.</p> <p><b>D. Los átomos del diamante están unidos formando una sustancia reticular.</b></p>
<p>4. El agua (H<sub>2</sub>O) y el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) tienen fórmula química similar y estructuras V-shaped. A temperatura ambiente, el agua es un líquido y el sulfuro de hidrógeno un gas. La diferencia de su estado físico es debido a la intensidad con que se presentan las fuerzas intermoleculares entre:</p> <p>(1) Moléculas de H<sub>2</sub>O</p> <p><b>(2) Moléculas de H<sub>2</sub>S</b></p>	<p>38,10</p> <p><b>28,57</b></p> <p>19,05</p> <p>9,523</p>	<p>13,64</p> <p><b>40,91</b></p> <p>31,89</p> <p>13,636</p>	<p>C. La diferencia en la intensidad de las fuerzas intermoleculares es debida a la diferencia de polaridad en las moléculas.</p> <p><b>D. La diferencia de intensidad de las fuerzas intermoleculares se debe a que el agua es una molécula polar, mientras que el H<sub>2</sub>S es una molécula no-polar.</b></p> <p>B. Los enlaces en el H<sub>2</sub>S se rompen fácilmente, mientras que los del agua no.</p> <p>A. La diferencia de intensidad de las fuerzas intermoleculares es debido a la intensidad del enlace covalente de O-H y S-H.</p>
<p>5. La regla del octeto es usada para determinar:</p> <p>(1) Forma de una molécula</p> <p><b>(2) Número de enlaces que forma un átomo</b></p>	<p><b>66,67</b></p> <p>23,81</p>	<p><b>50,00</b></p> <p>13,64</p>	<p><b>A. La regla del octeto establece que un átomo forma enlaces covalentes al compartir electrones para tener 8 electrones en la capa de valencia.</b></p> <p>B. La regla del octeto establece que el número de enlaces formados es igual al número de electrones en la última capa.</p>

	0,00	22,73	C. La regla del octeto establece que la forma de una molécula depende del número de pares de electrones compartidos.
	9,52	13,64	D. La regla del octeto establece que la forma de una molécula se debe a los cuatro pares de electrones localizados en posición tetraédrica.
<p>6. ¿Cuál es la mejor representación para el par de electrones compartidos en la molécula?</p> <p>(1)                      (2)</p> 	52,38	50,00	B. Como el hidrogeno y el fluor forman un enlace covalente el par de electrones debe ser localizado centralmente.
	28,57	31,89	D. El átomo del fluor es mayor que el átomo de hidrógeno y ejerce un mayor control sobre el par de electrones compartidos.
	9,52	9,09	A. Los electrones no-enlazados influyen la posición del enlace sobre el par de electrones compartidos.
	<b>9,52</b>	<b>9,09</b>	<b>C. El fluor tiene una atracción fuerte por el par de electrones compartidos.</b>

<p>7. La molécula del SnCl<sub>2</sub> tiene la forma:</p> <p>(1) V (2) lineal</p>	<p>47,62</p> <p><b>33,333</b></p> <p>14,29</p> <p>4,76</p>	<p>63,64</p> <p><b>13,64</b></p> <p>0,00</p> <p>22,73</p>	<p>C. Los dos enlaces azufre-cloruro son igualmente repelidos hacia una posición lineal como lo muestra la estructura punto electrón del SnCl<sub>2</sub>.</p>  <p><b>A. La forma resulta de la repulsión entre los pares de electrones enlazados y no-enlazados.</b></p> <p>D. La alta electronegatividad del Cloro comparada con la del azufre es el factor que más influye en la forma de la molécula.</p> <p>B. La forma resulta de la repulsión entre los pares de electrones no-enlazados.</p>
<p>8. ¿Cuál de las siguientes moléculas es polar?</p> <p>(1) </p> <p>(2) </p> <p>(3) </p>	<p>42,86</p> <p>33,33</p> <p>19,05</p> <p><b>4,76</b></p>	<p>54,55</p> <p>4,55</p> <p>31,82</p> <p><b>9,09</b></p>	<p>C. Los electrones no-enlazados sobre un átomo en la molécula produce un dipolo y consecuentemente una molécula polar.</p> <p>A. La polaridad de la molécula es debida a la alta electronegatividad del fluor.</p> <p>D. Una gran diferencia en las electronegatividades de los átomos involucrados en el enlace forma una molécula polar.</p> <p><b>B. La molécula no-simétrica contiene varios átomos que son polares</b></p>

<p>9. La sustancia comercial llamada “Vaselina” tiene una textura cremosa, suave y densa. Basándose en esto la “Vaselina” podría ser clasificada en principio como:</p> <p>(1) Una sustancia molecular covalente.</p> <p>(2) Una sustancia covalente en red (covalente continuo)</p>	<p>42,86</p> <p>23,81</p> <p><b>19,05</b></p> <p>14,285</p>	<p>40,91</p> <p>13,64</p> <p><b>31,82</b></p> <p>13,636</p>	<p>B. La alta viscosidad de la sustancia resulta de la red covalente continua.</p> <p>A. La sustancia tiene una estructura en red lineal continua.</p> <p><b>C. Las moléculas de las sustancias experimentan fuerzas intermoleculares débiles y fácilmente se mueven para acomodar los cambios del sólido.</b></p> <p>D. Los enlaces dentro de las moléculas de las sustancia se rompen fácilmente para acomodar los cambios en la forma del sólido.</p>
<p>10. ¿Cuál de las siguientes estructuras representa mejor la molécula del <math>N_2Cl_4</math>?</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>(1)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(2)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>(3)</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(4)</p> </div> </div>	<p>33,33</p> <p>33,33</p> <p>23,809</p> <p>9,523</p>	<p>63,64</p> <p>22,73</p> <p>4,545</p> <p>9,090</p>	<p>A. La electronegatividad del nitrógeno requiere que el doble ó triple enlace siempre este presente.</p> <p><b>C. La estructura se debe a la repulsión entre los 4 pares de electrones (incluyendo pares de enlaces y no- enlaces) sobre el átomo de nitrógeno.</b></p> <p>D. La estructura se debe a la repulsión entre los enlaces de la molécula.</p> <p>B. La estructura se debe a los 5 pares de electrones (incluyendo pares de enlace y no-enlace) sobre el átomo de nitrógeno.</p>

Grafica 1. Ideas previas de los grupos 117 y 517 para el concepto de enlace químico **antes de la unidad didáctica.**

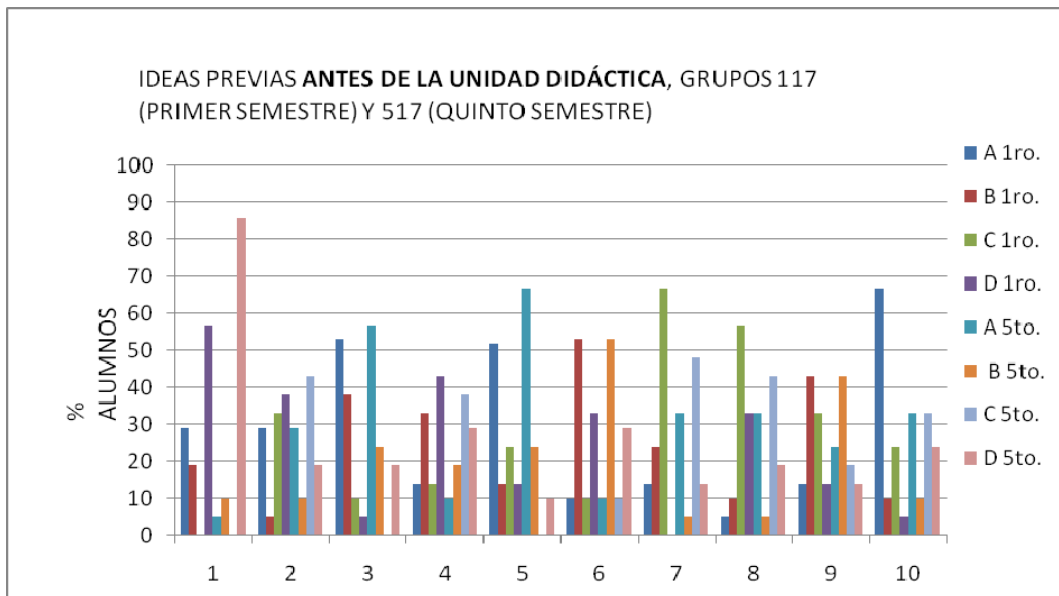
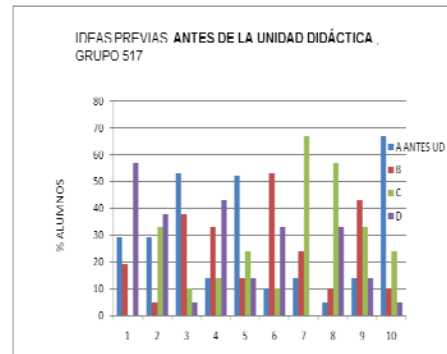
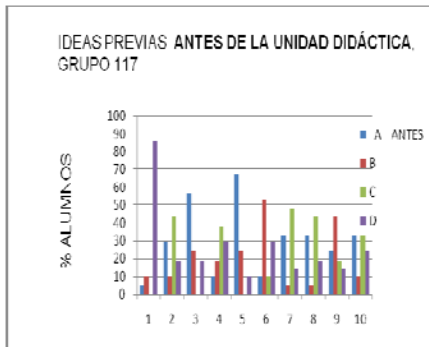
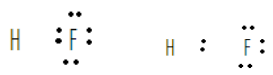


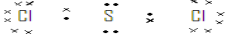


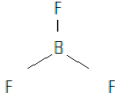
Tabla 2. Ideas previas de los grupos 117 y 517 para el concepto de enlace químico **después de la unidad didáctica.**

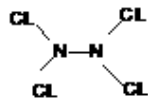
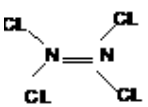
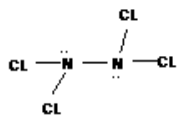
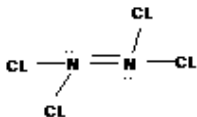
PREGUNTA	% ALUMNOS		Concepciones Alternativas (Ideas previas)
	PRIMER SEMESTRE	QUINTO SEMESTRE	
<p>1. La siguiente figura representa el enlace químico entre átomos de un mismo elemento (X), en este enlace químico consideras que:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>X XXX XX</p> </div> <p><b>R= No es necesario que los átomos de X adquieran cargas de distinto signo para unirse</b></p>	<p>19</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>71</p>	<p>72</p> <p>17</p> <p>0</p> <p>11</p>	<p>D. Un ión positivo estará enlazado a cualquier ión negativo.</p> <p>B. Los enlaces iónicos ocurren entre moléculas o entre diferentes partes de una gran molécula.</p> <p><b>A. Siempre que átomos se unen fuertemente unos a otros, decimos que hay un enlace químico entre ellos.</b></p> <p>C. Los “enlaces” o “fuerzas” explican cómo se mueven las partículas</p>
<p>2. El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente: el yoduro de plomo (II). ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal?</p> <p><b>R= Forman una red cristalina iónica</b></p>	<p>33</p> <p>10</p> <p>10</p> <p>48</p>	<p>33</p> <p>28</p> <p>11</p> <p>33</p>	<p>C. El resultado de la atracción entre dos iones de cargas opuestas es la neutralización o cancelación de las cargas, lo que produce la formación de una molécula neutra.</p> <p>A. La razón por la que se forma un enlace entre los iones yoduro y los iones potasio es que un electrón ha sido transferido de ellos.</p> <p>D. La causa del enlace iónico es que cada uno de los elementos completará el octeto electrónico.</p> <p><b>B. La fuerza electrostática mantiene unidos a los iones del yodo y el plomo en un compuesto iónico.</b></p>

<p>3. El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (puntilla de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono: ¿Crees que las diferencias entre ambos pueden explicarse por qué, en el grafito, los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y, en el Diamante, los átomos de carbono están unidos por enlace iónico?</p> <p>R= Sí      No</p> <p>(Tacha lo que no corresponda)</p>	<p>62</p> <p>14</p> <p>0</p> <p>19</p>	<p>28</p> <p>28</p> <p>11</p> <p>33</p>	<p>A. Los enlaces covalentes son más débiles que los enlaces iónicos.</p> <p>B. Los compuestos iónicos están formados por moléculas discretas y neutras, y los enlaces al interior de estas moléculas son más fuertes que los enlaces entre las moléculas.</p> <p>C. Los enlaces iónicos y los enlaces metálicos, no son realmente enlaces, como los enlaces covalentes.</p> <p><b>D. Los átomos del diamante están unidos formando una sustancia reticular.</b></p>
<p>4. El agua (H<sub>2</sub>O) y el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) tienen fórmula química similar y estructuras V-shaped. A temperatura ambiente, el agua es un líquido y el sulfuro de hidrógeno un gas. La diferencia de su estado físico es debido a la intensidad con que se presentan las fuerzas intermoleculares entre:</p> <p>(1) Moléculas de H<sub>2</sub>O</p> <p><b>(2) Moléculas de H<sub>2</sub>S</b></p>	<p>5</p> <p>14</p> <p>33</p> <p>48</p>	<p>6</p> <p>44</p> <p>17</p> <p>22</p>	<p>C. La diferencia en la intensidad de las fuerzas intermoleculares es debida a la diferencia de polaridad en las moléculas.</p> <p><b>D. La diferencia de intensidad de las fuerzas intermoleculares se debe a que el agua es una molécula polar, mientras que el H<sub>2</sub>S es una molécula no-polar.</b></p> <p>B. Los enlaces en el H<sub>2</sub>S se rompen fácilmente, mientras que los del agua no.</p> <p>A. La diferencia de intensidad de las fuerzas intermoleculares es debido a la intensidad del enlace covalente de O-H y S-H.</p>
<p>5. La regla del octeto es usada para determinar:</p> <p>(1) Forma de una molécula</p> <p><b>(2) Número de enlaces que forma un átomo</b></p>	<p>62</p> <p>29</p>	<p>6</p> <p>17</p>	<p><b>A. La regla del octeto establece que un átomo forma enlaces covalentes al compartir electrones para tener 8 electrones en la capa de valencia.</b></p> <p>B. La regla del octeto establece que el número de enlaces formados es igual al número de electrones en la</p>

	5	22	última capa. C. La regla del octeto establece que la forma de una molécula depende del número de pares de electrones compartidos.
	10	6	D. La regla del octeto establece que la forma de una molécula se debe a los cuatro pares de electrones localizados en posición tetraédrica.
<p>6. ¿Cuál es la mejor representación para el par de electrones compartidos en la molécula?</p> <p>(1)                      (2)</p> <p>  </p>	0	6	B. Como el hidrogeno y el fluor forman un enlace covalente el par de electrones debe ser localizado centralmente.
	57	67	D. El átomo del fluor es mayor que el átomo de hidrógeno y ejerce un mayor control sobre el par de electrones compartidos.
	19	11	A. Los electrones no-enlazados influncian la posición del enlace sobre el par de electrones compartidos.
	24	17	<b>C. El fluor tiene una atracción fuerte por el par de electrones compartidos.</b>



<p>7. La molécula del <math>\text{SnCl}_2</math> tiene la forma:</p> <p>(1) V (2) lineal</p>	<p>19</p> <p>5</p> <p>67</p> <p>10</p>	<p>6</p> <p>0</p> <p>89</p> <p>6</p>	<p>C. Los dos enlaces azufre-cloruro son igualmente repelidos hacia una posición lineal como lo muestra la estructura punto electrón del <math>\text{SnCl}_2</math>.</p>  <p>A. La forma resulta de la repulsión entre los pares de electrones enlazados y no-enlazados.</p> <p>D. La alta electronegatividad del Cloro comparada con la del azufre es el factor que más influye en la forma de la molécula.</p> <p>B. La forma resulta de la repulsión entre los pares de electrones no-enlazados.</p>
<p>8. ¿Cuál de las siguientes moléculas es polar?</p> <p>(1)</p>  <p>(2)</p>  <p>(3)</p> 	<p>33</p> <p>5</p> <p>38</p> <p>24</p>	<p>22</p> <p>11</p> <p>56</p> <p>6</p>	<p>C. Los electrones no-enlazados sobre un átomo en la molécula produce un dipolo y consecuentemente una molécula polar.</p> <p>A. La polaridad de la molécula es debida a la alta electronegatividad del fluor.</p> <p>D. Una gran diferencia en las electronegatividades de los átomos involucrados en el enlace forma una molécula polar.</p> <p><b>B. La molécula no-simétrica contiene varios átomos que son polares</b></p>

<p>9. La sustancia comercial llamada “Vaselina” tiene una textura cremosa, suave y densa. Basándose en esto la “Vaselina” podría ser clasificada en principio como:</p> <p>(1) Una sustancia molecular covalente.</p> <p>(2) Una sustancia covalente en red (covalente continuo)</p>	<p>10</p> <p>24</p> <p>24</p> <p>33</p>	<p>11</p> <p>67</p> <p>17</p> <p>6</p>	<p>B. La alta viscosidad de la sustancia resulta de la red covalente continua.</p> <p>A. La sustancia tiene una estructura en red lineal continua.</p> <p><b>C. Las moléculas de las sustancias experimentan fuerzas intermoleculares débiles y fácilmente se mueven para acomodar los cambios del sólido.</b></p> <p>D. Los enlaces dentro de las moléculas de las sustancia se rompen fácilmente para acomodar los cambios en la forma del sólido.</p>
<p>10. ¿Cuál de las siguientes estructuras representa mejor la molécula del <math>N_2Cl_4</math>?</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  <div style="margin-left: 10px;">(1)</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  <div style="margin-left: 10px;">(2)</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  <div style="margin-left: 10px;">(3)</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">(4)</div> </div> </div>	<p>43</p> <p>19</p> <p>24</p> <p>14</p>	<p>28</p> <p>11</p> <p>56</p> <p>6</p>	<p>A. La electronegatividad del nitrógeno requiere que el doble ó triple enlace siempre este presente.</p> <p><b>C. La estructura se debe a la repulsión entre los 4 pares de electrones (incluyendo pares de enlaces y no- enlaces) sobre el átomo de nitrógeno.</b></p> <p>D. La estructura se debe a la repulsión entre los enlaces de la molécula.</p> <p>B. La estructura se debe a los 5 pares de electrones (incluyendo pares de enlace y no-enlace) sobre el átomo de nitrógeno.</p>

Grafica 2. Ideas previas de los grupos 117 y 517 para el concepto de enlace químico **después de la unidad didáctica.**

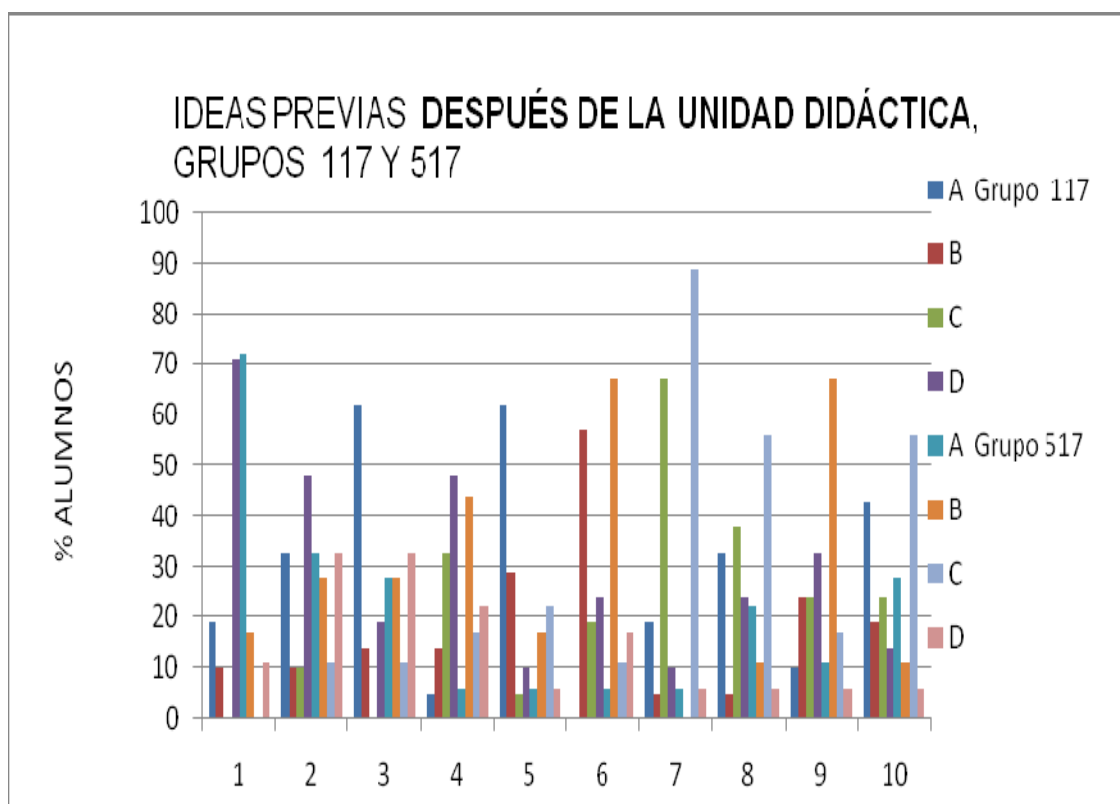
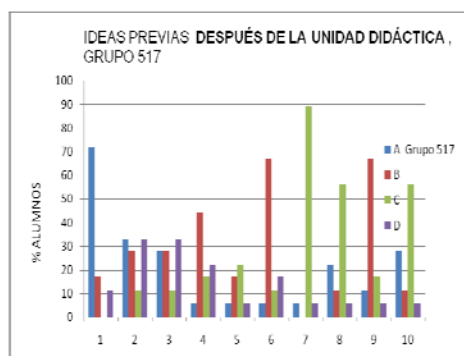
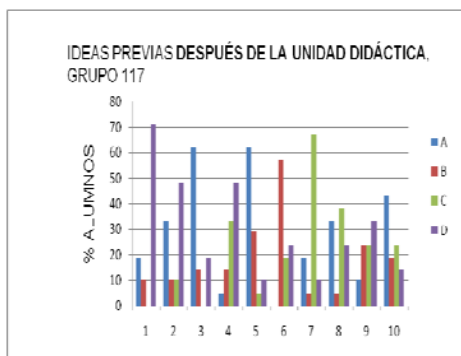


Tabla 3. Ideas previas de los alumnos en el grupo 117 (primer semestre), antes de la unidad didáctica.

PREGUNTA	grupo 117 A	B	C	D
1				
2				
3				5
4				5
5	57			
6				
7	19			
8				
9				14
10				

Grafica 3. Ideas previas de los alumnos en el grupo 117 (primer semestre), antes de la unidad didáctica.

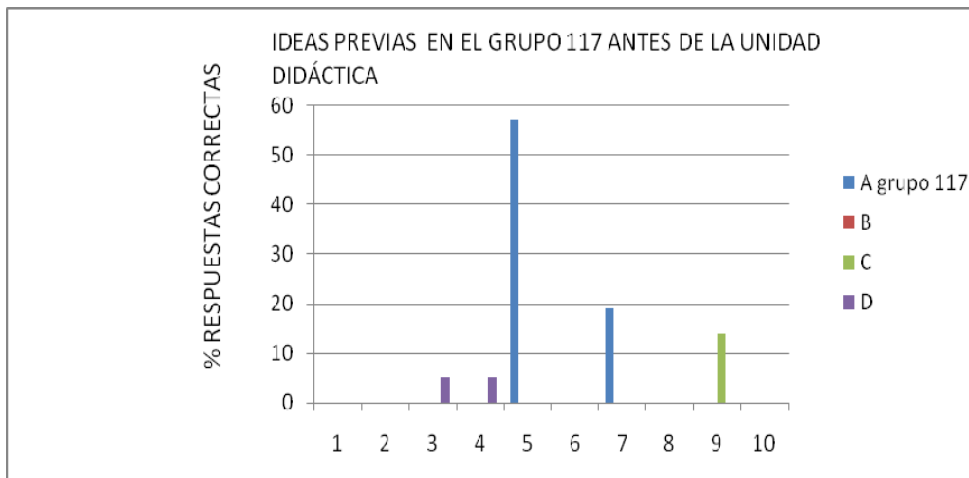


Tabla 4. Ideas previas de los alumnos en el grupo 117 (primer semestre), **después de la unidad didáctica.**

Preguntas	A	B	C	D
1	10			
2				
3				19
4				
5	62			
6			5	
7	5			
8				
9			24	
10				

Grafica 4. Ideas previas de los alumnos en el grupo 117 (primer semestre), **después de la unidad didáctica.**

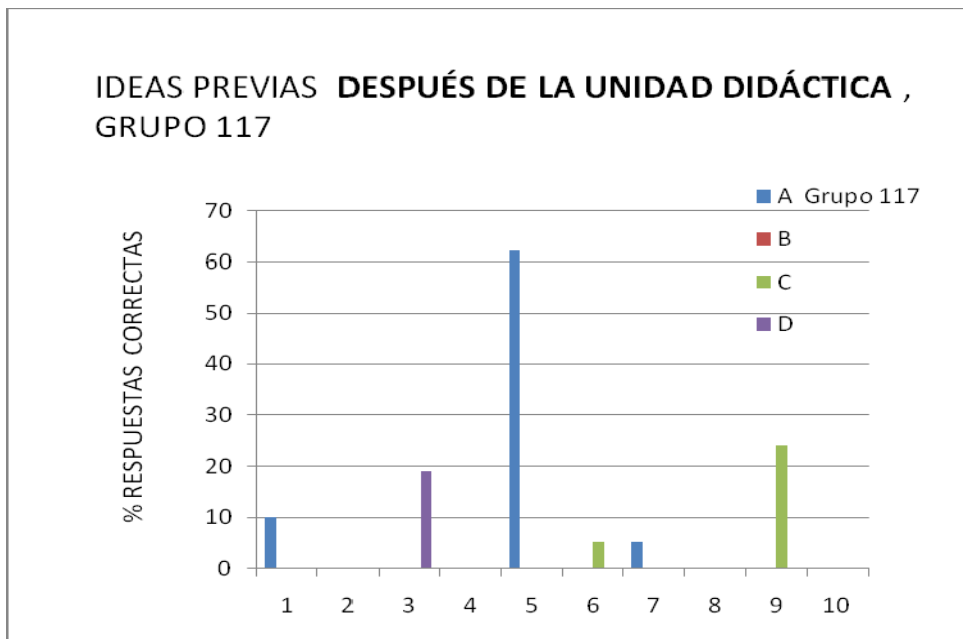


Tabla 5. Ideas previas de los alumnos en el grupo 517 (quinto semestre),  
**antes de la unidad didáctica.**

PREGUNTA	A	B	C	D
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	32
5	41	0	0	0
6	0	9	0	0
7	9	0	0	0
8	0	9	0	0
9	0	0	27	0
10	0	0	0	0

Gráfica 5. Ideas previas de los alumnos en el grupo 517 (quinto semestre),  
**antes de la unidad didáctica.**

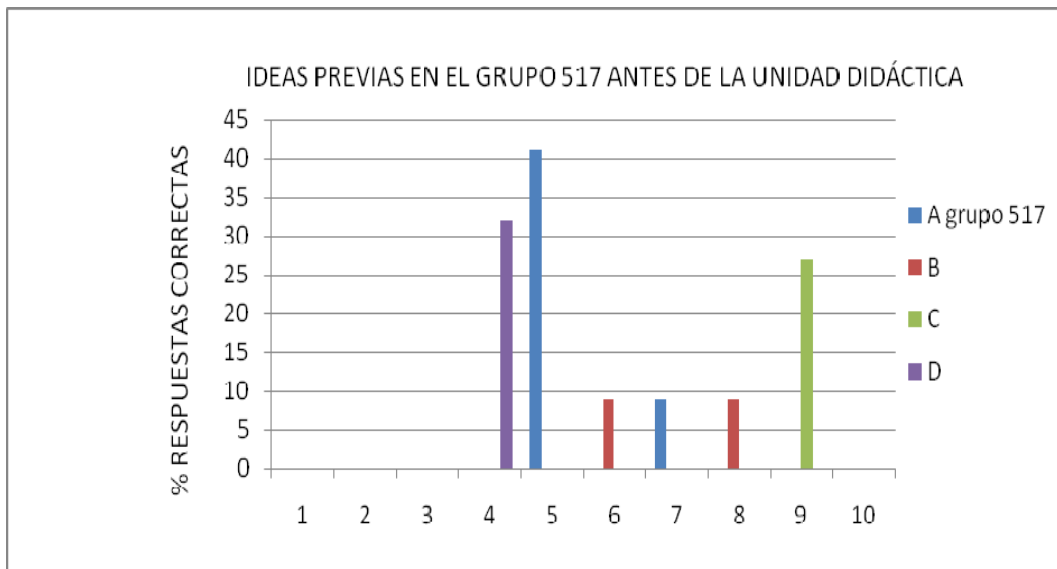


Tabla 6. Ideas previas de los alumnos en el grupo 517 (quinto semestre), **después de la unidad didáctica.**

PREGUNTAS	A	B	C	D
1	22	0	0	0
2	0	11	0	0
3	0	0	0	28
4	0	0	0	6
5	33	0	0	0
6	0	0	6	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	11	0
10	0	0	6	0

Grafica 6. Ideas previas de los alumnos en el grupo 517 (quinto semestre), **después de la unidad didáctica.**

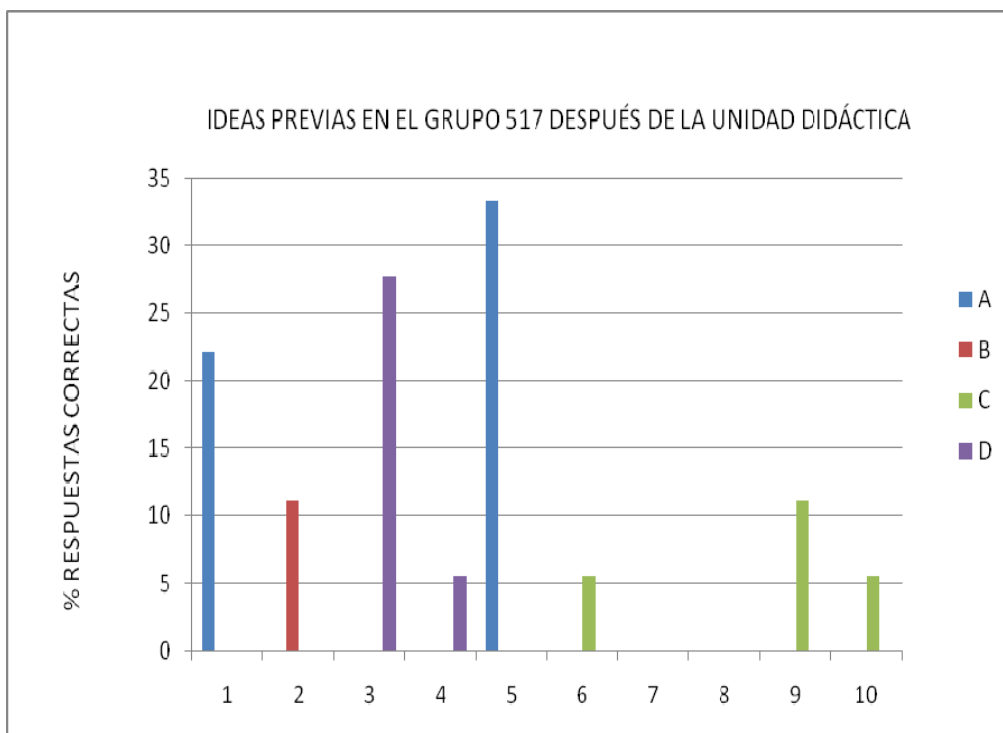


Tabla 7. Ideas previas de los alumnos en los grupos 117 y 517, **antes de la unidad didáctica.**

PREGUNTA	grupo 117				grupo 517			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	5	0	0	0	0
4	0	0	0	5	0	0	0	32
5	57	0	0	0	41	0	0	0
6	0	0	0	0	0	9	0	0
7	19	0	0	0	9	0	0	0
8	0	0	0	0	0	9	0	0
9	0	0	14	0	0	0	27	0
10	0	5	0	0	0	0	0	0

Grafica 7. Ideas previas de los alumnos en los grupos 117 y 517, **antes de la unidad didáctica.**

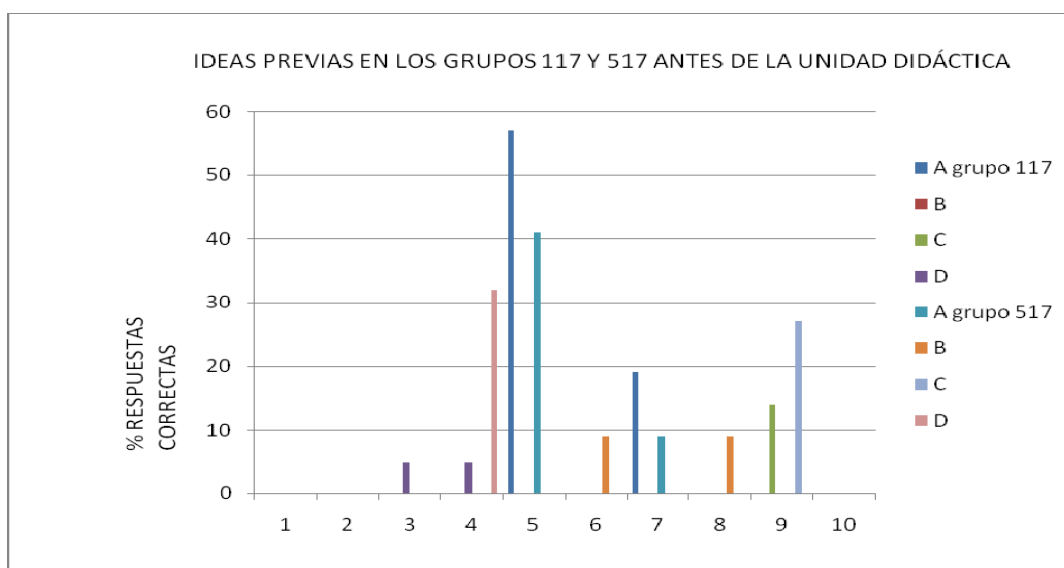






Tabla 9. Ideas previas para el concepto de enlace químico en el grupo 117 antes y después de la unidad didáctica.

Preguntas	ANTES				DESPUÉS			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	5	10	0	86	19	10		71
2	29	10	43	19	33	10	10	48
3	57	24	0	19	62	14		19
4	10	19	38	29	5	14	33	48
5	67	24	0	10	62	29	5	10
6	10	53	10	29		57	19	24
7	33	5	48	14	19	5	67	10
8	33	5	43	19	33	5	38	24
9	24	43	19	14	10	24	24	33
10	33	10	33	24	43	19	24	14

Grafica 9. Ideas previas para el concepto de enlace químico en el grupo 117 antes y después de la unidad didáctica.

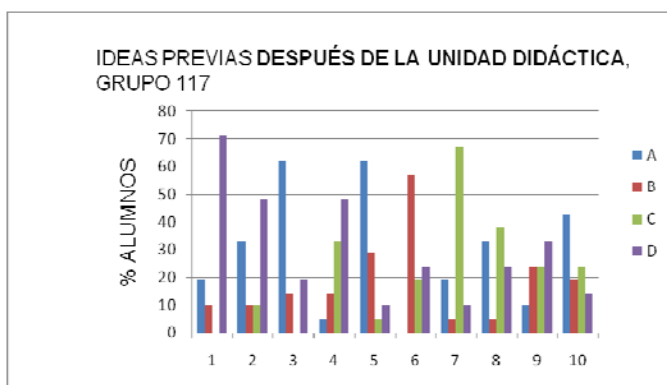
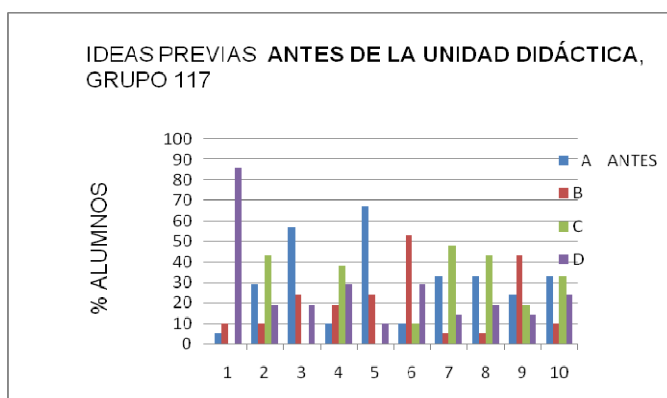
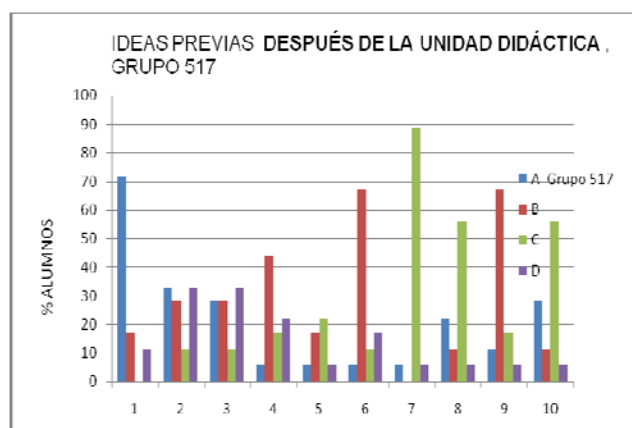
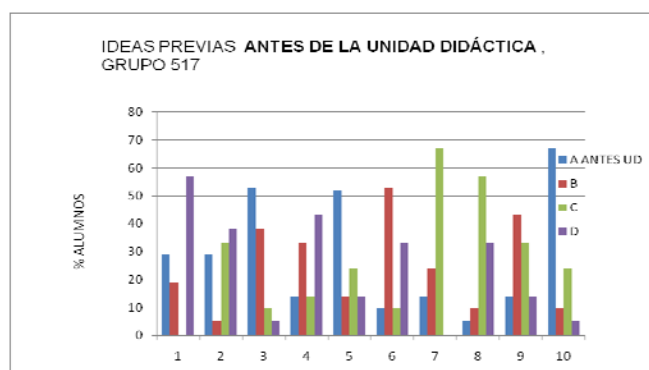


Tabla 10. Ideas previas para el concepto de enlace químico en el grupo 517 antes y después de la unidad didáctica.

PREGUNTA	ANTES				DESPUÉS			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	29	19	0	57	72	17	0	11
2	29	5	33	38	33	28	11	33
3	53	38	10	5	28	28	11	33
4	14	33	14	43	6	44	17	22
5	52	14	24	14	6	17	22	6
6	10	53	10	33	6	67	11	17
7	14	24	67	0	6	0	89	6
8	5	10	57	33	22	11	56	6
9	14	43	33	14	11	67	17	6
10	67	10	24	5	28	11	56	6

Grafica 10. Ideas previas para el concepto de enlace químico en el grupo 517 antes y después de la unidad didáctica.



**ANEXO 17. Materiales elaborados por los alumnos.**

EXAMEN SOBRE ENLACE QUÍMICO- RR

Nombre del alumno: Jimenez Rego Jorge Luis  
 Grupo: 117  
 Edad: 15

Preguntas.

- |     |                            |              |                            |
|-----|----------------------------|--------------|----------------------------|
| 1.  | <input type="checkbox"/> 3 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B |
| 2.  | <input type="checkbox"/> 4 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> C |
| 3.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B |
| 4.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> C |
| 5.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B |
| 6.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A |
| 7.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A |
| 8.  | <input type="checkbox"/> 3 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> C |
| 9.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> C |
| 10. | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A |



GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN

Grupo: 1/7A  
Alumno: Jimenez Reyes Jorge Luis

¿QUÉ APRENDÍ?

1. Elabora un mapa conceptual para el concepto de enlace químico, seleccionando 10 de las siguientes palabras: Enlace químico, Interacciones dipolares, Ion-dipolo, dipolo-dipolo, Interacciones eléctricas, partículas químicas, partículas vecinas, núcleo electrónicas, Enlace covalente, enlace metálico, enlace iónico, Ion-Ion,  $2e^- / 2$  núcleos ( $e^-$  localizados),  $n e^- / n$  núcleos ( $e^-$  deslocalizados), sustancias moleculares, sustancias reticulares, sustancias metálicas, sustancias iónicas, Agua, Diamante, Oro, NaCl, NaCl/Agua, Agua/Alcohol

Enlace Químico

Interacciones dipolares

Interacciones eléctricas

que son  
dipolo - dipolo

que son  
Ion - dipolo

Se podían caracterizar por formar

Enlace Covalente

Enlace Metálico

Enlace Iónico

Sustancias reticulares

que a su vez forman  
sustancias metálicas

sustancias iónicas.

Tips para elaborar un mapa conceptual:

1. Jerarquizar palabras, es decir, colocar las palabras de la más general a la más específica.
2. Utilizar preposiciones como por ejemplo: de, para, por medio de, para conectar las palabras seleccionadas.
3. La revisar constantemente la secuencia lógica del mapa conceptual

2. Contesta correctamente:

a. ¿A qué se debe que las sustancias tengan tan distintos puntos de fusión?

Por la distinta forma en que están formadas.

b. ¿A qué se deben las fuerzas que mantiene unidas a las partículas que componen las sustancias?

A las fuerzas de atracción o repulsión.

c. ¿A qué se debe que algunas sustancias conduzcan la electricidad en estado sólido y otras no?

Por el alto grado de moléculas eléctricas.

d. ¿A qué se debe que unas sustancias se disuelvan en agua y otras no?

Por la forma en que están formadas.

e. ¿Por qué existen sustancias, como el NaCl, que no conducen cuando están sólidas y sí lo hacen cuando están disueltas en agua?

Por el conjunto que hace con el agua, los hace más conductores.

f. ¿Será posible que una sustancia no conduzca la electricidad en estado sólido y sí cuando está fundida?  
¿Por qué?

Por la descomposición de sus moléculas.

#### HORIZONTALES

1. Interacciones núcleo-electrónicas dentro de las partículas.
3. Electrones de la capa más externa de un átomo.
5. Medida de qué tan equitativamente se comparten los electrones entre los átomos que forman un enlace químico.
7. Agua, ejemplo de sustancias...
9. Fuerzas de atracción que existen entre moléculas covalentes polares.
11. Partículas químicas cargadas.
13. Núcleos positivos y electrones negativos
15. Enlace formado por un par de electrones compartidos.
17. Dos o más átomos unidos por enlaces covalentes; la unidad fundamental más pequeña de una sustancia molecular.
19. Oro, ejemplo de sustancias....
21. Enlace en el que los electrones de enlace tienen relativa libertad para moverse por toda la estructura tridimensional.
23. Diamante, ejemplo de sustancias...
25. La porción con carga positiva de un átomo; es muy pequeña y densa y está constituida por protones y neutrones.
27. Representación de dos cargas iguales pero de signo opuesto separadas por una cierta distancia.

#### VERTICALES

1. Fuerzas de atracción a corta distancia que operan entre las partículas que constituyen las unidades de una sustancia líquida o sólida. Estas mismas fuerzas hacen que los gases se licuen o solidifiquen a temperaturas bajas y presiones altas.
2. Cloruro de sodio, ejemplo de sustancias...
4. Fuerza de atracción que mantiene unidos los átomos de los compuestos.
6. Enlace químico que se forma entre partículas de cargas opuestas
8. Partícula química mononuclear neutra

#### Bibliografía sugerida para consulta:

- a) Hill W. John and Kolb K. Doris, Química para el nuevo milenio, 8ª. Edición, PRENTICE HALL, México, 1999.
- b) Brown L. Theodore et al., Química. La ciencia central, 9ª. Edición, PEARSON Educación, México, 2004.





Grupo: 117a.

Alumnos: MURO LEZAMA ANABEL  
NIEVES CORONAS CESAR ALAN  
CRUZ FLORES YOSIMAR  
JUSTO GONZALEZ ALEJANDRO  
JIMENEZ REYES JORGE LUIS

**¿LO QUÉ SABEMOS?**

Contesta adecuadamente las siguientes preguntas:

I. Cuando escuchamos hablar sobre "Enlace Químico" nosotros:

a) Detestamos:

HACER OPERACIONES Y LA DIFICULTAD DE LA  
"NOMENCLATURA."

b) Nada nos gustaría más:

ENTERDER LO QUE SE NOS HACE COMPLICADO.

c) Nos gusta:

ENTENDER LA FORMACIÓN DE CADA ENLACE Y LOS  
ELEMENTOS DE LA TABLA PERIÓDICA.

d) Necesitamos:

QUE NOS EXPLIQUEN MÁS DETALLE PARA  
COMPRENDER EL TEMA.

e) Deseamos:

CONQUISTAR LA MATERIA Y EL MUNDO QUÍMICO

f) Algo que hacemos bien:

"PARTICIPAR EN LAS CLASES" Y PONER  
ATENCIÓN.

II. En química se describen las sustancias desde tres puntos de vista : macroscópico, microscópico o atómico y simbólico. Describan mediante un dibujo (a detalle) el enlace químico desde esas tres perspectivas para las siguientes sustancias:  
Agua, Diamante, Oro, NaCl, NaCl/Agua y Agua/Alcohol.

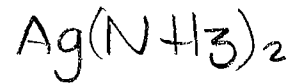
MACROSCOPICO

MICROSCOPICO

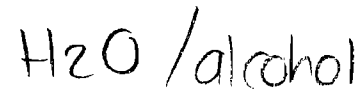
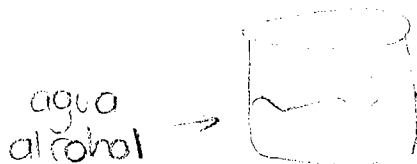
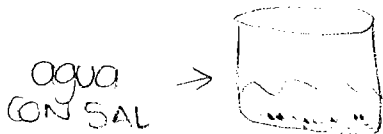
✓  
SIMBOLICO

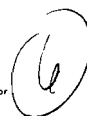


?



(ORO) (A)



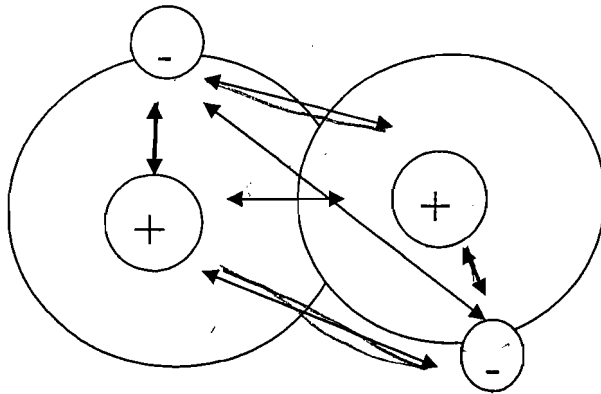


III. Lee las siguientes afirmaciones y señala con V las verdaderas y con F las falsas.

1. El enlace químico, en el sentido de fuerzas que mantiene unidos a átomos o grupos de átomos; hace referencia a distintas fuerzas, destacándose las atracciones electrostáticas y no electrostáticas. ( V ) ✓
2. Los enlaces iónicos y covalentes constituyen casos extremos del enlace, pudiendo existir en el enlace cierto carácter iónico y cierto carácter covalente. ( V ) ✓
3. Al formarse un enlace químico se alcanza un estado de menor energía, siendo menos estable que los átomos separados. ( F ) ✓
4. Al formarse un enlace químico los átomos tienden a adquirir una configuración más estable. ( V ) ✓
5. Los enlaces electrovalente y covalente explican la formación de los compuestos y el enlace metálico; el enlace puente de hidrógeno y las fuerzas de Van der Waals explican los estados de la materia y cambios de estado. ( V ) ✓
6. Cuando ocurre un cambio químico se forma un enlace químico y el compuesto resultante es diferente a los átomos que lo han formado. ( F ) ?
7. El enlace químico puede entenderse como la fuerza de atracción que mantiene unidos a los átomos. ( V ) ✓
8. El enlace químico se produce por interacciones electrostáticas entre los iones, en cambio el enlace covalente se produce al compartir electrones entre dos átomos unidos. ( F ) ?
9. Las fuerzas atracción que mantiene unidos a los iones en las redes son fuerzas electrostáticas fuertes que predominan sobre las fuerzas de repulsión. ( F ) ?
10. Las fuerzas que mantienen unidos a los átomos en los enlaces covalentes también son de tipo eléctrico o culómbicas, aunque más débiles que en los compuestos iónicos. ? ( F )

6/10

IV. En el diagrama de unión de dos átomos, indica con números cuáles flechas representan fuerzas de atracción y cuales de repulsión.



10

Fuerzas de atracción: 4

Fuerzas de repulsión: 2

6/6

8.8

NOMBRE DEL ALUMNO:

Alejandro Justo Gonzalez

GRUPO: 117 A<sup>c</sup>



21/24

¡PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD!

Instrucciones: A continuación aparecen cuatro imágenes de importantes científicos; Más abajo, numerados y encerrados en recuadros, hay 12 enunciados

Escribe en el paréntesis el número que correspondan.

<p>Dalton ( ) ( ) ( ) ( ) 1/10/15/25</p>	<p>Berzelius ( ) ( ) ( ) ( ) 3/9/13/22</p>	<p>Coulomb ( ) ( ) ( ) ( ) 5/18/17/20</p>	<p>Lewis ( ) ( ) ( ) ( ) 2/7/16/19</p>	<p>Pauling ( ) ( ) ( ) ( ) 4/14/18/24</p>
<p>1 (1766-1844) Comenzó a dar clases a la edad de 12 años, convirtiéndose en profesor de matemáticas y química en la ciudad de Manchester.</p>	<p>2. (1875-1946) Estudió en las universidades de Nebraska, Lincoln y Harvard, en Estados Unidos, y después en Leipzig y Gotinga.</p>	<p>3. (1779-1848) Inventor Sueco del sistema moderno de símbolos y fórmulas en química.</p>	<p>4. (1900-1994) Tal vez uno de los 20 científicos más grandes de todos los tiempos: obtuvo el premio nobel de química en 1954, doce años después recibiera el de la Paz por su insistencia en evitar las explosiones de armas nucleares a cielo abierto.</p>	<p>6. En 1949 recibió su grado de Doctorado en Física y en 1957 su grado de Doctorado en Ciencias en la Universidad de Londres, acualmente es profesor emérito de la Universidad de McMaster, Hamilton, Ontario, Canada.</p>
<p>7. Fue maestro de fisicoquímica en la Universidad de California, en Berkeley, donde propuso su modelo del átomo cubico.</p>	<p>8. Los estudios cuantitativos de las fuerzas eléctricas y las fuerzas magnéticas fueron realizados por este investigador.</p>	<p>9. A. publicado cerca de 370 artículos en el Journal of the American Chemical Society, Inorganic Chemistry, the Canadian Journal of Chemistry, the Journal of the Chemical Society, the Journal of Chemical Education y otras.</p>	<p>10. Los compuestos químicos se forman de la combinación de átomos de dos o más elementos, en un átomo compuesto (lo que llamamos moléculas).</p>	<p>12. Los átomos de los diversos elementos eran considerados por él como dipolos eléctricos, con una carga predominantemente positiva o negativa, excepción hecha del hidrógeno, ya que era neutro.</p>
<p>13. Las investigaciones de este científico se han realizado principalmente dentro del campo de la Geometría Molecular, desatacándose sus aportaciones con el modelo de repulsión de pares electrónicos en la capa de valencia (RPECV).</p>	<p>14. Propuso distinguir los compuestos químicos orgánicos, de los compuestos inorgánicos, los cuales están gobernados por las leyes físicas y químicas de la naturaleza no viviente.</p>	<p>15. La materia se compone de partículas, muy pequeñas para ser vistas, llamadas átomos</p>	<p>16. Postulado en el modelo del átomo cúbico: En una combinación química, el átomo tiende a poseer un número par de electrones en la capa externa (de valencia) y, particularmente, ocho de ellos, los cuales se arreglan simétricamente en los vértices de un cubo</p>	<p>17. Influído por los trabajos del inglés Joseph Priestley (ley de Priestley) sobre la repulsión entre cargas eléctricas del mismo signo, desarrolló un aparato de medición de las fuerzas eléctricas involucradas en la ley de Priestley, y publicó sus resultados entre 1785 y 1789.</p>
<p>19. Postulado en el modelo del átomo cubico. Los electrones pueden moverse con cierta facilidad de una posición a otra en la capa de valencia, dura: e un cambio químico, los electrones en esta capa pueden variar entre cero y ocho</p>	<p>20. Este investigador encontró que en un sistema con cargas eléctricas, las fuerzas de atracción (entre cargas opuestas) y repulsión (entre cargas de igual signo) son proporcionales al producto de sus cargas y a la inversa del cuadrado de la distancia que las separa.</p>	<p>21. Modelo RPECV "los electrones alrededor del átomo central están apareados (con espines opuestos). Los pares adquieren en el espacio una posición tal que cada uno de esté lo más alejado posible de los demás, pues de esta forma los electrones del mismo espín quedan a distancias, de acuerdo al principio de exclusión"</p>	<p>22. Descubrió los elementos censo (Ce), torio (Th), selenio (Se) y silicio (Si).</p>	<p>24. Su libro <i>La vitamina C y el resfriado común</i> se convirtió en un "best-seller", este científico estaba convencido de que la ingestión de grandes dosis de vitamina C ayudarían a eliminar pequeñas moléculas y posiblemente a curar el cáncer.</p>

EXAMEN SOBRE ENLACE QUÍMICO- RR

Nombre del alumno: Jiménez Reyes Jago Luis  
 Grupo: 1179  
 Edad: 15

Preguntas.

- |     |                            |              |                            |
|-----|----------------------------|--------------|----------------------------|
| 1.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B |
| 2.  | <input type="checkbox"/> 4 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A |
| 3.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B |
| 4.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> C |
| 5.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A |
| 6.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> D |
| 7.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> D |
| 8.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> D |
| 9.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> C |
| 10. | <input type="checkbox"/> 4 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A |



GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN

EXAMEN SOBRE ENLACE QUÍMICO- RR

Nombre del alumno: Guerrero Fernández Maricruz  
 Grupo: 517  
 Edad: 17

Preguntas.

- |     |                            |              |                              |
|-----|----------------------------|--------------|------------------------------|
| 1.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A   |
| 2.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A   |
| 3.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B   |
| 4.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A   |
| 5.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A ✓ |
| 6.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> C ✓ |
| 7.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> C   |
| 8.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> D ✓ |
| 9.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B   |
| 10. | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A   |



GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN



8 - Noviembre - 2007

sustancia	NaCl	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	C
punto de fusión	Alta	No tiene	Alta
conduce electricidad	Si	No	No
tipo de enlace químico	Iónico	Molecular	covalente Reticular

\*Cruz Hernández Pamela Lizbeth

\*Escalera Clavel César Yahir

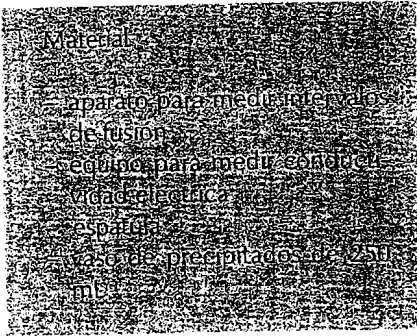
Grupo . 517

\*Hernández Victoria Levy Edgar

\*Méndez Varela Itzia Elizabeth

# Laboratorio 2.1

*Handwritten signature*



## Problema

Clasifica las siguientes sustancias:

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| Ácido acetilsalicílico (aspirina), $C_9H_8O_4$ | Carbonato de calcio, $CaCO_3$ |
| Agua, $H_2O$                                   | Óxido de silicio, $SiO_2$     |
| Azufre, $S_8$                                  | Cobre, $Cu$                   |
| Sacarosa (azúcar), $C_{12}H_{22}O_{11}$        | Cloruro de sodio, $NaCl$      |
| Etanol, $C_2H_6O$                              | Hexano, $C_6H_{14}$           |
| Hierro, $Fe$                                   | Grafito, $C$                  |

Zambrano Callejas Teresa  
 Díaz Ramírez Marisol  
 Santander Zoñiga M.

Fernanda  
 Onofre Camargo Yianey *Procedimiento*

Zarahy  
 517  
 Equipo 1

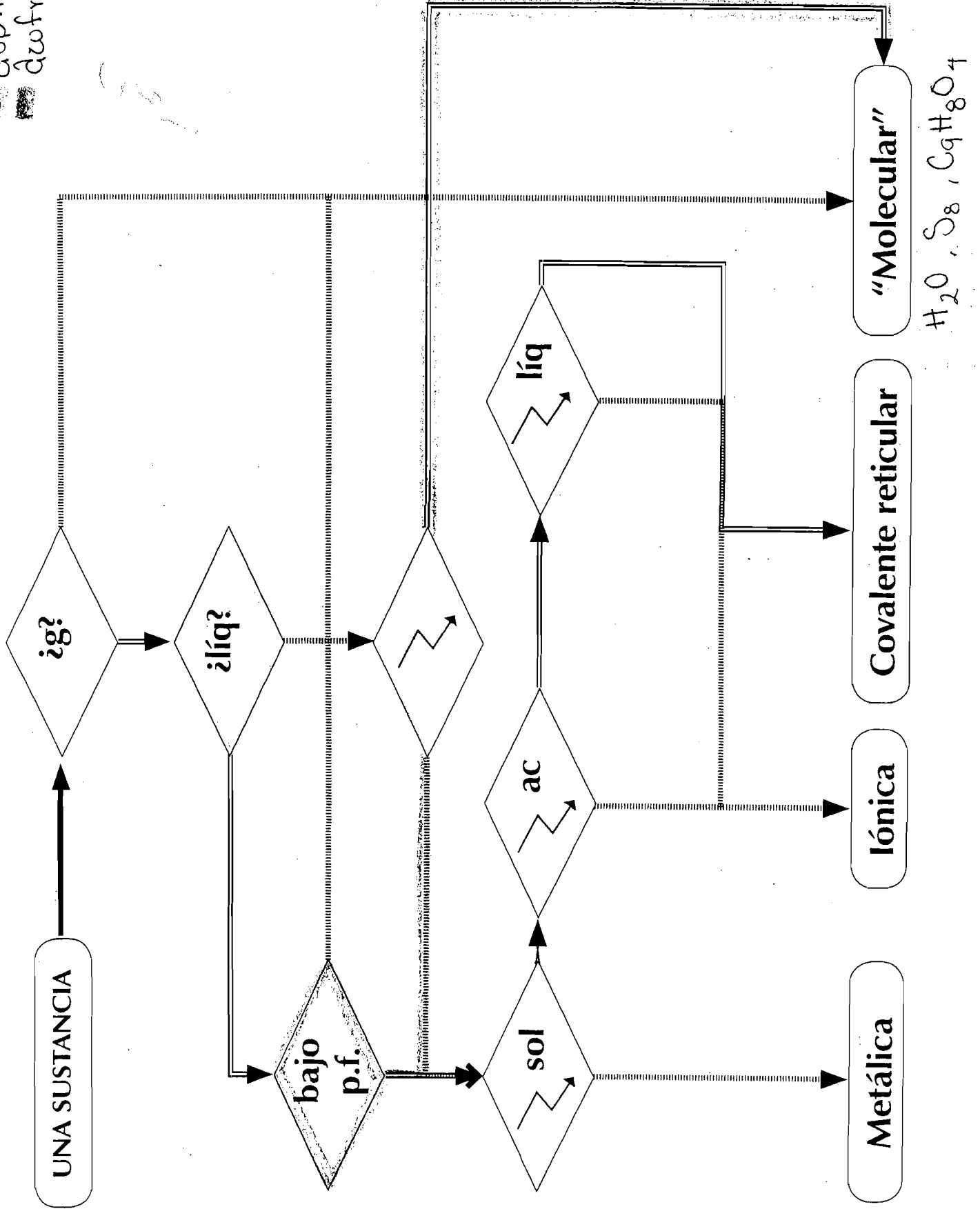
- Determinen la conductividad eléctrica de cada sustancia y su intervalo de fusión.
- Utilicen el diagrama de flujo de la página siguiente para clasificar las sustancias mencionadas.

CODIGO PARA EL DIAGRAMA DE FLUJO		
	significa	Sí.
	significa	No.
¿g?	significa	¿Es gaseoso?
¿líq?	significa	¿Es líquido?
¿sól?	significa	¿Es sólido?
<del>¿sól?</del>	significa	¿Conduce la electricidad?
sól	significa	¿Conduce la electricidad en estado sólido?
Ac	significa	¿Conduce la electricidad en disolución acuosa?
sol	significa	¿Conduce la electricidad en estado líquido?
bajo p. f.	significa	¿Tiene alto punto de fusión (mayor a 400 °C)?

## Análisis

- ¿Qué sustancias fueron difíciles de clasificar?
- Intenten explicar el comportamiento de dichas sustancias en función del tetraedro de las categorías ideales.

dgof  
dspimnq  
dzofre



NOMBRE DEL ALUMNO:

García Mejía Silvia

GRUPO: 511

UNAM  
POSGRADO

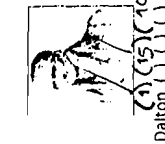


para la Educación "Vuelvo Supleno"

¡PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD!

Instrucciones: A continuación aparecen cuatro imágenes de importantes científicos; Más abajo, numerados y encerrados en recuadros, hay 12 enunciados

Escribe en le paréntesis el número que correspondan.



(1) (5) (10) (19) (16)  
Dalton (1)(1)(1)(1)



(3) (22) (23) (14)  
Berzelius (1)(1)(1)(1)



(5) (20) (3) (17)  
Coulomb (1)(1)(1)(1)



(2) (7) (13) (12)  
Lewis (1)(1)(1)(1)



(6) (9)  
Gillespie R. J. (1)(1)(1)(1)



(4) (18) (24) (25) (10) (11)  
Pauling (1)(1)(1)(1)

<p>1. (1766-1844) Comenzó a dar clases a la edad de 12 años, convirtiéndose en profesor de matemáticas y química en la ciudad de Manchester.</p>	<p>2. (1875-1946) Estudió en las universidades de Nebraska, Lincoln y Harvard, en Estados Unidos, y después en Leipzig y Götting.</p>	<p>3. (1779-1848) Inventor. Sueco del sistema moderno de símbolos y fórmulas en química.</p>	<p>4. (1900-1994) Tal vez uno de los 20 científicos más grandes de todos los tiempos, obtuvo el premio nobel de química en 1954, doce años después recibiría el de la Paz por su insistencia en evitar las exposiciones de armas nucleares a cielo abierto.</p>	<p>5. Físico francés que nació en Angoulême, Charente, en el año de 1736; murió en París el 23 de agosto de 1806. En 1777 inventó la balanza de torsión descubriendo con ella la ley que actualmente lleva su nombre.</p>	<p>6. En 1949 recibió su grado de Doctorado en Física y en 1957 su grado de Doctorado en Ciencias en la Universidad de Londres, actualmente es profesor emérito de la Universidad de McMaster, Hamilton, Ontario, Canadá.</p>
<p>7. Fue maestro de fisicoquímica en la Universidad de California, en Berkeley, donde propuso su modelo del átomo cuántico.</p>	<p>8. Los estudios cuantitativos de las fuerzas eléctricas y las fuerzas magnéticas fueron realizados por ese investigador.</p>	<p>9. A publicado cerca de 370 artículos en el Journal of the American Chemical Society, Inorganic Chemistry, the Canadian Journal of Chemistry, the Journal of the Chemical Society, the Journal of Chemical Education y otras.</p>	<p>10. Los compuestos químicos se forman de la combinación de átomos de dos o más elementos, en un átomo compuesto (lo que llamamos moléculas).</p>	<p>11. Desarrolló modelos del enlace químico y propuso una cadena helicoidal para las cadenas de proteínas, anticipando la estructura descubierta en el material genético.</p>	<p>12. Los átomos de los diversos elementos eran considerados por él como dipolos eléctricos con una carga predominantemente positiva o negativa, excepción hecha del hidrógeno, ya que era neutro.</p>
<p>13. Las investigaciones de este científico se han realizado principalmente dentro del campo de la Geometría Molecular, destacando sus aportaciones con el modelo de repulsión de pares electrónicos en la capa de valencia (RPECV).</p>	<p>14. Propuso distinguir los compuestos químicos orgánicos, de los compuestos inorgánicos, los cuales estaban gobernados por las leyes físicas y químicas de la naturaleza no viviente.</p>	<p>15. La materia se compone de partículas, muy pequeñas para ser vistas, llamadas átomos.</p>	<p>16. Postulado en el modelo del átomo cuántico. En una combinación química, el átomo tiende a poseer un número par de electrones en la capa externa (de valencia) y, particularmente, ocho de ellos, los cuales se arreglan simétricamente en los vértices de un cubo.</p>	<p>17. Influído por los trabajos del inglés Joseph Priestley (ley de Priestley) sobre la repulsión entre cargas eléctricas del mismo signo, desarrolló un aparato de medición de las fuerzas eléctricas involucradas en la ley de Priestley, y publicó sus resultados entre 1785 y 1789.</p>	<p>18. Su libro <i>La naturaleza del enlace químico</i> fue de gran influencia para los científicos en el estudio y predicción de estructuras, y en la investigación de las propiedades de compuestos inorgánicos, orgánicos y bioquímicos.</p>
<p>19. Postulado en el modelo del átomo cuántico. Los electrones pueden moverse con cierta facilidad de una posición a otra en la capa de valencia, durante un cambio químico, los electrones en esta capa pueden variar entre cero y ocho.</p>	<p>20. Este investigador encontró que en un sistema con cargas eléctricas, las fuerzas de atracción (entre cargas opuestas) y repulsión (entre cargas de igual signo) son proporcionales al producto de sus cargas y a la inversa del cuadrado de la distancia que las separa.</p>	<p>21. Modelo RPECV "los electrones alrededor del átomo central están apareados (con espines opuestos) Los pares adquieren en el espacio una posición tal que cada uno de esté lo más alejado posible de los demás, pues de esta forma los electrones del mismo espín quedarán distanciados, de acuerdo al principio de exclusión".</p>	<p>22. Descubrió los elementos cerio (Ce), lantano (La), samario (Sm) y silicio (Si).</p>	<p>23. En cualquier reacción química, los átomos se combinan en proporciones numéricas simples.</p>	<p>24. Su libro <i>La vitamina C y el resfriado común</i> se convirtió en un "best-seller". Este científico estaba convencido de que la ingestión de grandes dosis de vitamina C ayudaban a eliminar pequeñas molestias y posiblemente a curar el cáncer.</p>

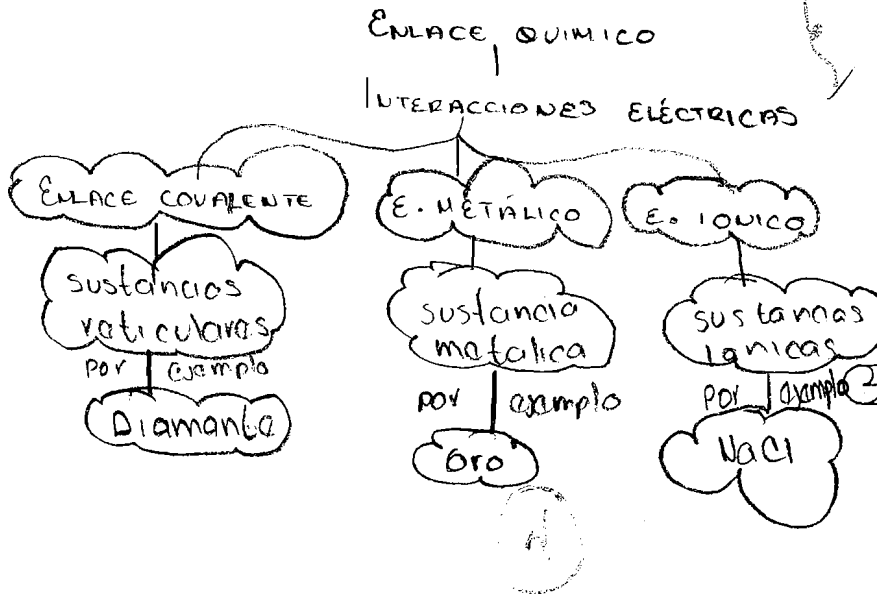
CONHERSAN

FORMATIVA-II

Grupo: 517  
Alumno: Pérez Pérez Grisella Alejandra

### ¿QUÉ APRENDÍ?

1. Elabora un mapa conceptual para el concepto de enlace químico, seleccionando 10 de las siguientes palabras: Enlace químico, Interacciones dipolares, Ion-dipolo, dipolo-dipolo, Interacciones eléctricas, partículas químicas, partículas vecinas, núcleo electrónicas, Enlace covalente, enlace metálico, enlace iónico, Ion-Ion,  $2e^- / 2$  núcleos ( $e^-$  localizados),  $n e^- / n$  núcleos ( $e^-$  deslocalizados), sustancias moleculares, sustancias reticulares, sustancias metálicas, sustancias iónicas, Agua, Diamante, Oro, NaCl, NaCl/Agua, Agua/Alcohol.



Tips para elaborar un mapa conceptual:

1. Jerarquizar palabras, es decir, colocar las palabras de la más general a la más específica.
2. Utilizar preposiciones como por ejemplo: de, para, por medio de, para conectar las palabras seleccionadas.
3. La revisar constantemente la secuencia lógica del mapa conceptual

2. Contesta correctamente:

a. ¿A qué se debe que las sustancias tengan tan distintos puntos de fusión?

por los distintos enlaces q mantienen las sustancias.

b. ¿A qué se deben las fuerzas que mantiene unidas a las partículas que componen las sustancias?

A las fuerzas de atracción

c. ¿A qué se debe que algunas sustancias conduzcan la electricidad en estado sólido y otras no?

por q' tienen sales disueltas

d. ¿A qué se debe que unas sustancias se disuelvan en agua y otras no?

A q' unas son polares

e. ¿Por qué existen sustancias, como el NaCl, que no conducen cuando están sólidas y sí lo hacen cuando están disueltas en agua?

por las sal q' contiene de agua

f. ¿Será posible que una sustancia no conduzca la electricidad en estado sólido y sí cuando está fundida? ¿Por qué?

Sí por su composición



#### HORIZONTALES

1. Interacciones núcleo-electrónicas dentro de las partículas.
3. Electrones de la capa más externa de un átomo.
5. Medida de qué tan equitativamente se comparten los electrones entre los átomos que forman un enlace químico.
7. Agua, ejemplo de sustancias...
9. Fuerzas de atracción que existen entre moléculas covalentes polares.
11. Partículas químicas cargadas.
13. Núcleos positivos y electrones negativos
15. Enlace formado por un par de electrones compartidos.
17. Dos o más átomos unidos por enlaces covalentes; la unidad fundamental más pequeña de una sustancia molecular.
19. Oro, ejemplo de sustancias....
21. Enlace en el que los electrones de enlace tienen relativa libertad para moverse por toda la estructura tridimensional.
23. Diamante, ejemplo de sustancias...
25. La porción con carga positiva de un átomo; es muy pequeña y densa y está constituida por protones y neutrones.
27. Representación de dos cargas iguales pero de signo opuesto separadas por una cierta distancia.

#### VERTICALES

1. Fuerzas de atracción a corta distancia que operan entre las partículas que constituyen las unidades de una sustancia líquida o sólida. Estas mismas fuerzas hacen que los gases se licuen o solidifiquen a temperaturas bajas y presiones altas.
2. Cloruro de sodio, ejemplo de sustancias...
4. Fuerza de atracción que mantiene unidos los átomos de los compuestos.
6. Enlace químico que se forma entre partículas de cargas opuestas
8. Partícula química mononuclear neutra

#### **Bibliografía sugerida para consulta:**

- a) Hill W. John and Kolb K. Doris. Química para el nuevo milenio, 8ª. Edición, PRENTICE HALL, México, 1999.
- b) Brown L. Theodore et al., Química. La ciencia central, 9ª. Edición, PEARSON Educación, México, 2004.



Grupo: 517

Alumnos: Luis Antonio Gutierrez Valdez  
Andrea Hernandez Hernandez  
Marcia Antonia Granica Viquez

### ¿LO QUÉ SABEMOS?

Contesta adecuadamente las siguientes preguntas:

I. Cuando escuchamos hablar sobre "Enlace Químico" nosotros:

a) Detestamos:

La teoría del tema.

b) Nada nos gustaría más:

que hacer experimentos.

c) Nos gusta:

crear modelos de enlaces químicos.

d) Necesitamos:

tener más prácticas experimentales.

e) Deseamos:

que no nos den mucha teoría.

f) Algo que hacemos bien:

Las prácticas.

II. En química se describen las sustancias desde tres puntos de vista : macroscópico, microscópico o atómico y simbólico. Describan mediante un dibujo (a detalle) el enlace químico desde esas tres perspectivas para las siguientes sustancias:  
Agua, Diamante, Oro, NaCl, NaCl/Agua y Agua/Alcohol.

7

III. Lee las siguientes afirmaciones y señala con V las verdaderas y con F las falsas.

1. El enlace químico, en el sentido de fuerzas que mantiene unidos a átomos o grupos de átomos; hace referencia a distintas fuerzas, destacándose las atracciones electrostáticas y no electrostáticas. ( V ) ✓

2. Los enlaces iónicos y covalentes constituyen casos extremos del enlace, pudiendo existir en el enlace cierto carácter iónico y cierto carácter covalente. ( F ) ?

3. Al formarse un enlace químico se alcanza un estado de menor energía, siendo menos estable que los átomos separados. ( F ) ✓

4. Al formarse un enlace químico los átomos tienden a adquirir una configuración más estable. ( V ) ✓

5. Los enlaces electrovalente y covalente explican la formación de los compuestos y el enlace metálico; el enlace puente de hidrógeno y las fuerzas de Van der Waals explican los estados de la materia y cambios de estado. ( F ) ?

6. Cuando ocurre un cambio químico se forma un enlace químico y el compuesto resultante es diferente a los átomos que lo han formado. ( V ) ✓

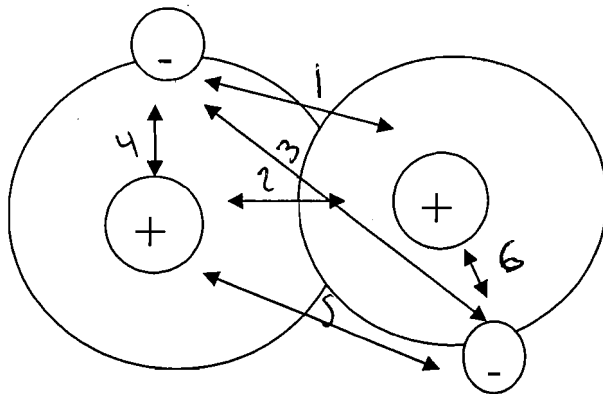
7. El enlace químico puede entenderse como la fuerza de atracción que mantiene unidos a los átomos. ( ✓ ) ✓

8. El enlace químico se produce por interacciones electrostáticas entre los iones, en cambio el enlace covalente se produce al compartir electrones entre dos átomos unidos. ( ✓ ) ✓

9. Las fuerzas atracción que mantiene unidos a los iones en las redes son fuerzas electrostáticas fuertes que predominan sobre las fuerzas de repulsión. ( ✓ ) ✓

10. Las fuerzas que mantienen unidos a los átomos en los enlaces covalentes también son de tipo eléctrico o culómbicas, aunque más débiles que en los compuestos iónicos. ( F ) ?

IV. En el diagrama de unión de dos átomos, indica con números cuáles flechas representan fuerzas de atracción y cuales de repulsión.



Fuerzas de atracción: 4 - 6 - 5 - 1.

Fuerzas de repulsión: 2 - 3 -.

10

EXAMEN SOBRE ENLACE QUÍMICO- RR

Nombre del alumno: Guerrero Fernández Maricruz

Grupo: 517

Edad: 17

Preguntas.

- |     |                                |              |                                |
|-----|--------------------------------|--------------|--------------------------------|
| 1.  | <input type="text" value="3"/> | Razonamiento | <input type="text" value="A"/> |
| 2.  | <input type="text" value="4"/> | Razonamiento | <input type="text" value="D"/> |
| 3.  | <input type="text" value="2"/> | Razonamiento | <input type="text" value="C"/> |
| 4.  | <input type="text" value="2"/> | Razonamiento | <input type="text" value="B"/> |
| 5.  | <input type="text" value="2"/> | Razonamiento | <input type="text" value="A"/> |
| 6.  | <input type="text" value="1"/> | Razonamiento | <input type="text" value="C"/> |
| 7.  | <input type="text" value="2"/> | Razonamiento | <input type="text" value="C"/> |
| 8.  | <input type="text" value="2"/> | Razonamiento | <input type="text" value="A"/> |
| 9.  | <input type="text" value="1"/> | Razonamiento | <input type="text" value="C"/> |
| 10. | <input type="text" value="1"/> | Razonamiento | <input type="text" value="C"/> |



GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN

Alumnos: Ramirez Rodriguez. Grupo: 117A.

<< Instrumento de evaluación para el material >>

Con el propósito de mejorar nuestro proceso de investigación, solicitamos muy atentamente su cooperación, contestando el siguiente cuestionario:

1. ¿Cuánto tiempo te costó responder a todo el cuestionario?

2 días en promedio

2. ¿Estaban claras las instrucciones?

Un poco

3. ¿Alguna pregunta era confusa o ambigua? De ser así, ¿cuál y por qué?

Si, pero no lo recuerdo

4. ¿Has tenido problemas en responder alguna pregunta?

Si, no se entienden.

5. En tú opinión ¿se ha omitido algún tema importante?

No.

6. ¿La presentación del cuestionario era clara y atractiva?

Si, pero no del todo

7. ¿Algún comentario?

Me tarde mucho en encontrar las respuestas.

Grupo: 517

Alumnos: Amador Ruiz Gracia Berenice

<< Instrumento de evaluación para el material >>

Con el propósito de mejorar nuestro proceso de investigación, solicitamos muy atentamente su cooperación, contestando el siguiente cuestionario:

1. ¿Cuánto tiempo te costó responder a todo el cuestionario?

en algunas respuestas me tardaba ya que no recordaba

2. ¿Estaban claras las instrucciones?

Si

3. ¿Alguna pregunta era confusa o ambigua? De ser así, ¿cuál y por qué?

No, solo que no recordaba.

4. ¿Has tenido problemas en responder alguna pregunta?

Si

5. En tu opinión ¿se ha omitido algún tema importante?

Si, ya que es algo elemental en la química.

6. ¿La presentación del cuestionario era clara y atractiva?

En parte

→ 7. ¿Algún comentario?

Fue un repaso que me agrada, puesto que yo no nos acordábamos lo del enlace químico, y con esto recordamos nuestros dudas.

☺ GRACIAS POR TÚ PARTICIPACIÓN.

EXAMEN SOBRE ENLACE QUÍMICO- RR

Nombre del alumno: Juarez Romero Anreca Citlali  
 Grupo: 103a.  
 Edad: 15 años

Preguntas.

- |      |                            |              |                              |
|------|----------------------------|--------------|------------------------------|
| 1.   | <input type="checkbox"/> 3 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> D   |
| 2.   | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> D   |
| 3.   | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A   |
| 4.   | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> D ✓ |
| 5.   | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> D   |
| 6. ✓ | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> D   |
| 7.   | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> C   |
| 8.   | <input type="checkbox"/> 3 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> D   |
| 9.   | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B   |
| 10.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> C ✓ |



GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN



EXAMEN SOBRE ENLACE QUÍMICO- RR

Nombre del alumno: Prudente Carrillo Daniela  
 Grupo: 507  
 Edad: 16

Preguntas.

- |     |                            |              |                              |
|-----|----------------------------|--------------|------------------------------|
| 1.  | <input type="checkbox"/> 3 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A   |
| 2.  | <input type="checkbox"/> 4 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B   |
| 3.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A x |
| 4.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A   |
| 5.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B x |
| 6.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B   |
| 7.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B x |
| 8.  | <input type="checkbox"/> 1 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> A   |
| 9.  | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> B   |
| 10. | <input type="checkbox"/> 2 | Razonamiento | <input type="checkbox"/> C   |



GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN