



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

IDEAS PREVIAS Y APRENDIZAJE EN EL LABORATORIO DE
QUIMICA INORGANICA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA

P R E S E N T A

ROSA MARTHA HERNANDEZ HERNANDEZ



EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA

MEXICO, D. F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

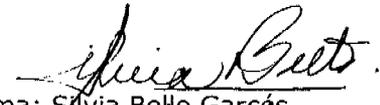
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

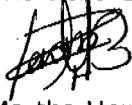
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

Jurado asignado:

Presidente	Prof. Silvia Bello Garcés
Vocal	Prof. Graciela Müller Carrera
Secretario	Prof. Adela Castillejos Salazar
1er. Suplente	Prof. Rosa Maria González Muradás
2º. Suplente	Prof. Myrna Carrillo Chávez

Sitio en donde se desarrolló el tema: Facultad de Química, UNAM bajo el auspicio de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM, a través del Subproyecto PAPIME
EN208203: "Investigación sobre los esquemas representacionales de estudiantes de la Facultad de Química, como factor determinante en el aprendizaje".


Asesor de tema: Silvia Bello Garcés


Sustentante: Rosa Martha Hernández Hernández

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por hacer de mí una profesionista, por llevarme de la mano durante toda la carrera y permitirme lograr uno de mis mayores retos en la vida TITULARME. Gracias por darme una familia que me apoya y que cree en mí, ya que sin su ayuda no sería ni la mitad de lo que ahora soy.

A MIS PADRES: Por confiar en mí más que yo misma, por apoyarme y guiarme durante todo momento, por ser mi ejemplo, por su paciencia, por demostrarme que si se quiere se puede, por darme la vida y hacer de mí una persona de bien, y sobretodo por amarme y enseñarme a amar. Gracias por darme la oportunidad de estudiar, por trabajar día y noche por mis hermanos y por mí.

A mi mamá: La mejor persona que conozco, mi ejemplo y razón de luchar, me has enseñado a no rendirme y poner empeño a todo lo que me proponga, por todo lo que eres y significas para mí. A mi papá: mi ejemplo, mi motor, mi apoyo y mi fortaleza, que con tus consejos me has ayudado a estar hasta donde estoy, el que no me permite flaquear por que nunca lo ha hecho y siempre a luchado por nosotros. Los quiero con todo mi corazón y no olvidare que es de ida y vuelta.

A ANDREA, ANGEL Y RAY: Por escucharme, por ser mis confidentes y mi apoyo incondicional, por que más que mis hermanos son mis amigos, por que en vez de juzgarme me ayudan, por ser mi ejemplo, por que me impulsaron a seguir adelante cuando pensé que ya no podía, por que siempre me tienden la mano en los momentos difíciles. Los quiero muchísimo. Tenemos pendiente y no se me olvida, la clínica de la Psicóloga, el salón de fiestas de la Biotecnología y la farmacia del médico, espero que tampoco lo olvide.

A MI ESPOSO: Daniel gracias por ayudarme e impulsarme a dar a dar este último gran salto, sin tu ayuda y motivación, no sé si lo hubiera logrado, gracias por confiar en mí y estar siempre a mi lado, acompañarnos a todos mis trámites, por desvelarnos juntos haciendo la tesis y por aguantar mi estado de estrés de estos últimos días. Gracias por cruzarte en mi camino y robarme mi corazón, ayúdame a amarte siempre con la fuerza que lo hecho hasta ahora, enséñame a conocerte y a entenderte, espero que logremos superar cualquier problema que se ponga enfrente, y seguir juntos hasta hacernos viejitos, igual de melosos como hasta ahora. Eres lo mejor que me ha pasado y te amo mucho nunca lo dudes y sobre todo no lo cambies, gracias por ser un gran padre, esposo y amigo.

A MI HIJO: Dany eres lo más maravilloso que hay Dios me dio, me cambiaste la vida por completo, gracias bebé, cada día me enseñas que falta mucho por vivir y por aprender, cuando me veo en tus ojos iluminas mi mundo, cada sonrisa tuya me hace más fuerte y me ayuda a luchar para que tengamos una vida mejor, soy tuya y tú de mí, gracias por acompañarme a la universidad, por desvelarnos juntos haciendo la tesis, por ser mi motivo de superación continua, y gracias también por irte conmigo a trabajar desde antes desde que nacieras. Te amo

A BERE y ROSALINA: Por ser mis mejores amigas, por que saben escuchar y por la amistad tan grande que no ha unido desde hace años, que a pesar de la distancia seguimos juntas y aunque estemos viejitas seguiremos viéndonos para tomar el café juntas y contar nuestras vivencias. Gracias por no dejarme sola, y ayudarme aun cuando no lo pida, gracias por querer a mi bebe y no sacarme del club, las quiero muchísimo. Mi vida sin ustedes nunca volvería a ser igual

A OSCAR "Pollo": Por se mi gran amigo y confidente, por ayudarme en todo momento, por confiar en mi e impulsarme a terminar la carrera, por estar siempre que necesito que me escuchen te quiero mucho, gracias por enseñarme a hacer una familia, gracias Susan Y Jessi, por soportarlo y por permitirme seguir siendo su amiga. Los quiero mucho.

A MI ASESORA SILVIA BELLO: Gracias por su apoyo, por aceptar asesorarme y estar siempre que la necesite, Le agradezco su empeño y dedicación para la culminación de este trabajo. Sus aportaciones, ayuda y sugerencias fueron de gran ayuda para llegar a la culminación de este trabajo, gracias por confiar en mi y presionarme a terminar este trabajo, gracias por convertirse en mi amiga.

A CADA SINODAL: Que con su punto de vista hizo que este trabajo quedara mejor, por su tiempo y paciencia gracias.

A todos mis familiares, amigos y personas involucradas, por no dejarme sola y compartir conmigo la alegría de ver culminado un proyecto de vida, en el cual ustedes fueron parte del motor que me impulsaba a seguir de pie.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	i
CAPITULO I: ANTECEDENTES	
1. CONOCIMIENTO.....	1
1.A El Conocimiento Humano y sus elementos.....	1
1.B Estructura del conocimiento.....	1
1.C ¿Cómo conocemos?.....	3
1.D La elaboración del conocimiento científico.....	4
2. MARCO TEÓRICO DE LA DIDÁCTICA.....	6
2.A La didáctica.....	6
2.B Elementos de la didáctica.....	7
3. EL CURRÍCULUM DE LA QUÍMICA.....	8
CAPITULO II: IDEAS PREVIAS O CONCEPCIONES ALTERNATIVAS Y CAMBIO COMCEPTUAL	
1. CONSTRUCTIVISMO.....	9
1.A ¿Qué es el constructivismo?.....	9
1.B Constructivismo y ciencia.....	9
2. IDEAS PREVIAS.....	11
2.A Generalidades sobre idcas previas.....	11
2.B Distintas denominaciones.....	12
2.C ¿Qué son las ideas previas?.....	12
2.D Principales características de las ideas previas.....	13
2.E Detección de idcas previas en alumnos de química.....	14
2.F Agrupación de las ideas previas según su origen.....	14
2.G Ideas previas en el salón de clase.....	16
3. CAMBIO CONCEPTUAL.....	18
3.A Antecedentes.....	18
3.B Aplicación del cambio conceptual en la enseñanza.....	19
4. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LOS ÚLTIMOS TIEMPOS.....	21
CAPITULO III: APRENDIZAJE ESCOLAR	
1. ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.....	22
1.A La educación.....	22
1.B Enseñanza-aprendizaje.....	23
1.C Aprendizaje significativo de Ausubel y la construcción del significado.....	23
1.D La aproximación constructivista del aprendizaje y la enseñanza.....	24
1.E El aprendizaje por transmisión-recepción.....	26
1.F El aprendizaje por descubrimiento.....	26
1.G Aprendizaje significativo o conceptual.....	27
2. DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA.....	30
2.A Causas de dificultades en el aprendizaje.....	30
2.B La comprensión de la química, requiere del conocimiento de su lenguaje.....	32
3. EL DOCENTE DE CIENCIAS.....	33
3.A Sobre el docente.....	33
4. EVALUACIÓN.....	34
4.A Generalidades.....	34
4.B Propósitos de la evaluación.....	35

4.C Evaluación de contenidos procedimentales.....	36
4.D Integración de lo individual y lo social.....	36
4.E Errores en el proceso de evaluación.....	36
4.F Factores que facilitan y/o dificultan el aprendizaje.....	38

**CAPITULO IV: DEL TRABAJO EXPERIMENTAL AL CAMBIO
CONCEPTUAL**

1. TRABAJO EXPERIMENTAL.....	41
1. A Generalidades.....	41
1. B Importancia del trabajo experimental.....	41
1. C ¿Por qué realizar el trabajo práctico?.....	42
1. D Control de variables en la experimentación.....	43
1. E La V de Gowin y el trabajo experimental.....	44
1. F El laboratorio según el constructivismo.....	46
1. G Investigación dirigida.....	47

CAPITULO V: METODOLOGÍA.....	50
Selección de la muestra.....	50
Características generales de los grupos.....	51
Aplicación del cuestionario de diagnóstico.....	51

CAPITULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
Observaciones.....	55
Resultados del examen diagnóstico.....	58

RECOMENDACIONES.....	78
-----------------------------	-----------

CONCLUSIONES.....	83
--------------------------	-----------

REFERENCIAS.....	85
-------------------------	-----------

APÉNDICE.....	89
----------------------	-----------

GLOSARIO.....	94
----------------------	-----------

INTRODUCCION

Vivimos en una sociedad cada vez más plural y diversa, hecho que se evidencia esencialmente desde los años 60 y que está dando lugar a una sociedad multicultural y desigual que exige nuevos planteamientos políticos, económicos y culturales. Consiguientemente, no ajena a estos fenómenos y debido a los cambios que están ocurriendo en la sociedad, la educación en la ciencia, está en un periodo de reforma significativa. Tradicionalmente, la enseñanza de la ciencia ha tenido como objetivo: informar a los estudiantes sobre lo que han descubierto los científicos.

Se plantea que la ciencia constituye un cuerpo de conocimientos intrínsecamente valiosos. Y esto es cierto, pero aun cuando la ciencia se define en términos de conocimiento, comprensión y conciencia, pocas veces, los alumnos somos capaces de identificar estos factores.

Partiendo del hecho de que las carreras de ciencias y en especial las de la Facultad de Química, exigen el conocimiento y dominio de una gran cantidad de conceptos científicos, los métodos de enseñanza de la ciencia son una parte esencial en la formación de los químicos, así como el desarrollo de habilidades que demanda el mundo moderno para una mejor integración de ciencia-tecnología-sociedad.

Frente al fracaso que ha tenido el aprendizaje significativo de las ciencias en nuestro país y en el mundo, se han desatado una serie de debates (Campanario, 2000).

Muchos profesores universitarios atribuyen los fallos del proceso de enseñanza-aprendizaje a una falta de esfuerzo de los estudiantes o a los errores que suelen cometer en la aplicación de los conceptos. Otra corriente de opinión minoritaria cree que no se trata de un simple problema de responsabilidad de los estudiantes sino que, de algún modo están involucrados los planteamientos didácticos que los profesores utilizan.

Algunos de estos docentes consideran que estos pobres resultados se producen a pesar del notable esfuerzo que muchos de sus estudiantes dedican al estudio de la materia.

No basta con enseñar a los alumnos, también es necesario proporcionarles contenidos específicos para ejercitar una capacidad diferencial. Los estudiantes de nuestros días, requerimos estrategias de enseñanza capaces de conducirnos a desarrollar nuestra inteligencia.

El aprendizaje supone un proceso de construcción, ésta no se da en un solo paso, el sujeto que aprende dispone de herramientas para esa elaboración, entre otras, sus ideas previas. Las ideas previas son una de las causas más importantes que inciden en la resolución inadecuada de los problemas formales e influyen en los alumnos en relación con el contenido a aprender. Son estructuras con las que cuenta el sujeto como producto de su interacción con el mundo, y de cómo logró procesar otros conocimientos.

Entre los alumnos que llegan a la Universidad es muy frecuente encontrar errores de interpretación en el estudio de algunos fenómenos científicos, que presentan dificultad de erradicación. Éstos constituyen sus ideas previas.

La evolución del alumno implica un cambio conceptual desde su preconcepción hasta la concepción más acorde con el punto de vista científico. El reconocimiento de las ideas previas ha sido un suceso importante en el desarrollo de la enseñanza de la ciencia; pone de manifiesto que el aprendizaje lleva implícito un problema de construcción y transformación conceptual.

El desconocimiento por parte de los profesores de las ideas previas de los alumnos, que a estas fechas se han investigado y, sobre todo, que los docentes no tienen elementos que les permitan saber cómo tomarlas en cuenta, son el motivo por el cual en las últimas décadas se han realizado trabajos para detectar ideas previas y proporcionar metodologías alternativas para modificarlas.

En los últimos años ha surgido la preocupación por atender diversos aspectos en la formación de estudiantes de Química, esto se refleja en una serie de artículos publicados en revistas como Educación Química, donde se abordan problemas como: la vinculación ciencia-tecnología-sociedad, el desarrollo de habilidades y actitudes en los alumnos, perfil del profesor de química, entre otros. También existen publicados, una gran cantidad de trabajos de investigación sobre las ideas previas de los alumnos y cómo éstas obstaculizan el aprendizaje de las ciencias; podríamos decir que, en este caso se pasa la responsabilidad a los alumnos. Sin embargo, todos estos esfuerzos pueden servir de muy poco si toda esta información no llega a manos del cuerpo docente, si no se realizan esfuerzos paralelos para crear una cultura social donde la ciencia tome su lugar y se reconozca el valor del quehacer científico.

Es innegable la necesidad de un cuerpo docente dispuesto a modificar esquemas, de químicos que dediquen su actividad profesional a la educación, y logren en sus alumnos la construcción de conocimientos y el desarrollo en las habilidades necesarias para resolver los problemas propios de nuestro tiempo.

Hay una cantidad considerable de tendencias y propuestas de cómo enseñar ciencia que consideran diferentes factores: concepciones epistemológicas, ideas previas, estrategias de razonamiento, estrategias metacognitivas, el papel de la historia de la ciencia en la enseñanza de ésta, la revisión de currículos etc. En trabajos más recientes se puede notar un intento por integrar y presentar modelos que no caigan tanto en la absolutización, sino que retomen los valores de las diferentes propuestas.

El proceso de enseñanza-aprendizaje debe ser un proceso creativo, si bien puede llegar a estar muy claro cuáles son los factores que obstaculizan el proceso, es tarea de todos los factores involucrados en dicho proceso abordar de manera creativa los problemas que se vayan presentando, considerando recursos humanos, estructurales y económicos, los cuales pueden presentar una gran variación de un sector a otro de la sociedad o entre diferentes países. Por ejemplo, hay modelos que plantean la necesidad de centrar la enseñanza de las ciencias en el trabajo de investigación y de laboratorio.

Si esto se llevara al extremo, necesariamente el tiempo de trabajo en el laboratorio así como los recursos invertidos en material, equipo y reactivos, tendría que incrementarse, lo cual para algunos sectores de nuestro país es prácticamente imposible, o probablemente, haya otras prioridades.

No pretendemos presentar un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, sino identificar y estudiar una serie de factores que pueden favorecer u obstaculizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Este proceso es el referido al que lleva del conocimiento común al conocimiento científico (Cudmani, 2000). El conocimiento común, generado en la interacción con las experiencias de la vida diaria y con otros individuos, se construye con base en criterios, modos de razonar, propósitos y valoraciones que, si bien pueden ser suficientes para enfrentar las exigencias de la cotidianidad, difieren sustancialmente de la desiderata de precisión, coherencia, objetividad y sistematicidad del conocimiento científico en ciencias prácticas (Bunge, 1985).

Por otro lado se sabe, que los estudiantes gozan del trabajo práctico, los motiva y genera interés, considerándolo esencial, por lo que, se han realizado estudios en la educación donde profesores opinan que el trabajo práctico juega un papel central en la educación en ciencia. Algunos afirman que da a los estudiantes la experiencia para solucionar problemas y desarrollar la creatividad, prestando atención al detalle, a la persistencia y a lo intelectual. El trabajo práctico funciona mejor cuando los profesores tienen claros sus propósitos y comunican esta información a los estudiantes por lo cual, deberían averiguar las ideas previas de sus alumnos y, aunque esta acción es sin duda importante y necesaria, en diversos casos carece de confiabilidad debido a que no se cuenta con los procedimientos y cuidados metodológicos que las investigaciones requieren.

En la escuela, generalmente se da mayor importancia a los problemas de manipulación algorítmica que a los problemas conceptuales. Esta posición marca referentes a partir de los cuales debemos actuar con miras a la mejora de la educación química, muy particularmente en el caso de la enseñanza experimental de la Química Inorgánica que es el motivo de esta tesis. Como respuesta al área de la que proviene mi formación profesional, me permito exponer, acotadamente, la importancia de la Química Inorgánica; justificando, al mismo tiempo, la realización de esta tesis por medio de la cual busco obtener el grado de licenciada en Química Farmacéutica Biológica. A lo largo de la preparación del futuro químico, éste suele ser bombardeado con conceptos básicos y concretos, pero realmente poco útiles para su desarrollo profesional.

El problema radica en la casi nula integración de conceptos, pasamos de una asignatura a otra y vamos dejando a lo largo del camino aquel conocimiento que puede parecerse inútil, pero que en realidad construye nuestras bases como químicos, y que nos ayudará a enfrentarnos en los últimos semestres de la licenciatura y en el resto de nuestra vida profesional a todos los sistemas químicos correspondientes a nuestra especialidad.

Sería imposible imaginar un plan de estudio para la licenciatura de Química, en el que se omitieran las asignaturas básicas, y en este caso nos referimos principalmente a la Química Inorgánica. Sería preferible que en este tipo de asignaturas básicas el alumno fuera dotado de mayor número de herramientas trascendentales, que le permitan entender desde los primeros años de la carrera, que las reacciones químicas no sólo pueden explicarse de acuerdo a la estructura de los reactivos que en ellas intervienen, sino que la energía y el tiempo asociados a ellas definen en gran medida el camino y por ende los productos que han de obtenerse. Actualmente sabemos que por sorprendente que nos parezca la mayoría de las reacciones para la obtención de energía de los seres vivos son fundamentalmente de tipo *inorgánico*. Por supuesto, estas reacciones son mediadas y se llevan a cabo gracias a sistemas bioquímicos complejos. Las enzimas, por ejemplo, son catalizadores que controlan la síntesis y degradación de las moléculas biológicamente importantes. Muchas enzimas dependen de un ion metálico para su actividad, los compuestos metálicos también son importantes en el proceso de transferencia química y energética, las reacciones que comprenden el transporte de oxígeno al sitio de la oxidación y diversas reacciones redox resultan de su utilización. Sin olvidar a los no metales que resultan de suma importancia para la inorgánica.

El propósito de realizar esta tesis, es llevar a cabo una investigación de las ideas previas de los alumnos que cursan el laboratorio de Química Inorgánica y cómo facilitan u obstaculizan su aprendizaje. Por ello se proponen los siguientes

OBJETIVOS:

- Conocer la influencia del trabajo experimental en el proceso de enseñanza- aprendizaje en asignaturas científicas, además identificar y analizar algunos de los principales factores que obstaculizan y favorecen el aprendizaje significativo en un curso experimental.
- Identificar ideas previas relacionadas con el enlace químico que tienen los estudiantes del laboratorio de Química Inorgánica de la Facultad de Química
- Realizar una comparación del proceso de enseñanza-aprendizaje en grupos de laboratorio de Química Inorgánica de la Facultad de Química.
- Comparar estrategias de enseñanza que pueden mejorar el aprovechamiento escolar de los alumnos.

Para alcanzar estos objetivos será necesario hacer una revisión histórica muy general de epistemología científica y algunas repercusiones de ésta en la enseñanza de las ciencias, también, analizar algunas estrategias de aprendizaje que contribuyan en el avance académico de los alumnos.

HIPÓTESIS:

Si los profesores conocen, identifican y promueven la transformación de las ideas previas de los alumnos del laboratorio de Química Inorgánica y por medio del trabajo práctico logran motivarlos, entonces existirá un mejor aprendizaje y por lo tanto un cambio conceptual.

El capítulo I consta de antecedentes, en donde se detallan los fundamentos de este trabajo. En el capítulo II se verá un esbozo general de lo que es el constructivismo, damos la definición de las ideas previas, las características principales, el origen de las mismas. Además de las condiciones necesarias para que se lleve a cabo el cambio conceptual.

En el capítulo III hablaremos el aprendizaje escolar, sobre las características del docente, su papel en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y la importancia de la evaluación. En el capítulo IV abordaremos la importancia del trabajo experimental en el cambio conceptual. La metodología está en el capítulo V y resultados incluyendo la discusión de estos están en el capítulo VI. Finalmente se presentan las conclusiones del presente trabajo, se proponen algunas recomendaciones para mejorar el aprendizaje, además de la bibliografía más relevante y un glosario al final del mismo.

Capítulo I. ANTECEDENTES

1. CONOCIMIENTO

1.A El conocimiento humano y sus elementos

El conocimiento humano consta de cuatro elementos: el sujeto cognoscitivo, el objeto por conocer, la operación cognoscitiva y el pensamiento o huella que permanece en la mente y en la memoria del sujeto (Gutiérrez, 1989).

- 1) El sujeto es la persona que conoce, capta algún aspecto de la realidad y obtiene así algún pensamiento referente a ese aspecto captado. En nuestro caso particular el principal sujeto que nos interesa es el científico o estudiante de ciencias.
- 2) El objeto es la cosa o persona por conocer. El objeto de conocimiento es todo aquello que pueda ser objeto de la ciencia. Naturalmente los objetos que son susceptibles de estudiarse en una ciencia han sido clasificados y colocados en diferentes grupos o categorías a fin de ser estudiados en alguna ciencia determinada. Las ciencias se distinguen precisamente por su objeto.
- 3) La operación cognoscitiva es un proceso necesario para que el sujeto se ponga en contacto con el objeto y pueda obtener algún pensamiento acerca de dicho objeto. La operación cognoscitiva es la que produce pensamientos con categoría científica, dura un momento; en cambio el pensamiento obtenido permanece en la memoria del sujeto.
- 4) El pensamiento es la expresión mental del objeto conocido. Cada vez que se conoce algo queda una huella interna en el sujeto, en su memoria, y consiste en una serie de pensamientos, que pueden ser de varios tipos: ideas, juicios, conceptos, raciocinios. Cuando una serie de estos pensamientos está estructurada convenientemente la llamamos ciencia.

Es importante marcar ciertas diferencias entre la operación cognoscitiva y el pensamiento:

- a) La operación cognoscitiva es una actividad mental, y el pensamiento es el resultado de esa actividad.
- b) La operación es momentánea, y el pensamiento perdura de algún modo en las facultades del sujeto.
- c) La operación se expresa mejor con un verbo, como ver oír, intuir, juzgar, razonar. En cambio el pensamiento se expresa mejor con un sustantivo, como imagen, idea, juicio, argumentación.

El conocimiento abarca, los cuatro elementos cuando en algunas ocasiones la palabra "conocimiento" se refiere sólo a ese elemento que hemos llamado pensamiento.

La definición del conocimiento se puede expresar así (Gutiérrez, 1989 *op. cit.*): "Es la operación por la cual un sujeto obtiene expresiones mentales de un objeto"

1.B Estructura del conocimiento

El alumno construye estructuras a través de la interacción con su medio y los procesos de aprendizaje. Estas estructuras mentales determinan cómo se perciben los datos y la nueva información. Si esta nueva información tiene sentido en la estructura mental existente, entonces la nueva información se incorpora en la estructura. Si la información es muy diferente de esta estructura mental, entonces no tiene sentido incorporarla: los nuevos datos son rechazados o modificados de manera que quepan en la estructura.

Las estructuras cognitivas son representaciones organizadas de experiencia previa. Son relativamente permanentes y funcionan activamente para filtrar, codificar, categorizar y evaluar la información que uno recibe en relación con alguna experiencia relevante.

La idea principal es que mientras captamos información, estamos constantemente organizándola en unidades con algún tipo de ordenación que llamamos -estructura-. A menudo las estructuras están compuestas de esquemas, representaciones de una situación concreta o de un concepto, lo que permite sean manejados internamente para enfrentarse a situaciones iguales o parecidas a la realidad. La nueva información generalmente es asociada con información ya existente en estas estructuras que, a su vez, pueden también ser reorganizadas o reestructuradas.

Otra cuestión importante en la construcción del conocimiento es la creación de redes de conexiones entre trozos de conocimientos, conceptos, fórmulas, principios y proposiciones. Ningún dato específico tiene significado sólo en sí, únicamente es comprendido cuando está relacionado con otros elementos de conocimiento. Además, para que funcione una red de conocimiento, ésta debe estar muy bien organizada y ser muy abundante. Mientras más densa sea la red y más eslabones tenga, más se puede pensar, relacionar, hacer analogías y aplicar el conocimiento. Esto implica la acumulación de muchos contenidos específicos, cuidadosamente interconectados. Si el conocimiento se ha adquirido en una forma idiosincrática, por asociaciones libres y por procesos sueltos, su poder de comprensión puede ser muy débil. Los procesos deben interactuar con una buena cantidad de contenidos.

Los conocimientos que los sujetos tienen acerca del mundo conforman sus estructuras cognitivas. Dichas estructuras no son iguales en todos los casos y varían de un sujeto a otro, sin embargo, tienen algunos aspectos en común. Según algunas posiciones cognitivas actuales, el conocimiento puede agruparse en tres áreas básicas: el conocimiento declarativo, el conocimiento procedimental y el conocimiento actitudinal.

El saber qué o conocimiento declarativo es un conocimiento descriptivo de la realidad y se refiere al conocimiento de datos, hechos, conceptos y principios. Es un saber que se dice o declara por medio del lenguaje. Este conocimiento se divide en dos tipos de conocimiento: el factual y el conceptual.

El conocimiento factual es el que se refiere a datos y hechos que proporcionan información verbal y que los alumnos deben aprender en forma literal. Este aprendizaje se logra por una asimilación literal, memorística, sin comprensión de la información, donde poco importan los conocimientos previos de los alumnos. Por otro lado, el conocimiento conceptual es construido a partir del aprendizaje de conceptos, principios y explicaciones, los cuales no tienen que ser aprendidos en forma literal, sino abstrayendo su significado esencial o identificando las características y las reglas que los componen. En el aprendizaje conceptual ocurre una asimilación del significado de la información nueva, se comprende lo que se está aprendiendo, para lo cual es imprescindible el uso de los conocimientos previos que posee el alumno. El saber hacer o conocimiento procedimental es aquel conocimiento que se refiere a la ejecución de procedimientos, estrategias, técnicas, habilidades, destrezas, métodos, etcétera.

A diferencia del saber qué, que es de tipo declarativo y teórico, el saber procedimental es de tipo práctico porque está basado en la realización de varias acciones u operaciones. Los procedimientos pueden ser definidos como un conjunto de acciones ordenadas y dirigidas hacia la consecución de una meta. Saber no sólo significa tener conocimiento declarativo. Saber significa, además, ser capaz de aplicar dicho conocimiento.

En los contextos educativos es frecuente encontrar un gran número de alumnos que sólo conocen el componente declarativo del contenido que se les enseña, pero no el componente procedimental.

Un aspecto poco atendido en la enseñanza es el de las actitudes. Se puede decir que las actitudes son constructos que regulan nuestras acciones y que se encuentran compuestos de tres elementos básicos: un componente cognitivo, un componente afectivo y un componente conductual. Las actitudes son experiencias subjetivas que implican juicios evaluativos, que se expresan en forma verbal o no verbal, que son relativamente estables y que se aprenden en el contexto social. El aprendizaje de las actitudes es un proceso lento y gradual, donde influyen distintos factores como las experiencias personales previas, las actitudes de personas significativas, la información y experiencias novedosas y el contexto sociocultural.

Existe una estrecha relación entre el aprendizaje y el interés de aprender. Se podría afirmar que si no existen motivaciones, difícilmente se obtiene la comprensión. Es necesario individualizar tácticas y estrategias adecuadas para suscitar el interés en los estudiantes, para que ellos sientan la necesidad de "buscar explicaciones" y de construir el conocimiento.

1. C ¿Cómo Conocemos?

La epistemología constructivista afirma que las herramientas disponibles al conocedor son sus creencias, compromisos y sus conocimientos previos. Es sólo a través de ver, oír, tocar, oler y saborear que un individuo interactúa con el medio ambiente.

El conocimiento, entonces, reside en los individuos y éstos lo construyen a través de sus interacciones con el medio ambiente, por lo tanto, no puede ser transferido intacto de la cabeza del maestro a las cabezas de los estudiantes; éstos explican o encuentran sentido a lo que les enseñan tratando de ajustarlo a su propia experiencia. El papel del profesor no es proporcionar conocimiento, sino dar a los estudiantes las oportunidades para construirlo.

Nuestro sistema cognitivo tiene características muy específicas que condicionan nuestra forma de aprender. Los seres humanos tenemos una capacidad de memoria de trabajo muy limitada, sin embargo esta capacidad puede amplificarse notablemente mediante el aprendizaje, que nos permite reconocer situaciones a las que ya nos habíamos enfrentado antes o automatizar conocimientos y habilidades. Nuestra memoria permanente no es nunca una reproducción fiel del mundo, nuestros recuerdos no son copias del pasado, sino reconstrucciones de ese pasado desde el presente. Así, la recuperación de lo que aprendemos tiene un carácter dinámico y constructivo.

Desde una posición constructivista, en el aprendizaje del conocimiento científico, se asume que todos los modelos y teorías son una construcción o invención social en respuesta a ciertas demandas o necesidades prácticas y teóricas. La ciencia no es un discurso sobre lo real sino sobre modelos posibles.

El aprendizaje no es un asunto sencillo de transmisión, internalización y acumulación de conocimientos; es un proceso activo por parte del alumno, de ensamblar, extender, restaurar e interpretar y, por lo tanto, de construir conocimiento desde los recursos de la experiencia y la información que recibe.

La forma en la que los alumnos aprenden química se puede explicar con el modelo de procesamiento de información. Este modelo propone que toda la información que se almacena en nuestras mentes, primero se comprende o explica por el individuo.

Nueva información captada por nuestros sentidos entra en la memoria de trabajo de corto plazo, que tiene una capacidad limitada.

La información o se pierde, o pasa a la memoria de largo plazo. Si la información se pierde o se almacena, depende de su complejidad y de la disponibilidad en la memoria de corto plazo. La información que pasa a la memoria de largo plazo interactúa con información que ya se encuentra almacenada como parte de una red conceptual en expansión. Si los nuevos conceptos no encuentran en la memoria de largo plazo algo con lo que puedan relacionarse, entonces esta información no se podrá almacenar, o lo hará pero como una entidad independiente. Por lo tanto, si existe algo con lo que se pueda relacionar este nuevo conocimiento, entonces, existe aprendizaje.

Aprender ciencia consiste en desarrollar elaboradas redes conceptuales en la memoria de largo plazo, consistentes con el pensamiento científico aceptado. La meta de la educación es que los individuos construyan una compleja red de conceptos interconectados en dicha memoria, a la cual pueda recurrirse para la solución de problemas y otras tareas.

Es muy importante señalar que la mayor parte de nuestra vida todos somos personas comunes y corrientes, y tenemos un conocimiento ordinario de las cosas. Sin entrar en detalles, suele decirse que el conocimiento ordinario es vago, impreciso, poco crítico, fundado exclusivamente en observaciones sensibles. Por el contrario, el conocimiento científico es claro, preciso, crítico, fincado en conceptualizaciones.

En el transcurso de un día cualquiera, cada persona elabora una larga serie de pensamientos a partir de su contacto con el mundo que le rodea. El contacto sensible con el mundo y la actividad intelectual producen imágenes, ideas y recuerdos, que son nuestros pensamientos cotidianos. Por lo tanto, el pensamiento cotidiano es de naturaleza espontánea y sencillo, a diferencia del pensamiento científico que requiere de una construcción más elaborada y compleja. Ahora bien, el sujeto de interés en este trabajo es el alumno. Aquel que está sentado en un aula recibiendo una clase de Química. Este individuo es una persona común, con su almacén de pensamientos e ideas sobre el mundo muy particulares. Con sus habilidades poco o muy desarrolladas para leer, escribir e interpretar el lenguaje científico.

Frente al estudiante, el profesor se encuentra con una realidad difícil de abordar para que éste dé el salto del conocimiento común al conocimiento científico. Por un lado está lo que se ha denominado como ideas previas; todas esas ideas que utiliza el alumno para la interpretación de diversos fenómenos y que distan de la experimentación científica. (Herrezuelo, 2002).

Así pues, se puede afirmar que estos elementos conforman una especie de conspiración cognitiva contra el trabajo del profesor de ciencias y constituyen obstáculos formidables que dificultan enormemente el aprendizaje significativo de las ciencias por parte de los alumnos (Campanario, 2000 *op. cit.*).

1.D La elaboración del conocimiento científico

En algunos casos el científico se verá obligado a modificar su modelo conceptual, pues la ciencia es una construcción humana que proporciona al científico la oportunidad de hablar y predecir acerca de las cosas, a partir de las cuales extrajo los datos para la construcción de su modelo.

La ciencia busca continuamente la demostración, el argumento, las razones, las causas, las pruebas de que lo asentado por ella corresponde con la realidad. Este es el trabajo más importante de toda persona que ingresa en el ámbito de lo científico.

Ahora bien las leyes científicas, supuestamente comprobadas, fundamentadas y corroboradas, que además gozan de una general aceptación, no por ello se convierten en leyes absolutas, inmutables y eternas, aun cuando así se haya pretendido en ciertas épocas. Un científico sabio está siempre dispuesto a la corrección, la evolución e inclusive la retractación, con respecto a sus afirmaciones previas. (Gutiérrez, 1989 *op. cit.*).

La ciencia es una actividad humana que produce conocimiento. Se estudia desde la historia no desde la lógica. Dentro de los procedimientos más utilizados para la verificación de un conocimiento científico, se encuentran: la observación, la experimentación, la intuición y el raciocinio intelectual.

Las nuevas concepciones epistemológicas, nos indican que el conocimiento científico no se extrae nunca de la realidad sino que procede de la mente de los científicos que elaboran modelos y teorías en el intento de dar sentido a esa realidad, parece asumirse que la ciencia no es un discurso sobre lo real sino más bien un proceso, socialmente definido, de elaboración de modelos para interpretar la realidad. Las teorías científicas no son saberes absolutos o positivos, sino más bien aproximaciones relativas, construcciones sociales que lejos de "descubrir" la estructura del mundo o de la naturaleza, la construyen, la modelan.

Muchos estudiantes, después de algunos años en un sistema, adoptan la posición de "receptor" de información, "el maestro ordena", él espera "las recetas". Para ellos lo importante no es la construcción de conocimiento sino dar la respuesta correcta, lo importante no es la capacidad de aprender, generar ideas y cuestionarlas, sino pasar un examen u obtener el grado. Así, para el alumno, "explicar" es, frecuentemente, referirse a un conjunto de instrucciones del maestro, del compañero o del libro.

Es una responsabilidad de las instituciones académicas, formar científicos que respondan de manera creativa y con un trabajo interdisciplinario a las demandas tecnológicas y necesidades básicas de nuestro país.

En cuanto a la formación de científicos, podemos destacar la necesidad de nuevas estrategias que favorezcan el desarrollo de habilidades para integrarse a un medio que exige: capacidad para integrar aportaciones de varias ciencias o disciplinas para resolver un problema; manejo de incertidumbre en las decisiones; contribución al desarrollo tecnológico teniendo presente el entorno social, generación de resultados prácticos y rentables económica y socialmente; flexibilidad para adaptarse al cambio; trabajo en equipo responsable, crítico y creativo.

Quizás una de las habilidades más importantes a desarrollar en estudiantes de ciencias químicas, frente al cambio acelerado y la gran cantidad de información a la que se tiene acceso, es la capacidad de selección de información así como la capacidad de estar en capacitación y educación continua, "aprender a aprender". Es evidente la necesidad de conocimientos básicos para la resolución de problemas "prácticos", pero se debe reconocer que los conocimientos específicos se adquieren en la práctica y se debe tener la disposición y habilidad para adquirirlos debido a los cambios que va generando el avance en el conocimiento científico mundial.

2. MARCO TEÓRICO DE LA DIDÁCTICA

2.A La didáctica.

Actualmente sabemos que es necesario lograr una aproximación al pensamiento científico, que permita al alumno utilizarlo para ampliar su propia percepción del mundo. Esta aproximación se favorecerá en la medida en que se incorporen a los procesos de enseñanza fenómenos presentes en la vida cotidiana.

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

Etimológicamente Didáctica deriva del griego *didaskhein* (enseñar) y *tekne* (arte) por lo tanto, arte de enseñar. De un modo más explícito puede decirse que la didáctica está representada por el conjunto de técnicas a través de las cuales se realiza la enseñanza. La didáctica presenta reglas orientadas en mayor grado hacia la práctica, toda vez que su objetivo primordial sea orientar la enseñanza.

Un profesor se considera didáctico cuando posee la habilidad para comunicar un tema, hacer inteligible un asunto difícil y lograr un aprendizaje en sus alumnos, este arte se reconoce externamente por la facilidad para lograr un efecto en sus alumnos. La didáctica también requiere de conocimientos exactos, ya que lo que se enseña requiere de una sistematización fundamentada, una serie de conceptos claros y ordenados. En la actualidad esto se conoce como conocimiento pedagógico del contenido. (Garriz, 2006)

El proceso didáctico comprende varias etapas: fijación de metas u objetivos, ordenamiento metodológico, aprendizaje, evaluación y reajuste. Este proceso no se podría concebir si le faltase una etapa, sin la fijación de objetivos, esto sería algo incierto y a la deriva; sin ordenamiento metodológico, una acción insegura; sin aprendizaje, una actuación inútil; sin evaluación, un desconocimiento al esfuerzo y eficiencia; sin ajuste, una tarea a medias.

La enseñanza es una actividad dentro del campo didáctico que tiene por fin el aprendizaje del sujeto a quien se enseña. Al respecto (Ausubel, 2000) dice que el fin de la enseñanza está en el aprendizaje: "el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe, averigüese esto y enséñese en consecuencia".

Así, el objeto de la didáctica se define en el trabajo que pone en relación al que enseña y al que aprende. La Didáctica General, en su intento de dirigir correctamente el aprendizaje, abarca tres momentos:

- 1) **PLANTEAMIENTO:** enfocado hacia, los planes de trabajo adaptados a los objetivos a alcanzar, a las posibilidades, aspiraciones y necesidades de los alumnos y de la colectividad.
- 2) **EJECUCIÓN:** Orientada hacia la práctica de la enseñanza, a través de las clases, de las actividades extra-clase y de las actividades del alumno (motivación, dirección del aprendizaje, elaboración, fijación e integración del aprendizaje, presentación de la materia).

- 3) **EVALUACIÓN:** Dirigida hacia la acreditación, certificación y mejora de los resultados obtenidos con la ejecución. A través de ella se concluye si es necesario llevar a cabo rectificación, modificación en el planteamiento, y si es conveniente una ampliación del aprendizaje.

Existen otras propuestas, como la de evaluar el trabajo experimental a través de la V de Gowin. La V de Gowin es un recurso metodológico particularmente útil para que el estudiante exprese la síntesis de conocimientos logrados y actividades intelectuales desarrolladas a través de una experiencia de aprendizaje; es un método heurístico en donde el profesor puede constatar rápidamente si ha habido coordinación entre lo que el alumno sabe, piensa, decide y hace. Constituye una herramienta valiosa para la planeación y evaluación de un curso, sea éste experimental o teórico.

2.B Elementos de la didáctica

La didáctica debe tomar en cuenta los siguientes elementos:

- 1) **EL ALUMNO:** Es quien aprende, es importante saber hacia quién va a dirigirse el aprendizaje a fin de que la enseñanza se adecue a él.
- 2) **EL PROFESOR:** Es quien orienta el proceso de enseñanza-aprendizaje y ejerce la mayor influencia en el aprendizaje de sus alumnos, ya que es él quien, a través de ofrecer determinados estímulos y experiencias, despierta en sus estudiantes el deseo de aprender.
- 3) **LOS OBJETIVOS:** Toda acción didáctica debe conferir metas, es decir, tener clara la dirección hacia donde se desea llegar con el alumno.
- 4) **LA ASIGNATURA o DISCIPLINA:** Contenido de la enseñanza, medio para alcanzar en cierto grado los objetivos de la etapa, temas o actividades en mérito de su valor funcional, formativo o informativo.
- 5) **LOS MÉTODOS Y TÉCNICAS de ENSEÑANZA:** Medios para propiciar y favorecer la actividad de aprendizaje en los alumnos.
- 6) **LA REALIDAD SOCIAL, ECONÓMICA Y CULTURAL:** A fin de que la actividad didáctica tome conciencia sobre la orientación de la enseñanza.

Una encuesta llevada a cabo con cerca de mil docentes que imparten a asignatura de Química en todo el país revela que únicamente el 5% del total han estudiado la carrera de Química. Abundan, en cambio, dentistas, ingenieros o veterinarios que no cuentan con la preparación idónea para la labor docente en Química. Además, se hizo evidente que cuando dan su clase usan como texto el que aprendieron cuando eran alumnos, se puede decir que en México los profesores desconocen cómo abordar los nuevos currículos que implican estrategias pedagógicas y de evaluación nuevas.

(Chamizo, 2000).

Esto ocasiona que los objetivos marcados no se cumplan satisfactoriamente, por lo que el acto didáctico debe acentuar la relación entre docente y alumno para la consecución de objetivos específicos, objetivos que pretenderán lograr cambios positivos en los alumnos, para que a continuación al acto didáctico se presente su evaluación, como medio de saber hasta qué punto se han conseguido los objetivos previamente fijados. Es obvio que para una correcta evaluación haya habido de antemano un contenido ordenado y graduado que propicie actividades reflexivas y críticas por parte del alumno, también que sea claro, que se asocie con contenidos adquiridos anteriormente y que atienda a la aplicación práctica que le corresponde.

3. EL CURRÍCULUM DE LA QUÍMICA.

La química tiene que ver con la composición y estructura de las sustancias y con las fuerzas que las mantienen juntas. Las propiedades físicas de las sustancias se estudian porque proporcionan claves para las determinaciones estructurales, sirven como bases para la identificación y clasificación e indican posibles aplicaciones para materiales específicos. Sin embargo, la parte central de la química es probablemente la reacción química. El interés de la química se extiende a cada paso a cada aspecto concebible de estas transformaciones e incluye consideraciones tales como: una descripción detallada de cómo y a qué velocidad ocurren las reacciones; las condiciones, necesarias para que ocurran los cambios deseados y para evitar cambios indeseables; la energía que acompaña a las reacciones químicas; la síntesis de las sustancias presentes en la naturaleza y aquellas que no tienen contrapartes naturales y las relaciones cuantitativas de masa entre los materiales involucrados en los cambios químicos.

En la escuela, generalmente se da mayor importancia a los problemas de manipulación algorítmica que a los problemas conceptuales. Los estudiantes que son capaces de resolver problemas matemáticos, pueden tener un entendimiento limitado de la química subyacente a sus manipulaciones algorítmicas. Esto puede ser superado asegurándose de que los estudiantes entiendan los conceptos químicos cualitativamente antes de que se les presenten cuantitativamente. Esta posición marca referentes a partir de los cuales debemos actuar con miras a la mejora de la educación química, muy particularmente en el caso de la enseñanza experimental de la Química Inorgánica que es el motivo de esta tesis. Como respuesta al área de la que proviene mi formación profesional, me permito exponer, acotadamente, la importancia de la Química Inorgánica; justificando, al mismo tiempo, la realización de esta tesis por medio de la cual busco obtener el grado de licenciada en Química Farmacéutica Biológica. A lo largo de la preparación del futuro químico, éste suele ser bombardeado con conceptos básicos y concretos, pero realmente poco útiles para su desarrollo profesional.

El problema radica en la casi nula integración de conceptos, pasamos de una asignatura a otra y vamos dejando a lo largo del camino aquel conocimiento que puede parecerse inútil, pero que en realidad construye nuestras bases como químicos, y que nos ayudará a enfrentarnos en los últimos semestres de la licenciatura y en el resto de nuestra vida profesional a todos los sistemas químicos correspondientes a nuestra especialidad.

Sería imposible imaginar un plan de estudio para la licenciatura de Química, en el que se omitieran las asignaturas básicas, y en este caso nos referimos principalmente a la Química Inorgánica. Sería preferible que en este tipo de asignaturas básicas el alumno fuera dotado de mayor número de herramientas trascendentales, que le permitan entender desde los primeros años de la carrera, que las reacciones químicas no sólo pueden explicarse de acuerdo a la estructura de los reactivos que en ellas intervienen, sino que la energía y el tiempo asociados a ellas definen en gran medida el camino y por ende los productos que han de obtenerse. Actualmente sabemos que por sorprendente que nos parezca la mayoría de las reacciones para la obtención de energía de los seres vivos son fundamentalmente de tipo *inorgánico*. Por supuesto, estas reacciones son mediadas y se llevan a cabo gracias a sistemas bioquímicos complejos. Las enzimas, por ejemplo, son catalizadores que controlan la síntesis y degradación de las moléculas biológicamente importantes. Muchas enzimas dependen de un ion metálico para su actividad, los compuestos metálicos también son importantes en el proceso de transferencia química y energética, las reacciones que comprenden el transporte de oxígeno al sitio de la oxidación y diversas reacciones redox resultan de su utilización. Sin olvidar a los no metales que resultan de suma importancia para la inorgánica.

Capítulo II: IDEAS PREVIAS O CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

1. CONSTRUCTIVISMO

1.A ¿Qué es el constructivismo?

La filosofía de las ciencias se ha ocupado, tradicionalmente, en la justificación del conocimiento científico, pero en la actualidad su interés se ha centrado en conocer cómo hacen ciencia los científicos; se ha pasado de considerar que la ciencia es un conjunto organizado y validado de conocimientos, que explican cómo es el mundo en que vivimos, a creer que la ciencia es un tipo de actividad humana y, por ello, compleja y difícil de describir. Ha emergido un nuevo modelo de ciencia, que parece más adecuado para orientar la enseñanza de la ciencia en la escuela, "el constructivismo".

(Gomez G. y Coll, 1994).

La opción constructivista rechaza la posibilidad de una verdad única, y lleva consigo una declaración a favor de la diversidad y la tolerancia. En términos generales, los seres humanos no son conscientes de estos procesos de construcción de la realidad; sin embargo, el mundo no es otra cosa que la construcción de un observador.

El constructivismo, es una teoría del conocimiento usada para explicar cómo conocemos lo que conocemos, en la cual el conocimiento no refleja una realidad, sino un ordenamiento y organización del mundo constituido por nuestra experiencia. El constructivismo es también un modo de pensar acerca del conocer, a partir del cual se construyen modelos para la enseñanza, el aprendizaje y el currículo. Las teorías científicas no son saberes absolutos, sino, construcciones sociales que lejos de "descubrir" la estructura del mundo o la naturaleza, la construyen o la modelan.

El constructivismo analiza aquellos procesos de percepción, de comportamiento y de comunicación, a través de los cuales los hombres forjamos nuestras realidades individuales, sociales, científicas e ideológicas. El constructivismo sostiene que lo que conocemos, resulta del observador y no de lo observado.

1.B Constructivismo y la ciencia

Debemos abordar el aprendizaje como un proceso constructivo, de búsqueda de significados e interpretación, en lugar de reducirlo a un proceso repetitivo o reproductivo de conocimientos.

La ciencia es vista, en el constructivismo, como sistemas con modelos que describen cómo el mundo-puede ser en vez de cómo es. La ciencia no es la búsqueda de la verdad, sino un proceso que nos ayuda a explicar mejor el mundo; su enseñanza se vuelve un proceso activo y social con el que explicamos nuestra experiencia.

Carretero dice que el constructivismo es la idea que mantiene el individuo (en aspectos cognitivos, sociales y afectivos), es producto de una construcción propia que se va produciendo día a día.

El conocimiento no es copia fiel de la realidad sino una construcción del ser humano, realizándolo con los esquemas que ya posee, es decir que ya construyó en relación con el medio que lo rodea. Dicho proceso depende de dos aspectos fundamentales:

- 1) De los conocimientos previos o representación que se tenga de la nueva información o de la actividad o tarea a resolver
- 2) De la actividad externa o interna que el aprendiz realice al respecto.

La concepción constructivista del aprendizaje escolar se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación es promover los procesos del crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura al que pertenece, al aprendiz debe de administrársele una ayuda específica a través de su participación en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas, que logre propiciar en este una actividad mental constructiva. (Carretero, 1996).

La construcción del conocimiento escolar puede analizarse desde dos vertientes:

- 1) Procesos Psicológicos implicados en el aprendizaje
- 2) Los mecanismos de influencia educativa susceptibles de promover, guiar y orientar dicho aprendizaje.

La experiencia práctica es la esencia del aprendizaje científico. La enseñanza de los alumnos en materias científicas se llevará a cabo principalmente con experimentos. Aunque varias investigaciones sobre educación parecen demostrar que no siempre resulta tan valioso para su aprendizaje.

Para muchos, la educación científica se queda incompleta sin haber obtenido alguna experiencia en el laboratorio, no es menos cierto que el trabajo práctico no es una panacea universal en la enseñanza de las ciencias para conseguir cualquier objetivo educativo. (Hodson, 2005).

El enfoque constructivista se resume en la siguiente frase:

“ Enseñar a pensar y actuar sobre contenidos significativos y contextualizados ”

La concepción constructivista se organiza en torno a tres ideas fundamentales

1º El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje, él es quien construye, es un sujeto activo cuando manipula, explora, descubre, inventa, lee o escucha la exposición de otros.

2º La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración. No tiene en todo momento que descubrir o inventar. El alumno reconstituye un conocimiento preexistente en la sociedad desde el momento que se acerca a ésta, pero lo construye en el plano personal desde el momento en que se acerca en forma progresiva y comprensiva a lo que significan y representan los contenidos curriculares como saberes culturales.

3º La función del docente es dirigir los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado. La función del profesor no se limita a crear condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva sino que debe orientar y guiar explícita y deliberadamente dicha actividad.

La construcción del proceso escolar es en realidad un proceso de elaboración en el sentido que el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de diversas fuentes, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos.

Aprender un contenido quiere decir que el alumno le atribuye un significado, construye una representación mental a través de imágenes o proposiciones verbales, o bien elabora una especie de teoría o modelo mental como marco explicativo de dicho conocimiento. Construir significados nuevos implica un cambio en los esquemas del conocimiento que posea previamente, se logra introduciendo nuevas relaciones entre dichos elementos.

El desarrollo de la autonomía moral e intelectual, la capacidad de pensamiento crítico, el autodidactismo, la capacidad de reflexión sobre uno mismo y sobre el propio aprendizaje, la motivación y la responsabilidad por el estudio, la disposición para aprender significativamente y para cooperar buscando el bien colectivo etc., son factores que indican si la educación es o no de calidad.

Así, una escuela de calidad será aquella que sea capaz de atender a la diversidad de individuos que aporten y que ofrece una enseñanza adaptada y rica, promotora del desarrollo.

2. IDEAS PREVIAS

2.A Generalidades sobre ideas previas

En las últimas décadas se ha realizado investigación educativa acerca de cómo los estudiantes adquieren conocimientos, poniendo de manifiesto que los estudiantes poseen ya unas ideas sobre la naturaleza del mundo que les rodea, que no siempre concuerdan con el punto de vista de la ciencia. El efecto producido por estas ideas previas de los alumnos en el aprendizaje es enorme.

Giordan señala, que las ideas previas son, más que un almacén para consultas posteriores, una especie de filtro conceptual que permite a los alumnos entender el mundo que los rodea.

Hoy en día, se sabe que los alumnos mantienen un conjunto diverso de ideas previas sobre los contenidos científicos que casi siempre son erróneas, y se reconoce que estas ideas previas son uno de los factores clave que deben tenerse en cuenta para un aprendizaje significativo y correcto de las ciencias. El profesor de ciencias debe contar con que sus alumnos ya poseen un conocimiento alternativo relacionado con la ciencia.

Una vez que éstos se hayan convencido de que los conceptos ya existentes en los alumnos son importantes, ya que inevitablemente serán incorporados a futuros aprendizajes, su forma de enseñar frecuentemente se modificará al tener cada vez más en cuenta las ideas que tienen los alumnos.

A menudo, la interpretación de los fenómenos, desde un punto de vista científico, es diferente a la interpretación que los alumnos hacen, pues ellos construyen significados que se ajustan a sus experiencias y expectativas. Resuelven este conflicto cognitivo separando la ciencia escolar de su propia experiencia, en otras palabras, diferencian entre las explicaciones científicas.

Cuando un profesor expone la clase, hace un esquema en el pizarrón, explica un mural o pide a un alumno que lea en alto un texto, el pensamiento del autor del texto no queda automáticamente transferido a la mente del alumno.

Cada uno de los individuos presentes en el aula forma sus propias ideas a partir de diversos estímulos, incluyendo las palabras específicas, leídas u oídas, que hay en ese entorno concreto de aprendizaje.

El grado de semejanza entre el pensamiento construido y lo que se proponía el docente, dependerá de la manera en que un alumno se enfrente al manejo de ese lenguaje que los profesores utilizan tan libremente como su medio principal de instrucción.

Para poder organizar un entorno de aprendizaje, en el que los alumnos tengan máximas probabilidades de generar en sí mismos los significados que los profesores quisieran obtener y para modificar sus ideas existentes, de manera que asimilen unas nuevas, se requiere una gran habilidad en los docentes, un conocimiento de las ideas de los alumnos y la comprensión de sus formas de procesar la información.

Ausubel, Novak y Hanesian (1983), comenzaron a estudiar las ideas previas de los alumnos motivados, ya que afirman que los alumnos desarrollan ideas sobre el mundo, construyen significados para las palabras que se usan en ciencia y despliegan estrategias para conseguir explicaciones sobre cómo y por qué las cosas se comportan como lo hacen. De algún modo es razonable que las ideas previas sean científicamente inadecuadas, porque lo contrario haría innecesario el gran esfuerzo de abstracción y lucha contra el sentido común que implica la construcción de la ciencia.

A pesar de que las ideas previas son construcciones personales y propias de cada sujeto, existen mucho más semejanzas que diferencias entre ellas, lo que ha permitido identificar algunos esquemas comunes en alumnos de países y sistemas educativos distintos.

2.B Distintas denominaciones

En torno a este tema se han llevado a cabo diversos análisis y se han hecho varias propuestas para intentar acordar un sólo término. Por ejemplo, el término "concepciones alternativas", es propuesto por Driver y Esley (1988), considerándolo el más adecuado porque involucra una visión "ideográfica", es decir, que con este término se toman en cuenta las ideas de los alumnos como concepciones personales que tienen significado y utilidad para interpretar cierta fenomenología y, porque no implica una denominación en sentido negativo, esto es, considerarlas como un error de comprensión o un conocimiento incompleto, denotación que está implícita en el término "error conceptual"

El uso e interpretación del término "concepciones alternativas" ha sido ampliamente adoptado y ha ido desplazando a otros términos como "errores conceptuales", "preconceptos", "concepciones espontáneas", "teorías implícitas" y "teorías en acción", por citar los más comunes.

El término "concepciones alternativas" o idea previa es, sin duda, una manera adecuada de nombrar las concepciones de los estudiantes, que se refiere a una concepción que no ha sido transformada por la acción escolar y porque es un término fácilmente identificable por los profesores.

2.C ¿Qué son las ideas previas?

Los alumnos construyen o generan activamente significados, a partir de experiencias sensoriales; por ejemplo, cosas que ven, sonidos, olores, etcétera.

El establecimiento de relaciones entre los datos sensoriales y las ideas preexistentes, además de la construcción activa, la verificación y la asimilación de nuevas ideas, son cosas que solamente puede realizar el propio sujeto.

Resulta sumamente importante que los profesores comprendan que la ciencia de los alumnos debe jugar un papel predominante en el aprendizaje de las ciencias. Se debe adoptar una visión en la cual las nuevas ideas solamente se puedan construir generando significados para los datos sensoriales, utilizando las ideas preexistentes en la memoria. Sin embargo, aun en la actualidad, es muy raro encontrar orientaciones curriculares que expliquen a los profesores las ideas que probablemente tendrán sus alumnos y el modo en el que éstas podrían modificarse.

A pesar de las diferencias, tanto en el lenguaje que emplean los alumnos, como en las experiencias diarias que ellos encuentran y en las formas de enseñanza que ellos reciben, los hallazgos de las investigaciones realizadas en ideas previas en diversos países, son muy similares. Esto hace pensar que los alumnos de cualquier parte del mundo aprenden de manera parecida, y que en muchos países están expuestos a experiencias diarias similares y a fenómenos, tanto directos como indirectos, que influyen en su aprendizaje de las ciencias en el salón de clases. Además, se hace evidente que las respuestas de muchos de los alumnos a situaciones del mundo real relacionadas con las ciencias, están guiadas por sus propias ideas más que por lo que los profesores se han esforzado tanto en "enseñarles".

Ellos pueden devolver las fórmulas verbales que se les dan, pero cuando se les pide que actúen, a menudo se comportan de acuerdo con sus ideas personales.

El trabajo de los profesores de ciencias consiste en inventar situaciones que agudicen la capacidad de los alumnos para examinar esas teorías, que les ayuden a reunir sistemáticamente los hechos del caso antes de llegar a deducciones precipitadas, y que pongan en evidencia las consistencias e inconsistencias de sus propias explicaciones.

2.D Principales características de las ideas previas

Sabemos que gran parte de las ideas previas se forman de modo espontáneo, las cuales tienen un origen perceptivo que les hace estar centradas en lo aparente, en lo observable y en lo que cambia. Se basan generalmente en una causalidad simple y lineal. También existen concepciones que tienen su origen en el ámbito escolar y se presentan como ideas deformadas o simplificadas de ciertos conceptos, que conducen a una comprensión errónea o desviada por parte de los alumnos.

Otras tienen su origen en el entorno social y cultural, se verbalizan con facilidad y es difícil convertirlas en pautas de acción.

De este modo observamos que por distintas vías, los alumnos adquieren una gran cantidad de ideas previas que interactúan y se mezclan entre sí, dando lugar a una ciencia intuitiva sumamente difícil de modificar. Cuando una persona intenta comprender algo, necesita activar una idea o conocimiento previo que le sirva para organizar esa situación y darle sentido.

Muchas de estas ideas están basadas en la experiencia cotidiana del alumno, generalmente existen ciertos aspectos comunes de estas ideas previas de los alumnos sobre los fenómenos científicos:

- a) Los alumnos llegan a las clases de ciencia con diversas ideas previas relacionadas con fenómenos y conceptos científicos.
- b) En muchos casos son incompletas, son diferentes de las científicas, y en otros, son incorrectas.
- c) Son específicas y con frecuencia dependen de la tarea utilizada para identificarlas.
- d) No son fáciles de identificar porque forman parte del conocimiento conceptual del sujeto.
- e) Las ideas previas de los estudiantes se encuentran presentes de manera semejante en diversas edades, género y culturas.
- f) A pesar de que se ha encontrado cierto grado de similitud entre las representaciones de sujetos procedentes de distintos medios culturales. Son construcciones personales, es necesario interpretarlas dentro del contexto individual.
- g) Las ideas previas que corresponden a conceptos y no a eventos, presentan confusiones cuando son aplicadas a situaciones específicas.
- h) Están guiadas por la percepción y por la experiencia del alumno en su vida cotidiana.
- i) Las ideas previas son generadas a partir de procesos donde los cambios son muy evidentes, mientras que los aspectos estáticos pasan desapercibidos.
- j) Las dificultades de comprensión que ocasionan a los estudiantes no son igual de importantes, ya que no todas las ideas previas de los estudiantes tienen el mismo nivel de especificidad/generalidad.
- k) Generalmente son muy resistentes y difíciles de modificar.

- l) Pueden constituir representaciones difusas y más o menos aisladas, porque tienen un grado de coherencia y solidez variable, o bien, pueden formar parte de un modelo mental explicativo con cierta capacidad de predicción
- m) Los profesores, frecuentemente, comparten las ideas previas de los alumnos, sin embargo, es posible modificarlas por medio de estrategias orientadas al cambio conceptual.

Algunos autores consideran que estas ideas de los alumnos constituyen un conocimiento fragmentario, carente de coherencia y consistencia y, desde luego, lejano de la sistematicidad que posee una teoría. Pero otros piensan que estas concepciones son representaciones más o menos complejas, coherentes e integradas y forman parte de modelos mentales o de teorías, que a pesar de ser incorrectas o incompletas desde el punto de vista científico, tienen un cierto poder explicativo. Estos enfoques de las ideas previas podrían parecer contradictorios y, por tal razón, dificultan la identificación y tratamiento de las mismas.

2.E Detección de ideas previas en alumnos de química

Así, el interés de conocer e identificar las ideas de los estudiantes surge, porque el objetivo general de la instrucción es lograr que el alumno comprenda los contenidos científicos que tiene que aprender, y no sólo los memorice, o aprenda a resolver ejercicios aplicando fórmulas cuyo significado le resulta ajeno y extraño. La mayoría de los estudiantes interpretan los conceptos químicos según su experiencia o sentido común, aunque dicho significado no concuerde con el significado real según la asignatura química.

Los investigadores han identificado orígenes diversos. Por un lado parece claro que muchas de las ideas previas de los alumnos tienen su origen en la experiencia cotidiana. Y por otro, parece que determinados esquemas conceptuales están ampliamente extendidos en todas las culturas.

Consideramos a las ideas previas como las creencias que tienen los estudiantes antes, durante y después de su participación en la clase de química (o ciencia en general).

Estas creencias influyen en la estructuración del entendimiento de los estudiantes, influyendo así mismo en su aprendizaje presente y futuro. Las creencias o significados diferentes a la interpretación científica provocan que se conecten nuevas ideas de manera inadecuada, dando como resultado un entendimiento débil, una respuesta acorde a una estructura cognitiva inapropiada.

2.F Agrupación de las ideas previas según su origen

La persistencia de las ideas de los alumnos, frecuentemente no compatibles con los puntos de vista científicos, y su efecto sobre el aprendizaje de los conceptos, han estimulado estudios e investigaciones para comprender cómo se originan dichas ideas, de qué manera influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje y cómo inciden en los resultados del aprendizaje (Herrezuelo, 2002 *op. cit.*).

A pesar de que reconocer el origen de las ideas previas puede convertirse en una tarea en extremo complicada, se han registrado tres grupos esenciales que son las de:

- ✓ Origen sensorial o concepciones espontáneas (Heurísticos):
- ✓ Origen social o concepciones inducidas. (Cultural)
- ✓ Origen analógico o concepciones análogas. (Educativo)

El origen de estas ideas se puede clasificar en:

1. Origen sensorial o concepciones espontáneas (Heurísticos):

Muchas concepciones se formarían para dar significado a las actividades cotidianas y se basarían en datos recogidos -en el caso del mundo natural- mediante procesos sensoriales y perceptivos. En general, este tipo de concepciones suelen ser las más universales o compartidas por alumnos en países y contextos culturales muy diferentes. Tienen la característica de ser sencillos y útiles en la vida cotidiana como: a mayor causa, mayor efecto, o la tendencia de los alumnos por explicar los cambios y no los estados, lo que los limita para construir algunos de los esquemas esenciales de la comprensión de la ciencia, como son las nociones de conservación y equilibrio. Explicar fenómenos a partir de estos razonamientos supone una cierta tendencia natural por hacer razonamientos sencillos, poco complicados y prácticos por un lado, y por otro la falta de información o de conocimientos científicos, natural en alumnos en formación. Aunque se ha comprobado que aún con los conocimientos necesarios para llegar a conclusiones científicamente correctas, los estudiantes en la vida cotidiana se resisten a utilizarlos.

2. Origen social o concepciones inducidas. (Cultural):

La cultura es, entre otras muchas cosas, un conjunto de creencias compartidas por unos grupos sociales, puede diferir de un contexto cultural a otro.

Este tipo de ideas, a diferencia de las de origen espontáneo (que como ya vimos surgen de una tendencia natural a explicaciones sencillas y prácticas) se hacen presentes a partir de la realidad que vive el alumno en un contexto social que induce o favorece cierto tipo de ideas. Entre las fuentes socioculturales del conocimiento del estudiante están la familia, el sistema educativo y la creciente influencia de los medios de comunicación en la formación de concepciones a través de la divulgación científica (Pozo, 1991 *op. Cit.*).

El lenguaje diario utilizado en nuestra sociedad, es un factor importante en la formación de concepciones inducidas en las clases, a menudo conduce a los estudiantes a tener puntos de vista diferentes a los de los científicos. El lenguaje puede ser transparente para el profesor, que tiene un gran número de experiencias y de redes conceptuales que las explican, que aspiran a que los estudiantes entiendan los conceptos y procesos tal como la ciencia los concibe, pero para el estudiante, que habitualmente no conoce ni las experiencias ni muchas de las conexiones entre los conceptos no es tan fácil. Por ello el lenguaje puede llegar a ser incluso un obstáculo para la formación de nuevos marcos teóricos. Es preciso que el profesor tenga cuidado al escoger el lenguaje y hacer las aclaraciones necesarias, pues muchas veces una idea que se expresa con algunas palabras lleva implícita una serie de conceptos y supuestos que se pueden pasar por alto durante una explicación en el aula. También se debe determinar cuales, son las dificultades que se presentan por el uso de lenguaje cotidiano y del lenguaje científico (que implica ciertos términos poco comunes en el vocabulario cotidiano), y algunas características de las ideas inducidas.

3. Origen analógico o concepciones análogas. (Educativo):

Algunas concepciones alternativas tienen su origen en los propios materiales y actividades didácticas (errores en los libros), falta de formación del profesorado cuando se enfrenta a problemas nuevos en el marco de una enseñanza constructiva, etc.

Desde el punto de vista de la psicología cognitiva, es imposible comprender algo sin activar alguna idea o esquema, pero ello no significa que dispongamos de ideas específicas para todos los dominios.

Lo que solemos hacer ante un dominio nuevo es activar, por analogía o similitud, un esquema o una idea correspondiente a otro dominio que nos sirve para comprender la nueva situación. Existen dos tipos de analogías que se pueden generar: las analogías de criterio superficial, que son generalmente desarrolladas por los alumnos, se basan en similitudes de rasgos perceptivos, y las de criterio conceptual, que buscan la similitud en los conceptos que requiere una tarea para su solución (Pozo, 1991 *op. Cit.*)

Así pues, algunas ideas espontáneas son reforzadas por el inapropiado uso de analogías en el medio escolar. Sin embargo, la analogía puede ser un recurso para la enseñanza, pero sí habría que hacer algunos señalamientos para evitar que su efecto sea contraproducente. No se puede utilizar una analogía para la enseñanza de nuevos conceptos sin destacar además de las similitudes también las diferencias, pues se puede cometer el error de transponer los modelos sin identificar la singularidad de cada uno.

La existencia de ideas previas científicamente incorrectas permite entender por qué los alumnos plantean preguntas, aparentemente absurdas, pero que para ellos están llenas de sentido. De esta manera, las ideas previas determinan en gran medida qué aspectos de la realidad son dignos de ser estudiados para determinada situación. Dado que dichas ideas previas tienen incidencia en el aprendizaje, se deben tener en cuenta para diseñar la estrategia didáctica, así como su empleo para fomentar el buen entendimiento de los conceptos químicos.

Durante muchos años los profesores han desempeñado su trabajo como si la mente de sus alumnos fuese receptáculo vacío en el que había que colocar el conocimiento (Campanario, 2000 *op. cit.*). Los alumnos aprendían más o menos dependiendo de su capacidad y el aprendizaje se concebía, fundamentalmente, como un proceso de adquisición de información y, sólo en segundo lugar, como un proceso de desarrollo de destrezas. Quizás el aspecto más preocupante sea cómo se mantienen a lo largo de los años las ideas que tienen los alumnos a pesar de recibir la enseñanza formal. La dificultad para cambiar estas ideas no es la misma en todos los temas, siendo la persistencia de tales dificultades mayor en aquellas que están relacionadas con hechos y fenómenos que los alumnos observan con frecuencia (Herrezuelo, 2002 *op. Cit.*).

2.G Ideas previas en el salón de clase

La relación del profesor con sus alumnos no es sólo de índole cognoscitiva, sino que se extiende a toda la persona, especialmente al área afectiva. Así, se ha insistido en que debe existir empatía entre el profesor y sus alumnos para que de manera armónica y agradable se concentren en la tarea. Ciertamente el alumno trabajará mejor si confía en su maestro, si éste es amable, atento, y responde con gusto a sus dudas.

Si además el profesor tiene sentido del humor y es capaz de reírse de sí mismo, el alumno sentirá que puede hacer planteamientos sin temor a ser regañado; podrá concentrarse más en la tarea sin la distracción de cuidarse de un maestro "cascarrabias".

La alegría, el entusiasmo y los reforzamientos adecuados hacen del estudio una tarea mucho más amena; pero con todo lo positivo que pueda parecer esto, hacerse el "simpático" puede parecer un fingimiento que atenta contra la personalidad de cada quien. Imaginemos un recuerdo común: el profesor serio, austero y exigente que se recuerda con cariño porque "con él sí aprendimos". Es evidente, en este caso, que el éxito del maestro radica en el hecho de hacer sentir al alumno la satisfacción del logro cognoscitivo y reducir la angustia al fracaso en los exámenes.

Es conveniente que los alumnos se acostumbren a trabajar en grupos de diferentes características, ya que esto facilitará el aprendizaje social. El tipo de grupos formados se debe adaptar a las actividades que se realizan en el trabajo práctico.

Un escenario ideal para la resolución de problemas auténticos es la formación de grupos pequeños (equipos de trabajo). La participación en la cultura científica resolviendo problemas en grupos pequeños refleja el carácter social de la ciencia.

Las ideas previas y la necesidad de transformarlas en el salón de clase y el laboratorio han generado la necesidad de diseñar diversas estrategias de enseñanza.

Con la formación de los grupos pequeños se promueven el interés y la motivación; y se favorecen el intercambio, la discusión y el trabajo cooperativo entre los alumnos.

El trabajo en parejas se aconseja en las situaciones en donde los alumnos deban aprender a utilizar instrumentos o realizar montajes delicados o complejos.

Cuando se requiere que exista la discusión y el intercambio de ideas puede ser más enriquecedores los grupos de tres o cuatro alumnos. Los grupos con más de cinco alumnos son poco operativos para estas actividades. Los grupos heterogéneos son enriquecedores y favorecen la enseñanza. (Kind, 2004).

Por ejemplo, se indican algunas estrategias de aprendizaje para la enseñanza de la ciencia que toman en cuenta las ideas de los estudiantes. Desde una perspectiva constructivista no existe un solo método o camino instruccional para enseñar un tópico científico particular.

- El aprendizaje de la ciencia no sólo implica la organización de conceptos en una nueva estructura, sino darles una nueva justificación o racionalidad y fundamentación.
- La enseñanza debe involucrar el tratamiento de argumentos científicos de manera que sustentados en evidencias empíricas, los alumnos vayan más allá de éstos y construyan la "manera de ver" que adopta la comunidad científica.
- Una concepción de enseñanza, desde una perspectiva constructivista, reconoce que tanto las actividades experimentales como las discusiones, serán interpretadas por los estudiantes de manera diferente de aquélla que se pretende educativamente.
- Las ideas previas de los estudiantes son construcciones personales que constituyen un parámetro con el que interpretan lo que los profesores explican.
- El profesor debe conocer las principales ideas previas de los alumnos acerca del tema que va a enseñar para que pueda en su clase, desarrollar algunas estrategias didácticas que contribuyan a superarlas.
- El profesor no debe esperar una rápida transformación de las ideas previas de los alumnos basada sólo en sus aclaraciones o explicaciones. Es conveniente llevar a cabo experimentos e interrogar a los estudiantes acerca de sus interpretaciones para percatarse de la persistencia o modificación de sus ideas y apoyar su construcción conceptual.
- Es importante procurar que los estudiantes tomen conciencia de sus ideas previas para que puedan reflexionar sobre ellas y esforzarse por su transformación.
- Es necesario que el profesor lleve a cabo un auto-análisis, se dé cuenta si comparte ideas previas con sus estudiantes y actúe en consecuencia.
- Una evaluación continua del progreso de los estudiantes, en función de su comprensión conceptual y posibilidades de inferencia y explicación, puede implicar notables beneficios para la modificación de las ideas previas.

Finalmente cabe apuntar que las ideas previas, como toda conceptualización que permita explicar un suceso, requiere, para su transformación de un proceso complejo, donde deben cumplirse diversas condiciones como el reconocimiento de anomalías, insatisfacción de las explicaciones, la aceptación y mínima comprensión de otras posibles explicaciones y, tener en cuenta que dicha transformación requiere de pasar por diversos niveles o etapas.

Es importante tener en cuenta que la transformación de las ideas previas no es un proceso abrupto, sino por el contrario, es un proceso lento y gradual.

También es necesario reconocer que las posibles transformaciones de las ideas previas no ocurren de manera aislada e intervienen en él diversos factores entre los que se pueden mencionar el contexto, el nivel de comprensión de los conceptos, sólo por mencionar algunos.

3. CAMBIO CONCEPTUAL

3.A Antecedentes

En la enseñanza de las ciencias y en la psicología cognitiva se originaron diversas teorías para tratar de explicar como es posible pasar de una concepción construida a partir de la experiencia cotidiana hacia una concepción cercana a las concepciones científica. En términos generales, esas teorías o investigaciones se han enmarcado bajo la denominación común de cambio conceptual.

A partir del trabajo de Piaget en 1920, hasta la actualidad, se ha hecho un enorme esfuerzo por comprender la forma como los estudiantes, a través de sus ideas o concepciones se representan el mundo natural.

En los primeros estudios realizado había cierta tendencia de los investigadores a considerar que estas concepciones eran equivocaciones, producto de un aprendizaje erróneo al encontrar su persistencia y su presencia en situaciones tan diversas, fue claro que estas concepciones alternativas son concepciones personales y racionales de los individuos que les permiten hacer inteligible el mundo que los rodea, así como actuar en él. La mayor parte de la investigación de este campo se ha realizado desde una perspectiva constructivista, a partir de la cual se reconoce el proceso de conocer es activo, individual y personal, y se basa en el conocimiento previamente construido.

El término cambio conceptual ha sido utilizado con diferentes significados de la enseñanza. En sentido general se entiendo ese término como sinónimo de aprendizaje, dentro de una perspectiva constructivista, es decir, se entiendo como una reestructuración mayor del conocimiento existente que representa un aprendizaje más profundo y difícil de lograr en comparación con el aprendizaje más cotidiano, en el que se memorizan datos o se aprenden más ejemplos sobre algo ya conocido.

Para las teorías del cambio conceptual es relevante el reconocimiento de la existencia de concepciones múltiples respecto al mismo fenómeno, que son cualitativamente diferentes, que no son necesariamente obstáculos para el aprendizaje y que constituyen un espacio de variación determinado alrededor de un fenómeno.

Dentro de las distintas aproximaciones al cambio conceptual algunas consideran el cambio como un proceso revolucionario en el que el conocimiento que los estudiantes tienen antes de la instrucción es reemplazado por otro, más cercano al conocimiento científico.

La teoría constructivista del aprendizaje considera que el estudiante construye de forma activa su propio conocimiento, en el contexto social en el que se desenvuelve, y partiendo de su conocimiento anterior.

El conocimiento lo construye el individuo a medida que actúa sobre los objetos y la gente, tratando de entenderlo todo. Se adquiere, no por la internalización de algo externo que nos es dado, sino construyéndolo desde adentro. Las teorías elaboradas por los estudiantes tienen también para ellos coherencia y utilidad, y se corresponden con las experiencias intuitivas que han tenido a lo largo de sus vidas.

Por lo cual, es muy importante conocer los esquemas representacionales de los estudiantes y reflexionar sobre la importancia que tienen dichos esquemas en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

Dicha transformación se conoce como cambio conceptual, desde los años 80, se realizaron investigaciones de las concepciones de los estudiantes, sobre la naturaleza de la ciencia y forma de aprender (es decir, las concepciones meta-cognoscitivas). También en esta década hubo un aumento en la investigación de las concepciones pre-instruccionales hacia los conceptos de la ciencia, los conceptos de los estudiantes y el cambio conceptual en los varios marcos teóricos, y hoy se cuenta con numerosos modelos del mismo (Bello, 2004), que abarcan desde las posiciones más radicales, que proponen la sustitución total de las ideas previas por los conceptos científicos, hasta propuestas que aceptan la modificación gradual y parcial de las ideas de los alumnos, llegando a considerar la coexistencia dual o múltiple de concepciones en el estudiante, cuyo uso estará orientado por el contexto social y se verá fuertemente determinado por aspectos afectivos.

La intención del cambio conceptual es de alguna manera análogo a la estructura que refleja estados voluntarios y mentales, y relaciona la motivación, cognición y aprendizaje. Se reconoce la importancia del estudio de cambio conceptual de las perspectivas de la educación de la ciencia y de la psicología en el desarrollo cognoscitivo.

3.B Aplicación del cambio conceptual en la enseñanza

El cambio conceptual surge como una teoría que considera los procesos que la persona utiliza para modificar sus conceptos centrales (Garritz, 2001). Forma parte de la estructura del constructivismo. El término cambio, a menudo se ha entendido mal, como un intercambio de concepciones pre-instruccionales para los conceptos de la ciencia.

En un sentido general, el cambio conceptual denota las sendas de aprendizaje de las ideas previas de estudiantes a los conceptos de la ciencia a ser aprendidos. Los modelos de cambio conceptual en la enseñanza de la ciencia suelen asumir la necesidad de activar las concepciones de los alumnos para someterlas a conflicto y, posteriormente, sustituir las o transformarlas en ideas científicamente aceptadas. El cambio conceptual alentado por este tipo de modelos, no supone sólo el cambio de un concepto por otro, sino el de una forma de conceptualizar, la categoría natural o espontánea, por otra, el concepto científico. Es necesario cambiar los principios o supuestos implícitos en los que a su vez se funda el conocimiento cotidiano o alternativo y que constituye las teorías implícitas de los alumnos, para ayudarlos a comprender los principios en los que se fundan los conceptos científicos.

El aprendizaje de la ciencia es un proceso de cambio conceptual, por el que las concepciones alternativas se transforman en ideas científicamente aceptadas. No implica tanto sustituir unas ideas por otras, como modificar las relaciones entre esas ideas; lo que cambia no son las ideas aisladas, sino las teorías de las que forman parte.

El tipo de enseñanza por un cambio conceptual ofrece una salida alternativa a los modelos existentes de enseñanza de las ciencias. En este modelo, todo aprendizaje empieza con el conocimiento previo del estudiante y se ve posteriormente influido por el profesor. Se sostiene que el desarrollo cognitivo en el aprendizaje de las ciencias supone una serie de cambios en los esquemas de conocimiento que los alumnos emplean. Para que se produzca el cambio conceptual, se deben cumplir tres puntos fundamentales:

1. Los alumnos deben sentirse insatisfechos con su punto de vista anterior.
2. El punto de vista científico más sofisticado debe considerarse más plausible y más inteligible que el suyo propio, esto es, la nueva idea debe tener sentido.
3. Para establecer por qué es una explicación o un concepto más potente, la nueva idea debe ser aplicada en nuevas situaciones.

Dentro del proceso del cambio de las ideas previas de los estudiantes, podríamos hablar de dos niveles de comprensión: el primero como asimilación, en el cual los estudiantes han echado mano de sus conceptos existentes para trabajar con nuevos fenómenos, pero estas mismas concepciones se convierten en una barrera para una comprensión adecuada de los fenómenos.

Por otro lado, si lo que se pretende es un mejor nivel de aprendizaje y que se dé la asimilación de conceptos y fenómenos satisfactoriamente habrá que reemplazar o reorganizar los conceptos centrales. A esta forma más radical de cambio conceptual la denominan Posner y colaboradores como acomodación.

En el proceso de acomodación se pueden encontrar analogías entre el quehacer científico y el aprendizaje de las ciencias.

De igual forma, en el aprendizaje, la persona debe ser capaz de captar cómo puede el nuevo concepto estructurar la experiencia suficientemente como para explorar sus posibilidades inherentes. Una nueva concepción debe hacer más que la concepción previa. (Garriz, 2001 *op. cit.*).

Encontramos expresada en una u otra forma, la idea de contemplar el aprendizaje como un cambio conceptual que precisa de cuatro fases:

- La primera fase de identificación, es una etapa de exploración acerca de las ideas que ya poseen los alumnos
- La segunda fase, es una fase de reestructuración, con la creación de conflictos cognitivos que generan la insatisfacción con dichas concepciones y preparen para la introducción de los conceptos científicos.
- La tercera fase, corresponde a la introducción de nuevas ideas mediante lluvia de ideas, entre los alumnos o presentadas por el profesor.
- La cuarta fase es de aplicación, dando oportunidad a los estudiantes para usar las nuevas ideas en diferentes contextos.

Así, es conveniente que el docente conozca la forma en que los educandos se plantean el tema, el lenguaje que usan, los razonamientos que aplican, sus actitudes etc. y por su parte los alumnos tendrán que reconocer que existen otros puntos de vista diferentes a los suyos. Es preciso que el diálogo que se produce entre el profesor y los estudiantes y entre estos últimos, identifique los conceptos iniciales, que ponga en tela de juicio los que son inadecuados, que introduzca el concepto más sofisticado y que demuestre cómo el nuevo concepto contribuye a una comprensión más completa y rica en el mundo natural, con una perspectiva de enseñanza de participación. Definitivamente, que los alumnos desarrollen estrategias metacognitivas, es lo que facilitaría el proceso de cambio conceptual, no es tanto lograr que los alumnos cambien sus creencias e ideas.

Lograr el cambio conceptual, no sólo implica un cambio en la estructura de su conocimiento específico de dominio, en el conocimiento declarativo del individuo, sino también un cambio actitudinal y estar relacionado con las habilidades de pensamiento del sujeto (capacidad para formular y comprobar hipótesis y desarrollo de estrategias metacognitivas).

Estos cambios resultan difíciles, si tenemos en cuenta las limitaciones de tiempo del profesor, la cantidad de contenidos que tiene que impartir y su disponibilidad limitada para atender del modo individualizado que exige un cambio de este tipo.

Dentro de las implicaciones educativas de la teoría de cambio conceptual, resaltaría la necesidad de que el profesor logre transformar las ideas previas en conceptos científicos, utilizando las estrategias educativas adecuadas para lograr las condiciones básicas antes mencionadas: insatisfacción, inteligibilidad, verosimilitud y provecho. Resulta muy importante investigar sobre los esquemas representacionales de los estudiantes porque no sólo limitan el aprendizaje sino determinan la concepción global de la Química que debe tener todo profesionalista de esta disciplina.

Se piensa que en la medida que se conozcan los esquemas representacionales de los estudiante, se podrán diseñar estrategias de enseñanza idóneas para promover el cambio conceptual.

3.C LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LOS ÚLTIMOS TIEMPOS

Como es bien sabido, la enseñanza de las ciencias enfrenta la existencia en los alumnos de ideas previas a los conceptos científicos, que limitan el aprendizaje y, frecuentemente, sobreviven a la instrucción científica.

El constructivismo, con sus distintas versiones, enfoques e interpretaciones, ha ejercido su influencia en la enseñanza de las ciencias. Al niño se lo ubicaba en situación que reproducir lo que se entendía era el quehacer de la ciencia. La enseñanza consistía en la aplicación de un supuesto método científico, pautado y rígido, como secuencia de pasos inamovibles e independientes del objeto de estudio. Creemos que uno de los conflictos a superar en la enseñanza de las ciencias hoy es la incoherencia entre lo que pensamos y creemos y lo que hemos podido hacer.

Los docentes tienen una concepción de ciencia acorde con el hoy y sin embargo no es ésta la concepción que se traduce en la mayoría de las aulas. (Aleman,2000).

Algo similar ocurre con la concepción de aprendizaje; basta considerar las instancias de evaluación o la forma de secuenciar contenidos para ver que también allí el marco teórico que explicitamos no coincide con el hacer. Ambas concepciones condicionan la enseñanza y una de las metas a alcanzar es la coherencia entre la teoría y la práctica.

El aprendizaje de la ciencia le da al niño la posibilidad de crecer en su manera de pensar y facilita desarrollos intelectuales que están vinculados directamente con la naturaleza del conocimiento científico. Las ciencias se piensan de una manera particular, exigen abstracción, desafían al intelecto a ir más allá de lo que muestran las evidencias y el mundo perceptivo. Aquellos niños que han ingresado en el área científica con situaciones que involucran un rico trabajo desde lo cognitivo (por ejemplo, considerando situaciones cotidianas que encierran una contradicción entre lo intuitivo y lo científico, o que se viven como conflictos a resolver y comprender) logran el avance a lo formal mucho más rápido y con más eficacia.

El niño puede aprender la ciencia escolar, cuando ésta surge de una transposición didáctica que tiene debidamente cuantificada la densidad conceptual a trabajar, y que prioriza el pensamiento: "el tipo de pensamiento y de aprendizaje que requiere la ciencia tiene un valor potencial para todo el mundo en su vida cotidiana, independientemente de que se enfrente formalmente o no a un problema científico." (Claxton, 1994).

La ciencia es el producto de una construcción, al igual que lo que ocurre con el aprendizaje. Requiere de revisiones permanentes para avanzar y son los conflictos, los problemas que se intenta resolver los que permiten el avance. Por su parte parece claro que todo maestro debería pretender de sus alumnos un cambio en sus representaciones de la realidad, a los efectos que éstas se tornen más elaboradas y académicas.

El constructivismo, genéricamente hablando, no hace referencia a cuestiones didácticas. Observemos los siguientes postulados básicos:

- Si decimos que el conocimiento se construye, su correspondiente en la enseñanza es considerar que no hay aprendizajes reales por memorización.
- Si decimos que se aprende por aproximaciones sucesivas estamos diciendo que el aprendiz deberá analizar el mismo concepto o idea en más de una ocasión y desde diferentes perspectivas.
- Si decimos que en el momento de aprender se ponen en juego las preconcepciones, entonces será necesario encontrar la forma de que se expliciten para visualizar en qué medida se interponen o no en el avance cognitivo.
- Si se nos dice que es necesario generar conflictos, habrá que plantear problemas que permitan poner a prueba posibles respuestas y ante la imposibilidad de resolverlos con lo sabido o comprendido el alumno se sentirá con la necesidad de saberes nuevos.

Desde el punto de vista psicológico, las investigaciones muestran que las concepciones de los alumnos muchas veces coinciden con los saberes científicos de otros tiempos. Se sugiere entonces ubicar al niño en la situación histórica y marcar las evidencias sobre las que se sostenía una idea. Luego generar el conflicto con los elementos que históricamente tuvieron lugar, de manera de justificar los cambios producidos.

CAPITULO III: APRENDIZAJE ESCOLAR

1. PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

1.A La educación

De acuerdo con el Artículo Tercero constitucional, la educación tiene como propósito facilitar el desarrollo integral del ser humano, como ser individual y como ser social, como producto y como productor de la cultura. Es por ello que se requiere asumir el compromiso educativo desde una posición que fundamente la política académica institucional y oriente las acciones emprendidas por el colegio.

"Etimológicamente la Educación, (educere) significa sacar, extraer, según el cual la educación sería la acción de sacar algo de dentro del hombre."

La educación es todo un proceso destinado a lograr cambios verdaderos, integrales y positivos en la conducta de los sujetos a quienes va dirigida dicha influencia, con base en objetivos definidos y aceptados tanto individual como socialmente, dignos de ser acatados por los individuos en crecimiento y promovidos por los responsables de su formación.

El alumno promedio espera "instrucciones" más que "explicaciones". El profesor de ciencias debe enseñar a preguntar a sus alumnos; crear un ambiente favorable a las preguntas, es la primera condición para el aprendizaje relevante del alumno. Mostrar la necesidad del esfuerzo para la intensidad del placer intelectual, la segunda condición.

1.B Enseñanza-aprendizaje

El Aprendizaje es el proceso por el cual se adquieren formas de comportamiento o se modifican formas anteriores como resultado de la experiencia.

De unos años a la fecha ha surgido un movimiento, en investigación didáctica, acerca de diferentes factores que durante mucho tiempo no fueron tomados en cuenta dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Factores como: ideas previas, heurísticos, habilidades y actitudes, concepciones epistemológicas e historia de la ciencia han aparecido como fundamentales para el aprendizaje significativo de las ciencias.

El primer nivel (conocimiento común-conocimiento científico) comprendería aquellos factores que estarían directamente vinculados con la adquisición de conocimiento científico, como:

- o Ideas previas
- o Heurísticos
- o Habilidades y actitudes.

Este nivel es el referido al proceso que lleva del conocimiento común al conocimiento científico (Cudmani, 2000 *op. cit.*). Este cambio trata de un nuevo modo de conocer, cuyos presupuestos epistemológicos se modifican radicalmente.

El conocimiento común, generado en la interacción con las experiencias de la vida diaria y con otros individuos, se construye con base en criterios, modos de razonar, propósitos y valoraciones.

(Bunge, 1985 *op. cit.*).

El segundo nivel (cambio entre distintos paradigmas científicos) contemplaría aquellos factores que estarían relacionados con las concepciones e ideas de la ciencia en general y el quehacer científico, como:

- o Concepciones epistemológicas
- o El papel de la historia y filosofía de la ciencia en la enseñanza.

Este nivel, también importante en el aprendizaje de las ciencias, es el de los cambios entre distintos paradigmas científicos, alternativos o superadores.

(Cudmani, 2000 *op. cit.*).

1.C Aprendizaje significativo de Ausubel y la construcción del significado

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

Para Ausubel el aprendizaje significativo requiere dos condiciones absolutamente imprescindibles. En primer lugar, la disposición del individuo a aprender significativamente. Si el individuo no tiene esta disposición, cualquiera que sea la naturaleza de la tarea o el sistema estratégico del profesor, el aprendizaje acabará siendo mecánico.

La segunda condición es que la tarea o el material sean potencialmente significativos, que la estructura mental del alumno tenga ideas de afianzamiento con las que se pueda relacionar.

Para que pueda darse el aprendizaje significativo se deben respetar algunos principios fundamentales del aprendizaje cognitivo, como son: la diferenciación progresiva (las ideas generales e incluyentes, primero; las particulares, después), y el de la reconciliación integradora (los conocimientos ya existentes en el individuo se reorganizan y adquieren nuevos significados al contacto con la nueva información). La idea clave del modelo de Ausubel es que el aprendizaje se integra en esquemas de conocimiento preexistentes ya en el individuo.

Cuanto mayor sea el grado de organización, claridad y estabilidad del nuevo conocimiento, más fácilmente se podrá acomodar y retener gracias a los puntos de referencia y afianzamiento bajo los cuales este material puede ser incorporado, relacionado y transferido a situaciones nuevas de aprendizaje.

No basta con conocer procesos generales del aprendizaje para enseñar matemáticas o lengua, tampoco la descripción de dichas ideas y concepciones es suficiente para conseguir cambios que se ajusten progresivamente a las ideas y concepciones del conocimiento científico que intentamos enseñar a nuestros alumnos. Sin embargo también es uno de los retos fundamentales del constructivismo explicar cómo se produce el cambio cognitivo, la adquisición de nuevos conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

1.D La aproximación constructivista del aprendizaje y la enseñanza

Principios constructivistas de aprendizaje:

- El aprendizaje es un proceso constructivo interno autoestructurante
- El grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo
- El punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos previos
- El aprendizaje es un proceso de reconstrucción de saberes culturales
- El aprendizaje implica un proceso de reorganización interna de esquemas
- El aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno ya sabe con lo que deberá saber

Hoy sabemos que los estudiantes aprenden de diferentes maneras, adquieren información usando computadoras, leyendo libros, escuchando lecturas, realizando actividades de laboratorio, participando en discusiones, entre algunas otras formas.

Los estudiantes construyen su conocimiento únicamente después de que unen ideas ya establecidas en su comprensión; esto se facilita a través de una interacción social con sus instructores, otros estudiantes y, con el resultado de los avances tecnológicos.

Estas interacciones pueden ser abordadas con la introducción de situaciones conflictivas, problemas, que generen un choque con los puntos de vista de los alumnos, con la finalidad de que modifiquen los significados preexistentes, usen sustituciones de conceptos o analogías.

El modelo de procesamiento de la información y el modelo de constructivismo social deben ser considerados en el cuestionamiento de la enseñanza del siglo XXI; uno sin el otro no produce cambios conceptuales en el aprendizaje.

Caamaño A. (2001).

Este modelo de procesamiento de la información y de constructivismo social están acordes al hecho de que las actividades de los seres humanos, están ligadas a normas, leyes y métodos que intentan crear una atmósfera de convivencia y justicia dentro del agregado social.

Para aquellas carreras en las cuales la química es sólo una de las asignaturas básicas, es conveniente destacar los aspectos motivantes para el alumno y el profesor, tales como: la relación de la química con la vida diaria, los temas referentes a la protección del medio ambiente, o los que tengan conexión con los intereses vocacionales del estudiante, y las prácticas de laboratorio, es decir, tomar en cuenta el nivel en el que se encuentra el alumno y al que va a ingresar.

Que el aprendizaje significativo de las ciencias por parte de los estudiantes es una tarea con un índice de fracaso elevado es una afirmación que difícilmente puede sorprender a profesores e investigadores de ciencias. Probablemente las causas sean múltiples y resulta complicado abordar todas a la vez.

Parte de la responsabilidad del fracaso está en los alumnos, parte está en los profesores y otra parte está en el contexto escolar en la propia sociedad, y en las disciplinas mismas.

Según el punto de vista constructivista acerca de la adquisición de conocimientos, el aprendizaje es un proceso dinámico y social en el cual quienes aprenden construyen los significados, de forma activa, a partir de sus experiencias concretas, ligadas a su entendimiento previo y su marco social. Es decir que el conocimiento es producto de la actividad, del contexto y en dónde se desarrolla y se utiliza.

La idea básica del llamado "enfoque constructivista" es que aprender y enseñar, lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican transformar la mente de quien aprende, que debe reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos. (Bandiera, 1995).

Esta idea no es nueva y tiene una historia cultural y filosófica (Pozo 1998), pero debido a los cambios habidos en la forma de producir, organizar y distribuir los conocimientos en nuestra sociedad, entre los científicos si resulta novedosa la necesidad de extender esta forma de aprender y enseñar a casi todos los ámbitos formativos y, desde luego, a la enseñanza de las ciencias. La idea de que las cosas deben existir y están esperando ser descubiertas, es implícita o explícitamente asumida por muchos profesores y por casi todos los alumnos, lo que les lleva a confundir los modelos con la realidad que representan.

En primer lugar, se trata de un proceso de adaptación al medio. Se dice que la adaptación tiene lugar cada vez que un intercambio particular de organismo y ambiente tiene el efecto de modificar al primero, de modo tal que resultan acrecentados los posteriores intercambios favorables a la preservación del organismo. El proceso por el cual se alteran los elementos del ambiente, en forma tal que pueden ser incorporados en la estructura del organismo, es llamado asimilación; es decir, los elementos son asimilados al sistema.

La cognición implica una organización. Todo acto inteligente supone algún tipo de estructura intelectual, alguna forma de organización, dentro de la cual se desarrolla. La aprehensión de la realidad siempre implica interrelaciones múltiples entre las acciones cognitivas y entre conceptos y significados que estas acciones expresan.

El funcionamiento intelectual también se caracteriza por los procesos invariables de la asimilación y la acomodación (transformación de la estructura). Un acto de la inteligencia en el cual la asimilación y la acomodación se hallan en equilibrio constituye una adaptación intelectual.

La organización es inseparable de la adaptación: son dos procesos complementarios de un único mecanismo, siendo el primero el aspecto interno del ciclo en el cual la adaptación constituye un aspecto externo. Estos dos aspectos del pensamiento son indisociables: al adaptarse a las cosas el pensamiento se organiza a sí mismo y al organizarse a sí mismo estructura las cosas.

La organización, la asimilación y la acomodación son verdaderamente invariables; todo caso de funcionamiento cognoscitivo supone estas tres características. No obstante, las relaciones entre la asimilación y la acomodación son por completo variables, tanto a lo largo del desarrollo como en cualquiera de sus periodos.

La acomodación se refiere al hecho de que todo enfrentamiento cognoscitivo con un objeto ambiental forzosamente supone algún tipo de estructuración.

1.E El aprendizaje por transmisión-recepción.

El aprendizaje por transmisión-recepción, mejor conocido como método tradicional, consiste en la transmisión verbal de conocimientos ya elaborados, tras pasados a la mente del alumno a través de descripciones orales o escritas en el pizarrón o en los libros. Se "pensaba" que una enseñanza fundamentalmente descriptiva de los fenómenos y de los seres vivos, basada en la memorización, era suficiente para despertar el interés y la creatividad de los estudiantes.

Sus fundamentos consideran que la ciencia es un cuerpo cerrado de conocimientos que no se modifican y que crece por acumulación. La tarea del profesor consiste básicamente en estar continuamente monitoreando el rendimiento de sus estudiantes y corrigiendo sus respuestas. Por su parte, el alumno de todo el proceso instruccional diseñado por el maestro.

El profesor es el encargado de proporcionar el conocimiento para ser almacenado por el alumno, se niega al alumno la participación en la construcción de conocimiento.

Así como indica Campanario (1999 *op. cit.*), este modelo tiene su fundamento en unas suposiciones inadecuadas:

- a) Enseñar es una tarea fácil y no requiere una especial preparación.
- b) El proceso de enseñanza-aprendizaje se reduce a una simple transmisión y recepción de conocimientos elaborados.
- c) El fracaso de muchos alumnos se debe a sus propias deficiencias: falta de nivel, falta de capacidad, etc.

1.F El aprendizaje por descubrimiento

Utilizando este método se pretende que los alumnos asimilen el conocimiento. Es de todos conocido el hecho que un conocimiento basado en el razonamiento y en la deducción perdura más que el memorístico.

El núcleo de estos argumentos es la idea de que conceptos y principios científicos se obtienen operando con procesos, como observar, clasificar, extraer conclusiones y formular hipótesis. La corriente de aprendizaje por descubrimiento intentó desarrollar la idea de que los estudiantes debían familiarizarse con las actividades del trabajo científico para poder comprender los conocimientos alcanzados.

Cabe preguntarse si el aprendizaje por descubrimiento tiene algo que aportar hoy día a la enseñanza. A pesar de sus muchas limitaciones, este enfoque tiene algunos aspectos positivos aprovechables en la enseñanza de las ciencias experimentales. Por una parte se insiste en el papel de los alumnos como responsables de su propio aprendizaje. Se presta, además, cierta atención a un aspecto del trabajo científico que a menudo había sido olvidado en la enseñanza tradicional de las ciencias: el aprender a descubrir. Este aspecto todavía constituye una de las más grandes carencias en la formación en ciencias.

Precisamente el experimento científico está destinado a "preguntar" a la naturaleza en condiciones controladas y replicables. Y generalmente, nos resistimos a otorgar el mismo mérito a un descubrimiento hecho por azar que a un logro conseguido tras un trabajo cuidadosamente planeado. Siendo que la historia de la ciencia está llena de ejemplos que demuestran que, a veces el azar, es el factor determinante en el descubrimiento científico. Sin embargo, una concepción más adecuada destacaría el papel de los conocimientos previos en la detección de aspectos en un experimento o una situación que está en conflicto con dichos conocimientos o expectativas.

Una de las características del aprendizaje por descubrimiento que más facilitó su extensión es que es más "sencilla" que la de otros modelos de la ciencia y los alumnos pueden comprenderla con más facilidad.

Por su parte Ausubel (Campanario 1999 *op. cit.*) afirma que ni todo el aprendizaje receptivo es forzosamente memorístico, ni todo el aprendizaje por descubrimiento es necesariamente significativo. Así, por ejemplo, la búsqueda de soluciones a problemas complejos por ensayo y error sería un ejemplo de aprendizaje por descubrimiento que difícilmente daría lugar a un aprendizaje significativo.

1.G Aprendizaje significativo o conceptual

El aprendizaje significativo es la asimilación de elementos captados en forma personal. Para que se logre se requiere de un interés real por parte del alumno, y la relación estrecha de los contenidos con su propio mundo de experiencias e intereses personales, encontrando sentido en el acto de aprender.

La elaboración de significados comienza con objetos o hechos observados, y el registro de los mismos. Cuando se perciben con regularidad acontecimientos, objetos o los registros de los mismos y estas percepciones se designan en el cerebro por medio de una etiqueta, hablamos de un concepto. Y en el momento en que se enlazan uno o más conceptos para formar un enunciado sobre cómo funciona algo o como aparenta ser, entonces hablamos de un principio. (Chamizo, 1995).

El aprendizaje, para que sea satisfactorio, no consiste en una simple retención de datos sino en una internalización del tema, una involucración de la persona con el asunto que se aprende. Las serias limitaciones de la memoria funcional a corto plazo, en donde debe tener lugar toda elaboración de nuevos significados, son uno de los motivos por los que muchos estudiantes sufren cuando sus conocimientos son limitados o están organizados en "fragmentos" diminutos.

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

La capacidad de los alumnos descansa en la ayuda que proporciona el profesor para organizar y utilizar unas estructuras jerárquicas de conocimientos cuidadosamente elaboradas. La idea fundamental, planteada por Novak en su afán por ayudar a los alumnos a que "aprendan a aprender" consiste en apoyar a los estudiantes a aprender a asumir su propia elaboración de significados. "Se trata de ayudar a los alumnos a comprender que el aprendizaje no es una actividad que pueda compartirse, que es responsabilidad exclusiva de quien aprende" (Novak, 1991.)

Así mismo, también se favorece el aprendizaje por medio de la exposición oral o escrita al describir un fenómeno, teoría, acontecimiento, etcétera, ya que está permitiendo que el alumno analice, sintetice, es decir, tenga un esquema mental adecuado.

La principal contribución al problema de la motivación de los alumnos en el momento de elegir entre aprender significativamente y no mecánicamente, la constituyen las inevitables limitaciones de los exámenes. El aprendizaje memorístico puede tener una recompensa relativamente rápida y fácil; es a plazo más largo o cuando se precisan los conocimientos de problemas o entornos nuevos cuando el aprendizaje significativo se hace notablemente más valioso. Incluso en un curso semestral los alumnos pueden ser capaces de reconocerlo como más eficiente que el aprendizaje memorístico.

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

"No cabe duda que la utilización de mapas conceptuales representa una alternativa prometedora, pero plantea el problema de que no podemos evaluar a los alumnos con una herramienta que jamás haya visto con anterioridad". (Novak, 1991 *op. cit.*).

Para que ocurra el aprendizaje significativo se deben seguir las siguientes condiciones:

- a) Que el material que se va a aprender (por extensión, cualquier secuencia instruccional oral o escrita, por ejemplo una lectura, la clase, la explicación de la lección a la práctica) posea significatividad lógica o potencial (el arreglo de la información no debe ser azaroso, ni falta de coherencia o significado).
- b) Que entre el material de aprendizaje y los conocimientos previos de los alumnos exista una distancia óptima, para que ellos puedan encontrarle sentido' (significatividad psicológica).
- c) Que exista disponibilidad, intención y esfuerzo de parte del alumno para aprender.

¿Cuáles son las condiciones para que ocurra el aprendizaje significativo?

Ausubel considera que no todos los tipos de aprendizaje son iguales, sino que en el aula ocurren diferentes tipos de aprendizaje, de lo cual podemos interpretar las siguientes ideas:

- a) El aprendizaje memorístico es al pie de la letra, como puede ser el aprendizaje de un poema, de las tablas de multiplicar, de los símbolos de los elementos químicos, etc.
- b) El aprendizaje significativo consiste en la adquisición de la información de forma sustancial/ esencial, que se logra relacionando el conocimiento previo con la nueva información.

- c) El aprendizaje receptivo es la adquisición de una información ya dada, que el alumno simplemente internaliza; este aprendizaje puede ser memorístico o significativo.
- d) El aprendizaje por descubrimiento se caracteriza porque el contenido de la información que se va a aprender no se presenta en su forma final; más bien, debe ser descubierta por el alumno para que después la aprenda.

Para que sea significativo el aprendizaje debe reunir varias condiciones: la nueva información debe relacionarse de modo no arbitrario sustancial con lo que el alumno ya sabe, dependiendo de la disposición (motivación y actitud) de éste por aprender de la naturaleza de los materiales o contenidos de aprendizaje. Durante el aprendizaje significativo el alumno relaciona de manera no arbitrariamente y sustancial de la nueva información con los conocimientos y experiencias previas y familiares que ya posee en su estructura de conocimientos o cognitiva. Puede haber aprendizaje significativo de un material potencialmente significativo, pero también puede darse la situación que el alumno aprende por repetición por no estar motivado o dispuesto a hacerlo de otra forma, o porque su nivel de madurez cognitiva no le permite la comprensión de contenidos de cierto nivel. En este sentido resaltan dos aspectos.

- a) La necesidad que tiene el docente de comprender los procesos motivacionales y afectivos subyacentes al aprendizaje de sus alumnos, disponen de algunos principios efectivos en aplicación en la clase
- b) La importancia que tiene el conocimiento de los procesos de desarrollo intelectual y de las capacidades cognitivas en las diversas etapas del ciclo vital de los alumnos

El aprendizaje significativo ocurre en una serie de fases, entendiendo al aprendizaje como un fenómeno polifásico. Distingue tres fases de aprendizaje significativo, donde integra aportaciones de las líneas mencionadas.

Fases del aprendizaje significativo

1. Fase inicial del aprendizaje:
 - El aprendiz percibe la información por piezas o partes aisladas sin conexión conceptual
 - Tiende a memorizar o interpretar usando su conocimiento esquemático
 - El procesamiento es global y se basa en: escaso conocimiento sobre el dominio a aprender, estrategias generalizadas independientes del dominio, uso de conocimientos de otro dominio para interpretar la información
 - La información aprendida es concreta y vinculada al contexto específico
 - Uso predominante de estrategias de repaso
 - Gradualmente va construyendo un panorama global del dominio o el material que va a aprender, usa su conocimiento esquemático, establece analogías, construye suposiciones basadas en experiencias previas
2. Fase intermedia de aprendizaje:
 - Encuentra relaciones y similitudes entre las partes aisladas y llega a configurar esquemas y mapas cognitivos sobre el material y el dominio de aprendizaje en forma progresiva, sin embargo los esquemas no permiten aún que el aprendiz se conduzca en forma automática o autónoma.
 - El conocimiento aprendido se vuelve aplicable a otros contextos

- El estudiante emplea estrategias elaborativas u organizadas tales como: mapas conceptuales y redes semánticas (para realizar conductas metacognitivas) así como para usar la información en la solución de tareas-problema, donde se requiera la información a aprender.
3. Fase terminal del aprendizaje
 - Los conocimientos se elaboran en esquemas o mapas cognitivos son mas integrados y funcionan con mayor autonomía
 - Las ejecuciones comienzan a ser mas automáticas y exigir mas control consciente
 - Las ejecuciones se basan en estrategias específicas del dominio para la ejecución de tareas, como solución a problemas, respuestas a preguntas, etc.
 - Mayor énfasis sobre la ejecución que el aprendizaje
 - El aprendizaje que ocurre durante esta fase consiste en:
 - a) acumulación de información a los esquemas preexistentes
 - b) aparición progresiva de interrelaciones de alto nivel en los esquemas

Principios de instrucción de la teoría de aprendizaje verbal significativo:

1. El aprendizaje se facilita cuando los contenidos son organizados de manera conveniente y sigue una secuencia lógica-psicológica apropiada
2. Delimitar intencionalidades y contenidos de aprendizaje en una progresión continua que respete niveles de inclusividad, abstracción y generalidad.
3. Los contenidos escolares deben presentarse en forma de sistemas conceptuales organizados y jerarquizados
4. La activación de los conocimientos y experiencias previos que posee el aprendiz, facilitar los procesos de aprendizaje
5. El establecimiento de puentes cognitivos puede orientar al alumno a detectar las ideas fundamentales, organizarlas e integrarlas
6. Los contenidos aprendidos serán más estables, menos vulnerables al olvido y permitirán la transferencia de lo aprendido
7. Dado que el alumno puede llegar a controlar el ritmo, secuencia y profundidad de sus conductas y procesos de estudio, el docente debe estimular la motivación y participación activa del sujeto y aumentar la significatividad potencial de los materiales académicos.

2. DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

2.A Causas de dificultades del aprendizaje

Una de las causas más importantes que inciden en la resolución inadecuada de los problemas formales referidos a una disciplina es precisamente la influencia de las ideas previas de los alumnos en relación con el contenido a aprender. No basta con enseñar a los alumnos, también es necesario proporcionarles contenidos específicos sobre los que ejercitar esa capacidad diferencial. A medida que el niño va creciendo en edad, el sentido del tiempo se vuelve más práctico y más detallado.

Los aspectos teóricos de la química que el profesor va presentando pueden causar problemas muy pronto. El mundo de los átomos, las partículas y las moléculas no encaja en el universo que los niños conocen.

Las actitudes de los alumnos cambian y, entonces, se acercan a la Química con ideas y actitudes equivocadas como las siguientes:

1. La Química no es interesante o importante para ellos, no se relaciona con su realidad.
2. Los exámenes representan la parte más importante del curso.
3. Los estudiantes memorizan las ecuaciones en vez de entender los conceptos.
4. La Química se ve simplemente como un conjunto de hechos en vez de una actividad realizada por seres humanos.
5. Los estudiantes ven a la Química como una clara secuencia definida de material que no involucra temas controversiales, en vez de un modo de pensar acerca del mundo natural.

A partir de estas ideas, los maestros deben comunicar un entendimiento de la materia y superar un gran número de obstáculos en el proceso de aprendizaje.

Una de las fuentes de confusión en los alumnos de Química es que trabajan en tres mundos diferentes. El mundo macroscópico en el cual realizan experimentos; el mundo molecular o microscópico, en el que interpretan los datos; y el mundo simbólico, en el cual el símbolo que algunas veces significa, un metal o un no metal, y otras, es una partícula infinitamente pequeña que contiene protones, neutrones y electrones.

Los estudiantes viven en un mundo macroscópico, con cosas que tienen masa y ocupan espacio; ellos no perciben a la química como algo relacionado con sus alrededores y frecuentemente piensan en las sustancias químicas como materiales peligrosos con nombres extraños.

Entonces, la ciencia se puede entender en tres niveles: el macroscópico, el microscópico y el simbólico. Muchos de los conceptos que se estudian en Química son abstractos e inexplicables sin el uso de analogías y modelos, que los relacionen con el mundo que conocen los estudiantes.

Hay muchos conceptos que se pueden observar en el nivel macroscópico, pero sólo pueden explicarse en el nivel microscópico (corpúscular); sin embargo, en la enseñanza de la Química predomina el nivel más abstracto, el simbólico. En las mentes de los estudiantes no hay conexión entre estos tres niveles. Los tres niveles se pueden interpretar de diferentes formas y los maestros brincan de uno a otro inconscientemente, en una clase.

Los alumnos construyen su conocimiento, en su mayor parte, en el nivel macroscópico. Posiblemente esto ocurrirá por dos razones: la primera es que el conocimiento previo real de los estudiantes es en este nivel y proviene de la instrucción y la experiencia; la segunda es porque los educandos realmente no entienden el nivel microscópico.

Desde el inicio de sus estudios, muchos niños no construyen entendimientos adecuados de los conceptos químicos fundamentales, por lo que no pueden comprender por completo los conceptos más avanzados que se tienen que construir sobre los primeros.

El químico experimentado puede mantener estos tres niveles equilibrados, pero no los aprendices, y es aquí donde se originan gran parte de las concepciones alternativas de los estudiantes. Necesitan establecer conexiones entre un gran número de leyes y conceptos nuevos fuertemente abstractos y, además se enfrentan a la necesidad de utilizar un lenguaje altamente simbólico y formalizado junto a modelos de representación analógicos, que ayuden a la representación de lo no observable.

Las dificultades en el aprendizaje de la Química también se determinan por la forma en que el estudiante organiza sus conocimientos a partir de sus propias teorías implícitas (ideas previas), hasta el constructivismo, caracterizado por una interpretación de la realidad a partir de modelos.

Gran parte de los alumnos se encuentran en un estado intermedio en el que aceptan las teorías y modelos científicos como reales, que no pueden verse a simple vista, pero que existen y han sido descubiertos. Esto hace que sea sumamente difícil que ellos puedan aceptar y diferenciar los diversos modelos existentes para un mismo fenómeno.

El resultado de todo esto es que los alumnos aprenden con muchas dificultades y menos de lo que se espera o pretende. Sin embargo, al conocer estas dificultades y sus orígenes, es muy probable que se pueda mejorar este aprendizaje. Es importante que los estudiantes sean capaces de relacionar las nuevas ideas que elaboran, a través de una o más experiencias de aprendizaje conectadas con las ideas que ya tienen, con otras experiencias y situaciones del mundo que les rodea y con aquellas personas cuyas ideas ellos valoran.

Existen profesores que afirman que el origen de las dificultades parece estar en los conceptos en sí, en la escasa base de conocimientos que presenta el alumnado, así como su poco hábito de estudio y que una buena enseñanza es capaz de superar las dificultades que se pudieran presentar. Para lograr eficacia en la educación científica, y en este caso en el aprendizaje de la química, es necesario que las metas, los contenidos y los métodos de la enseñanza de la ciencia tengan en cuenta no sólo el saber disciplinar que debe enseñarse, sino también las características de los alumnos a los que esa enseñanza va dirigida y las demandas sociales y educativas en las que tiene lugar.

2.B La comprensión de la Química, requiere del conocimiento de su lenguaje

Desde los primeros momentos de nuestra existencia vivimos inmersos en una infinidad de influencias del medio externo, vamos creciendo en un mundo lleno de símbolos.

Formalmente, el lenguaje humano es un medio para comunicar ideas, emociones y deseos a través de un sistema de símbolos auditivos producidos deliberadamente, y se estructura con elementos tales como nombres propios y comunes y otras entidades lingüísticas para denotar clases, personas, hechos, conceptos, entre otros.

El lenguaje, su empleo y acomodo a diferentes contextos, tiene implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje de la Química. La química explora fenómenos a niveles microscópicos, moleculares, atómicos, y en esta escala el sentido común puede dejar de ser útil.

Comunicar una idea implica organización del pensamiento y en esta organización o reconstrucción de ideas, podemos dar variadas interpretaciones a nuestros pensamientos, explicar algo es una buena manera de reducir a lo familiar (cotidiano) algún conocimiento; existe un factor cultural, que influye en las interpretaciones, creencias o intuiciones hacia nuestra traducción de la realidad; dicho factor cultural es parte de nuestra forma de aprender y/o de enseñar. (Chamizo, 1996).

Una barrera para entender la Química es que al relacionar los tres niveles de interpretación de la materia se cometen errores de lenguaje.

En algunos lenguajes se encuentran palabras de uso cotidiano, coloquial, que tienen otro significado cuando son aplicadas al contexto de la Química, y se puede corregir teniendo cuidado en la definición de términos y en la selección de vocabulario apropiado.

El propio lenguaje que utilizan los químicos tiene diferentes significados para un mismo símbolo. Pensemos en un símbolo de un elemento químico, en una tabla podemos observar Cu para representar un átomo o un alambre de cobre; en este momento saltamos del nivel micro al nivel macroscópico, a veces con consecuencias no muy pedagógicas. El empleo de modelos, analogías y acercamientos, sirve para reforzar los tres niveles de interpretación de la Química; y hacer que estos saltos no sean saltos mortales para los estudiantes. Auxiliando a los alumnos en la conexión de niveles se genera un camino potencial para la comprensión de los conceptos químicos. Una oportunidad para esto es a través del trabajo en el laboratorio.

Ahora bien, la simbología tendrá mayor significado siempre que se pueda hacer una conexión con ideas comprendidas previamente, un símbolo por sí mismo puede aclarar o complicar el entendimiento de la idea que lleva implícita. Los problemas de aprendizaje se agudizan cuando este nivel microscópico salta al nivel simbólico y los alumnos estudian cosas como que una partícula puede ser un átomo o una molécula; las mismas palabras como partícula, sustancia, etc involucran generalidades, significados, sentidos, que no necesariamente se quedan estáticos en el nivel microscópico.

Es realmente crítico que la educación en nuestro país sea en su mayoría una trasmisora de conocimientos, en lugar de instrumentar programas que guíen a los alumnos a crearlos a encontrar ese conocimiento. Es necesario un cambio de actitudes de la sociedad en su conjunto para crear un nuevo ambiente que estimule su creatividad. Se deben, por lo tanto, tratar de desarrollar y emplear las capacidades humanas al máximo, examinando de una manera crítica el uso de los medios con el que cuentan en la sociedad contemporánea, buscando los métodos por medio de los cuales los individuos que la conformemos seamos partícipes de ese cambio, sin el cual no podemos aspirar a ser un país desarrollado que logre satisfacer las aspiraciones de una mejor calidad de vida que todos deseamos.

3. EL DOCENTE DE CIENCIAS

3.A Sobre el docente

La labor como docente tiene un trabajo eminentemente práctico. Pero no debe ser sólo eso, detrás de la práctica debe haber un cuerpo teórico que explique en qué fundamento se basa. El avance que supone la incorporación de la teoría al trabajo práctico y cotidiano deja bien confirmado aquello de que "no hay nada más práctico que una buena teoría". Se considera al profesor como la figura central en el proceso de enseñanza-aprendizaje. (Caballero, 1992).

Una de las primeras cosas que debe tener claro el profesorado es, qué ciencia quiere enseñar a los alumnos, considerando los riesgos de transmitir visiones erróneas sobre la ciencia y que han sido citadas anteriormente en este trabajo. Hemos hablado de los alumnos: sus ideas previas sus métodos de razonamiento sus concepciones epistemológicas, habilidades etc. Pero poco se ha dicho acerca del papel del profesor frente a esos obstáculos. (Caamaño, 2005).

El profesor constructivista no sólo expone su tema, tiene una buena relación con sus alumnos y crea un ambiente agradable libre de tensiones en el aula: formula actividades en las que los estudiantes exploran ideas, hechos y /o fenómenos, plantea reglas de conducta en las cuales los alumnos puedan trabajar satisfactoria y alegremente, sin dispersión y sin alboroto que perturbe la clase.

El profesor constructivista explora los esquemas conceptuales de los alumnos, diseña materiales y actividades que les permitan reflexionar en grupo sobre estos esquemas y mostrar sus deficiencias para, en último término, reestructurarlos hasta que lleguen a ser compatibles con los aceptados por la comunidad científica.

La clase se organiza de común acuerdo con los estudiantes, en grupos variables y pequeños, favoreciendo el pensamiento cooperativo y previniendo dinámicas de cambio de sus elementos. El cuaderno de laboratorio (o bitácora) del alumno es un elemento clave en las estrategias de enseñanza-aprendizaje.

El cómo enseñar, propuesto en la reforma de forma constructiva, significativa, funcional, interactiva, global y enseñando a aprender, hace posible el desarrollo de una educación intercultural. Junto a ello, debemos utilizar estrategias metodológicas que desarrollen la interacción y el intercambio entre alumnos de cara a conseguir la aceptación, respeto y confianza entre los mismos. A este respecto, son dos los métodos a comentar:

- a) Métodos cooperativos, dada su reconocida eficacia como el modelo didáctico más idóneo en centros con alumnado heterogéneo. Entre sus objetivos a conseguir en contextos multiculturales destacan: la integración de los alumnos de culturas minoritarias y una mejora de la convivencia entre todos los alumnos, del autoconcepto, de la posibilidad de tratar los temas curriculares desde perspectivas diversas y de las actitudes interculturales como acogida, aceptación, solidaridad, sociabilidad y amistad.
- b) Estrategias socioafectivas que contribuyen al desarrollo de actitudes positivas hacia la diversidad y competencias sociales (actitudes de aceptación, respeto, apoyo, colaboración, refuerzo de la autoestima).

El profesor encarga diseños a los educandos y les sugiere actividades y experiencias relacionadas con el trabajo, para poderlas llevar a cabo en el aula o en el entorno o, incluso, en el laboratorio.

Este modelo puede corresponder con lo que se ha dado en llamar "Modelo Constructivista". El cual pretende que los alumnos sean protagonistas de su aprendizaje, en otras palabras, una "enseñanza centrada sobre el alumno", la cual induce a estos a construir su propio conocimiento. Sin embargo, para que tal situación se dé, es necesaria una adecuada y difícil tarea de dirección por parte del profesor.

4. EVALUACIÓN

4.A Generalidades

Tradicionalmente la evaluación se realiza, en la educación, con base en exámenes, calificación, selección, admisión, aprobación o suspensión del alumno. El docente puede tomar una decisión relacionada con la evaluación del alumno, pero puede ser equivocada. Evaluar no solamente es calificar o medir, es mucho más que eso, es considerar los aspectos cognitivos, afectivos y psicomotriz del individuo.

La evaluación en el proceso enseñanza - aprendizaje no se inicia cuando termina un curso, sino antes de comenzar, cuando se especifican sus propósitos en términos de aprendizaje, no es una etapa fija ni final del proceso del docente, desde la determinación de los objetivos de aprendizaje va ya implícita la consideración del proceso de evaluación. Por lo que es un proceso eminentemente didáctico, actividad que puede ayudar en la mejora del quehacer pedagógico.

En el modelo tradicional de enseñanza, se descuida claramente el aspecto procedimental, ya que prioriza el dominio de conceptos, sin tener en cuenta los procedimientos que realizan los alumnos y se fomenta la simple memorización de los conceptos. Considerar la motivación como un factor fundamental para que el alumno se interese por aprender, ya que el hecho de que el alumno se sienta contento en su clase, con una actitud favorable y una buena relación con el maestro, hará que se motive para aprender.

La evaluación es un medio y no un fin, con base a las conclusiones que se extraigan de ella se tomarán o mejorarán decisiones del reajuste o nuevo encauzamiento del proceso educacional.

4.B Propósitos de la evaluación.

La evaluación responde a propósitos claramente reconocidos, entre los cuales se resumen los siguientes:

- a) Determinar el nivel de conocimiento u otros logros de los estudiantes durante un lapso de estudios que se evalúa.
- b) Detectar las ideas previas en los estudiantes antes, durante y después del aprendizaje.
- c) Estimar la efectividad de las técnicas y métodos de enseñanza, el contenido programático y todos los recursos de la institución.
- d) Estimar el aprendizaje de los alumnos mediante la medición de logros, informándoles de sus éxitos.
- e) Usar la motivación propia de las pruebas de evaluación para desarrollar el pensamiento crítico.
- f) Recoger información con fines administrativos, tales como seleccionar estudiantes para cursos de honor; otorgar créditos (puntajes) para exámenes, proporcionar elementos para la graduación u otorgar becas de estudio, y finalmente, evaluar ciertas fases de la calidad de la institución docente.
- g) Estimar la efectividad de la labor del educador y estimularlo para superar sus deficiencias y aumentar sus aciertos.

Para que la evaluación sea valiosa, se deben establecer claramente los objetivos de aprendizaje y los criterios de evaluación, relativos tanto a los aprendizajes conceptuales, como procedimentales y actitudinales.

Toda evaluación sería debe responder a objetivos y criterios claros y precisos:

- Explicitar a los alumnos los objetivos y criterios de evaluación. Si los estudiantes los conocen y comprenden sabrán con precisión qué se espera de ellos y se esforzarán por conseguirlo.
- Utilizar los resultados de la evaluación para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto implica analizar, revisar y replantear nuestras actividades y prácticas metodológicas y evaluativas a partir de los resultados que nuestros alumnos van alcanzando.

4. C Evaluación de contenidos procedimentales

Un procedimiento es un conjunto de acciones ordenadas, orientadas a la consecución de una meta, implica saber hacer algo y no sólo comprenderlo o decirlo, a diferencia del aprendizaje conceptual. Para aprender un contenido procedimental es necesario saber para qué sirve y cuáles son sus pasos o fases; sin embargo, este conocimiento no define su aprendizaje, su dominio implica, como dijimos, un *saber hacer* y la forma de verificarlo será a través de situaciones prácticas de aplicación en las que se utilice. Pueden conocerse muy bien las fases de un proceso de investigación, pero eso no quiere decir que se sepa investigar. Estos procedimientos sólo podrán ser evaluados mediante la observación sistemática por parte del profesor, del despliegue de las habilidades de los estudiantes durante las actividades diseñadas con tal fin.

Los exámenes escritos sólo sirven cuando se intenta evaluar procedimientos que pueden expresarse mediante este medio, como por ejemplo, las representaciones gráficas, los algoritmos matemáticos o los resultados de la deducción y la inferencia. Sin embargo, si se quieren evaluar otros tipos de procedimientos como conocer hasta qué punto los alumnos saben dialogar, debatir, trabajar en equipo, utilizar un instrumento, hacer una exploración bibliográfica, etc. los exámenes escritos no serán el mejor medio.

4.D Integración de lo individual y lo social

Tradicionalmente se ha considerado que el conocimiento es independiente del contexto en el que se adquiere y una vez que es adquirido un determinado conocimiento éste puede ser aplicado a cualquier situación. El conocimiento se construye en estrecha interacción en los contextos en los que se usa; no es posible separar los aspectos cognitivos, emocionales y sociales presentes en el contexto en el que se actúa, el cambio cognitivo constituye tanto un proceso social como individual. Deberíamos desestimar la idea de que el cambio conceptual consiste en cambiar o sustituir una idea por otra mejor y consistentemente aplicable a cualquier situación. El cambio cognitivo debería orientarse hacia el estudio de las formas en que las personas construyen, usan o activan sus conocimientos, en función del contexto. (Hodson, 1994).

Solamente si se piensa que el pensamiento se comporta de la misma manera en diferentes entornos, se puede esperar aprender algo acerca del mismo, observando la conducta en un entorno muy restringido y a menudo artificial. Es obvio decir que la escuela constituye un entorno, un contexto específico, en el que los procesos de enseñanza y aprendizaje se producen de una determinada manera y obedece a metas específicas.

En el aula el conocimiento se construye gracias a un proceso de interacción entre los alumnos, el profesor y el contenido. Estudiar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el contexto del aula, implica analizar tres componentes de forma interrelacionada y no aislada. Es necesario analizar no sólo la actividad constructiva de los alumnos (ideas previas sobre el contenido, predisposición o motivación para el aprendizaje del mismo etc.). El estudio de los procesos de enseñanza y aprendizaje es complicado y presenta muchos problemas. Este enfoque permite una aproximación e integración entre teoría y práctica, tratando de explicar el concepto de constructivismo en el lugar en el que se produce. Esto puede contribuir a una mejor explicación de las formas de adquisición y construcción del conocimiento en la escuela y en las aulas.

En el sentido más amplio hablar de constructivismo es hablar de concepciones que tienen que ver con la adquisición del conocimiento, es estar diciendo que el conocimiento no se copia, no se adquiere por repetición, sino que supone reelaboración y construcción. Cuando se dice que el conocimiento supone construcción, se nos está diciendo que no es una copia de la realidad, sino algo elaborado por el individuo que dispone de herramientas para ello. Esa elaboración supone un proceso, no se da en una única instancia sino que requiere de varios y distintos acercamientos a los efectos de ir avanzando en el pasaje de saber cotidiano a saber científico. (Baena, 2000).

4. Errores en el proceso de evaluación

A continuación se mencionarán algunos de los principales errores que se presentan en el aula en los procesos de evaluación:

- **Objetivos indefinidos y no explícitos:**

El primer error, y tal vez el más común, que cometemos es no definir el objetivo de la evaluación explícitamente.

Así, la evaluación clásica que encontramos en un curso resulta una peligrosa mezcla de tipos de evaluación, buscando diferentes objetivos implícitos, sin que el docente ni el estudiante tengan claridad de lo que se está buscando.

- **La informalidad en la evaluación:**

Si el profesor no tiene claridad sobre los objetivos buscados en cada evaluación, difícilmente esta claridad estará disponible para el alumno.

En este contexto, la evaluación deberá catalogarse como informal, pues no se han formalizado los objetivos perseguidos. El estudiante al prepararse tendrá que adivinar qué es lo importante y en consecuencia improvisar su proceso de aprendizaje.

- **El látigo de la evaluación:**

La evaluación se utiliza como elemento motivador. Profesores que recurren a las pruebas sorpresa o a un número importante de pruebas a lo largo del curso, buscan con ello en la mayoría de casos "disciplinar" al alumno en su estudio. Si bien el objetivo perseguido parecería sano, estas técnicas degradan usualmente el clima del aula y desvían los verdaderos objetivos de estudio: el estudiante reemplaza las metas del curso por la nota.

- **La realimentación que no existe:**

El profesor pretende muchas veces a través de los exámenes realizados darle un mensaje al estudiante sobre qué aspectos no han sido adecuadamente trabajados. Sin embargo, encontramos un porcentaje importante de estudiantes que no les agrada revisar un trabajo presentado y corregido y a continuación proceder a estudiar y trabajar en lo que hizo falta. En su lugar, el estudiante que obtuvo malos resultados sale frustrado, independientemente de si preparó a conciencia o no el material asignado y lo que más desea es olvidar el asunto.

- **La evaluación que no evalúa los cursos:**

En forma errónea probablemente, son seguidos linealmente, tema tras tema, aplicando de paso pruebas a lo largo del proceso. Si un alumno no logra responder alguna pregunta sobre el tema, se presupone que no logró los objetivos relativos a este tema. La calificación (nota) obtenida por el alumno quedará en firme. Poco sirve desde el punto de vista de la nota que el estudiante posteriormente logre los objetivos relativos al tema. De esta forma se violenta el ritmo de trabajo del estudiante y se le desconoce de partida la posibilidad de trabajar posteriormente para lograr los objetivos.

Hacer un alto en el camino para reflexionar sobre nuestro papel como docentes y los resultados obtenidos, nos plantea un gran número de inquietudes y de preguntas, para las cuales usualmente no se tienen respuestas definitivas y probablemente nunca se tengan. Esa es la consecuencia de trabajar con algo tan complejo como el proceso de aprendizaje del ser humano.

FACTORES QUE FACILITAN Y/O DIFICULTAN EL APRENDIZAJE

FACTORES QUE DIFICULTAN EL APRENDIZAJE

Factores que DIFICULTAN el aprendizaje	Causa	Propuesta
Trabajo práctico (actividades en el laboratorio)	<ul style="list-style-type: none"> En los laboratorios se hacen observaciones a nivel macroscópico, pero el profesor pide o da una interpretación a nivel microscópico 	<ul style="list-style-type: none"> Si los experimentos se conectaran con las clases teóricas se podría fomentar la comprensión de los estudiantes.
Materiales desconocidos	<ul style="list-style-type: none"> Cuando los alumnos no reconocen el nombre de una entidad química, no han aprendido al nivel macroscópico. Las fórmulas químicas pueden ser símbolos sin ningún significado para los estudiantes, totalmente alejados de su mundo 	<ul style="list-style-type: none"> Emplear el nivel macroscópico, ya que se acerca más a lo que los alumnos viven día a día y vincular con lo simbólico.
Uso del lenguaje	<ul style="list-style-type: none"> Cuando la palabra carece de dos elementos: <i>sentido y sonido</i> diferencia del arte visual, donde el significado se halla en el sentido y la forma. Relacionar los tres niveles de interpretación de la materia se cometen errores de lenguaje. (microscópico, macroscópico y simbólico) 	<ul style="list-style-type: none"> Se puede combatir teniendo cuidado en la definición de términos y en la selección de vocabulario apropiado.
Estructura de la Química	<ul style="list-style-type: none"> Esta basada en la composición de la materia, estructura de las moléculas, energía y tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda una red de enseñanza de la química basada en la continuidad de el entendimiento conceptual.
Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> Los hábitos de estudio suficientes para poder abordar por sí solo a una fuente de información. Los libros de texto incluyen los diferentes niveles de interpretación 	<ul style="list-style-type: none"> En la enseñanza de la química se tiene la necesidad de buscar diferencias de interpretación

FACTORES QUE FACILITAN EL APRENDIZAJE

Factores que FACILITAN el aprendizaje	Causa	Propuesta
Motivación	<ul style="list-style-type: none"> • El logro del aprendizaje significativo requiere disposición o voluntad por aprender, mejorar el nivel de funcionamiento cognitivo del alumno, habilitando una disposición afectiva favorable. • Fomenta en el alumno el interés y el esfuerzo necesarios, siendo labor del profesor ofrecer la dirección y la guía pertinentes en cada situación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante el lenguaje y los patrones de interacción entre profesor y alumnos, la organización de las actividades académicas, el manejo de los contenidos y tareas, los recursos y apoyos didácticos, las recompensas y la forma de evaluar.
Detección de ideas previas	<ul style="list-style-type: none"> • Los alumnos no comprenden los conceptos químicos básicos y al necesitarlos para construir una estructura más abstracta se encuentran incorrectamente acomodados o desligados unos de otros. • Interpretan los conceptos químicos según su experiencia o sentido común, aunque dicho significado no concuerde con el significado real según la propia disciplina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Provocan que se conecten nuevas ideas de manera inadecuada dando como resultado un entendimiento débil, una respuesta acorde a una estructura cognitiva inapropiada
Analogías	<ul style="list-style-type: none"> • Le permite al aprendiz, construir avances en la representación del fenómeno estudiado, partiendo de saberes previos, ya que la referencia usada para la analogía forma parte de su saber cotidiano. • Este recurso permite establecer conexiones con elementos concretos, lo que facilita la comprensión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Son usadas en las etapas de construcción de conocimiento como forma de explicar y comunicar sus ideas.
Mapas Mentales	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizan vínculos entre los conceptos claves, para ser reconocidos en forma inmediata. • Podemos añadir con facilidad nuevas informaciones. • Se desarrolla la creatividad por medio de la producción de ideas • Se puede utilizar con temas fáciles y agradables, así como con temas más elaborados 	<ul style="list-style-type: none"> • Involucran el cerebro en el proceso enseñanza-aprendizaje, por lo tanto la memorización y el repaso son más fructíferos y veloces, así como la resolución de problemas • Permite mantener un alto nivel de rendimiento
La técnica del "Brainstorming" lluvia de ideas	<ul style="list-style-type: none"> • Permite producir ideas a granel • No se permiten críticas • Deja que la imaginación se desboque • Buscar combinaciones y mejoras 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite mantener un alto nivel de rendimiento
Uso de computadoras e Internet	<ul style="list-style-type: none"> • Esta tecnología facilita un aprendizaje activo al reducir aspectos repetitivos y tediosos, enfocándose a procesos y habilidades de alto nivel. 	Registro de datos, hojas de cálculo, simulaciones, modelado, multimedia (CD ROM, bases de datos, paquetes especiales, internet y correo electrónico

<p>La Asesoría</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es un proceso de acompañamiento durante la formación de los estudiantes, que se concreta mediante la atención personalizada a un alumno 	<ul style="list-style-type: none"> • Se ofrece a los estudiantes en la modalidad de consultas que brinda un profesor fuera de su tiempo asignado a la impartición de cursos, para resolver dudas o preguntas sobre temas específicos que domina y que forman parte de la unidad de enseñanza-aprendizaje que imparte.
<p>Experiencias de cátedra</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dan la oportunidad de conocer cómo piensan los alumnos, tanto en lo individual como en grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizan, generalmente, dentro del salón de clases y en muchas ocasiones se hacen como demostraciones por parte del profesor o un alumno o pequeño grupo de alumnos al resto de la clase.

Capítulo IV: DEL TRABAJO EXPERIMENTAL AL CAMBIO CONCEPTUAL

1. TRABAJO EXPERIMENTAL

1. A Generalidades

Se ha etiquetado a las ciencias como áreas difíciles de estudiar; en general, no se les relaciona con el entorno en que vivimos y mucho menos con los hechos cotidianos. Cuando se inicia el estudio de la física y la química, en la secundaria, se tienen grandes expectativas, los alumnos tienen la idea de trabajar con materiales y aparatos como los que se muestran en la televisión o el cine y piensan que siempre será así; sin embargo, en muchas ocasiones quedan decepcionados porque rara vez pisan el laboratorio y muy pocas veces tienen la oportunidad de trabajar en experimentos que a ellos les interesen.

El profesor debe lograr, en lo posible, que los alumnos se interesen por el estudio de las ciencias, obtengan los conocimientos suficientes que les permitan identificar fenómenos de la naturaleza y puedan explicarlos de una manera sencilla y adecuada utilizando el lenguaje científico apropiado, puedan proponer alternativas para realizar un experimento sin importar que fallen en el diseño y realización del mismo y que, con base en la metodología científica, logren llegar a la realización de un diseño experimental, en nivel en el que realicen los pasos necesarios que los lleven a la asimilación de una metodología científica, acorde con su edad, que les brinde la seguridad necesaria para plantear hipótesis y comprobarlas o desecharlas después de efectuar los experimentos. (Campanario, 1999).

1. B Importancia del trabajo experimental

El trabajo experimental, en particular la actividad de laboratorio, constituye un hecho diferencial propio de la enseñanza de las ciencias experimentales. A finales del siglo XIX, se propuso la necesidad de que los estudiantes realizaran experimentos durante su educación y, esta sugerencia ya formaba parte integral del currículo de ciencias en Inglaterra y Estados Unidos.

Para averiguar si podemos proporcionar una razón sólida para justificar el esfuerzo que supone la realización de actividades experimentales en la educación, surge la necesidad de definir concretamente dónde el trabajo de laboratorio puede aportar algo especial, propio y significativo, para poder explotar adecuadamente esta particular forma de enseñanza. (Barberá, 1996)

Algunos estudiantes del área de Química, pueden evidenciar actitud negativa hacia el estudio de la misma, como consecuencia de distintos factores, entre los cuales pueden señalarse los dos siguientes:

- La brecha entre la madurez mental del alumno y el nivel de abstracción que demanda la disciplina, conduce al estudiante a considerar que la Química es aburrida, difícil y poco atractiva.
- Muchos profesores de ciencias no están preparados para ejercer su difícil tarea, por carecer de formación en los aspectos pedagógicos y didáctico.

Los jóvenes se quejan de que en los cursos de laboratorio abundan los problemas aburridos propios de un "libro de cocina", en lugar de contener tareas interesantes que permitan explorar nuevas áreas de la química. Los educadores se quejan de que muchos jóvenes no son capaces de relacionar los cursos lectivos con los de laboratorio y de que, por ese motivo, no son capaces de aplicar sus conocimientos (teóricos) a la química en el contexto del trabajo práctico.

El trabajo práctico que generalmente se tiene en la enseñanza actual de las ciencias, se basa en llevar a cabo experiencias tipo "receta" para aprender sobre las ciencias, para confirmar hechos y teorías mediante la obtención de los resultados correctos; en lugar de realizar investigaciones más amplias sobre la naturaleza, por medio de la exploración, la investigación, la comprobación y la explicación.

Durante el trabajo experimental, es común entre los alumnos una visión de rutina del mismo, en vez de considerarlo una actividad racional relacionada directamente con la producción del conocimiento. Esto debido a que a menudo se considera que el trabajo de laboratorio debería cubrir los huecos que dejan pendientes las clases teóricas y los libros de texto. (Campanario, 2000 *op. cit.*) Por lo tanto, existe la necesidad de reducir drásticamente todos los experimentos de tipo "receta", y de diseñar trabajos experimentales de mayor valor educativo para, de esta forma, demostrar que la actividad práctica por sí misma tiene efectos beneficiosos en el aprendizaje.

1.C ¿Por qué realizar el trabajo práctico?

Barberá y Valdés (1996), haciendo referencia a las ideas de Woolnough y Allsop, mencionan que la actividad práctica posee tres objetivos fundamentales, y para el cumplimiento de cada uno de ellos proponen una clase distinta de actividad práctica:

1. **Ejercicios**, que deberán estar diseñados para desarrollar técnicas y destrezas prácticas.
2. **Investigaciones**, en las que los estudiantes tienen la oportunidad de enfrentarse a tareas o problemas abiertos y ejercitarse como científicos que resuelven problemas.
3. **Experiencias**, en las que se propone que los alumnos tomen conciencia de determinados fenómenos naturales.

Estos investigadores admiten la existencia de diseños prácticos híbridos que son capaces de cumplir varios de estos tres tipos de objetivos simultáneamente, y no consideran, en ningún caso, que la meta del trabajo práctico que realizan los estudiantes sea reforzar y comprobar la teoría correspondiente. Para lograr esto último opinan que es mucho más efectiva la demostración por parte del profesor, ya que la reconstrucción de la teoría a partir del trabajo práctico de los estudiantes no sólo se ha mostrado totalmente inoperante en mejorar su entendimiento de los aspectos teóricos de las disciplinas, sino que incluso puede ir en detrimento de la calidad del mismo trabajo práctico y del nivel de comprensión de los fundamentos teóricos por parte de los estudiantes.

Algunos estudios parecen demostrar que la mayoría de los alumnos disfrutan con las prácticas de laboratorio, aunque también hay otros que muestran que el interés en ellas decrece fuertemente con la edad, e incluso que existe una minoría significativa que expresa aversión por el trabajo práctico (Barberá y Valdés, 1996 *op. cit.*).

Los estudiantes no poseen ni el suficiente dominio de un cuerpo de conocimientos, ni la sofisticación teórica, ni la amplia experiencia de un científico, con lo cual los currículos que plantean que el alumno aprenda ciencias a partir de su propia experimentación pueden estar condenados al fracaso.

Esta manera de concebir el trabajo práctico no sólo enseña la estructura sintáctica de la disciplina sino que refuerza la visión empirista de los estudiantes y presenta a las ciencias como cuerpos de conocimientos verdaderos e inmutables. Como resultado, los estudiantes no se motivan por este tipo de prácticas de laboratorio, que les producen apatía y aburrimiento hacia las ciencias y el trabajo científico.

Barberá y Valdés (1996 *op cit.*), con base en las ideas de Kirschner concluyen que, si bien las prácticas no son particularmente útiles para proporcionar a los estudiantes conocimientos sobre la estructura sustantiva de las disciplinas científicas, sí pueden ser utilizadas para introducirlos en la estructura sintáctica del conocimiento científico. Para ello Kirschner propone tres motivos para experimentar en el laboratorio, que él define como válidos y novedosos en correspondencia con cada uno de los objetivos:

1. **Desarrollar destrezas específicas** a través de la realización de ejercicios y en los que las simulaciones educativas pueden dar muy buen resultado.
2. **Enseñar el enfoque académico del trabajo científico** a través de la realización de investigaciones, incluyendo en éstas algunas de las muchas tareas que realiza un científico cuando resuelve problemas, como son:
 - Estudiar una situación y percatarse de que existe un problema por resolver.
 - Definir claramente el problema que se resolverá
 - Buscar diferentes estrategias para la resolución del problema.
 - Evaluar las estrategias alternativas planteadas.
 - Especificar o elegir la estrategia que considera más valiosa y adecuada.
 - Resolver el problema.
 - Evaluar la solución obtenida y estudiarla para determinar si con ella aparece un nuevo problema.
3. **Permitir que los estudiantes tomen experiencia de los fenómenos**, mejorando su conocimiento tácito, para lo cual se proponen las experiencias. No se trata de adquirir conocimientos científicos de los fenómenos por medio del trabajo práctico, sino de obtener conciencia implícita que en la mayoría de las ocasiones no se puede verbalizar- sobre lo que ocurre con un fenómeno, no sobre cómo o por qué ocurre.

También deben distinguirse los tipos de trabajo práctico que se realizan en la instrucción: el que se plantea para mejorar el conocimiento de los alumnos sobre las teorías científicas y el que está destinado a desarrollar las destrezas cognitivas necesarias para resolver problemas científicos. No debemos olvidar que es preciso tener en cuenta el nivel educativo para el que han sido diseñados estos trabajos.

Quizá habría que distinguir entre el trabajo práctico que se realiza en currículos, cuyo principal objetivo es preparar a los alumnos para ser futuros científicos, y el que se hace en aquellos currículos: que pretenden proporcionar una alfabetización científica de los estudiantes, conscientes de que muchos de ellos no seguirán estudiando ciencias. (Warren, 1986).

1. D Control de variables en la experimentación

En el trabajo experimental se requiere de cierta habilidad para identificar los factores que intervienen en el proceso experimental. Esta habilidad se adquiere con el tiempo, ya que en cada uno de los experimentos que se realicen se presentarán dichos factores, conocidos como variables, las que se observan (recordando que observar es fijar nuestra atención con todos nuestros sentidos) de diferentes maneras. A algunas variables como la temperatura o la presión se pueden medir con aparatos, otras como los cambios de color generalmente no se cuantifican, pero todas deben de ser tomadas en cuenta.

Las variables se han dividido en tres categorías que tu deberás recordar:

- Variables controladas o constantes: son aquellas que no cambian en el transcurso de la experimentación, esto es, no se modifican durante el experimento.

Podría pensarse que el material es una variable controlada o constante, pero no se considerará de esta manera.

- Variables independientes o manipuladas: son aquellos factores que son modificados por el experimentador en el transcurso del proceso experimental, y los modifica para estudiar los cambios que se puedan producir por la manipulación de dichas variables.

-Variables dependientes o respuestas: son aquellas variables que dependen de otras variables o lo que significa que son las respuestas manifiestas de modificar otras variables. Las variables dependientes son los factores que dependen de las variables independientes.

En todos y cada uno de los experimentos que realizarás deberás de tomar en cuenta las diferentes variables que se presentan. Al principio te resultará difícil, pero con la práctica se hará algo cotidiano y de mejor calidad.

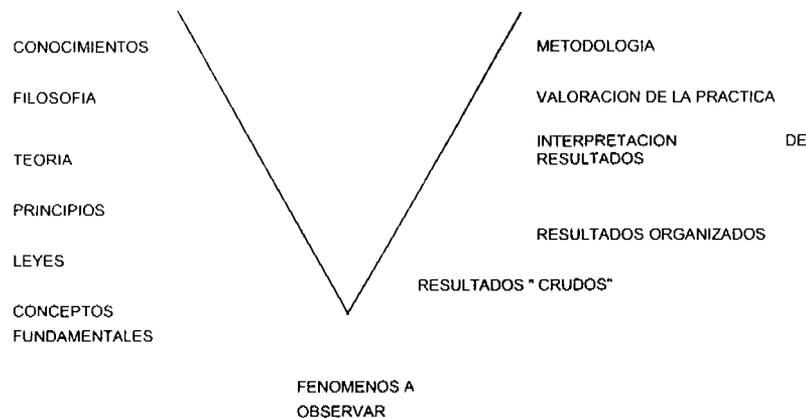
1. E La V de Gowin y el trabajo experimental

En la actualidad, en muchos centros escolares, la evaluación del trabajo experimental se hace a través de cuestionarios sobre la teoría relacionada con el experimento que realizan los alumnos, lo cual da como resultado que en realidad no se esté evaluando el trabajo experimental como tal. Sin embargo, hay algunos esfuerzos por cambiar esta situación.

Existen algunos enfoques basados en la evaluación de habilidades por ejemplo, habilidad para: discernir problemas, formular y seleccionar hipótesis útiles, interpretar datos y sacar conclusiones adecuadas, etcétera. En opinión de Rodríguez Barreiro y colaboradores (1992), "cualquier intento de mejora de los procesos de enseñanza aprendizaje está condenado al fracaso –a la falta de operatividad – si no va acompañado paralelamente de un perfeccionamiento de los modelos y técnicas de evaluación". Generalmente la evaluación del trabajo experimental se hace a través de cuestionarios sobre la teoría relacionada con el experimento que realizan los alumnos, dando como resultado que en realidad no se esté evaluando el trabajo experimental como tal.

Existen otras propuestas, como la de evaluar el trabajo experimental a través de la V epistemológica de Gowin (Izquierdo 1994, Chamizo J.A. y Hernández G. 2000, Bello S. y Hernández G. (1998) Calvet 1997) que es un método heurístico en donde el profesor puede constatar rápidamente si ha habido coordinación entre lo que el alumno sabe, piensa, decide y hace (García, S., Inzausti M. J., Merino M., 2003)

La V de Gowin es un recurso metodológico particularmente útil para que el estudiante exprese la síntesis de conocimientos logrados y actividades intelectuales desarrolladas a través de una experiencia de aprendizaje. Asimismo, para el docente constituye una herramienta valiosa para la planeación y evaluación de un curso, sea éste experimental o teórico. La V de Gowin es un instrumento útil para la evaluación de un curso experimental y para promover la adquisición de aprendizajes significativos.



Las autoras S. Bello G. y G. Hernández M. En el artículo "LA V DE GOWIN Y LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL" han trabajado con varios grupos de estudiantes de nivel licenciatura y con profesores de bachillerato involucrados en programas de actualización y superación, evaluaron aspectos como: formulación de la pregunta central, expresión resumida de los fenómenos a observar, registro, organización e interpretación de resultados, y selección adecuada de conceptos básicos, leyes, teorías y filosofía, invitando a cambiar el tradicional *informe de prácticas* de la asignatura que están cursando, por una forma sintetizada utilizando la V de Gowin.

Como hemos mencionado anteriormente, los alumnos normalmente tienen un manual de laboratorio, con la descripción detallada de cada experimento. Las autoras solicitan a los alumnos que elaboren un diagrama de flujo para facilitar su entendimiento y comprensión de lo que tienen que realizar en el laboratorio y les proponen elaborar una primera versión de la V de Gowin, una vez realizado el experimento.

Las profesoras discuten estas Ves, individualmente con cada estudiante, puntualizando los errores conceptuales, las falsas interpretaciones y los puntos buenos del trabajo realizado. Posteriormente el alumno elabora una nueva V, tras correcciones hechas por las profesoras, la cual es discutida en la siguiente sesión de laboratorio. El alumno debe expresar con claridad en la V el conocimiento adquirido en el laboratorio.

Mencionaremos los aspectos más relevantes relacionados con la V que orientan hacia su utilidad, limitaciones y cambios que deben realizarse en el diseño de los trabajos prácticos o en el proceso docente.

- Pregunta clave

Se ha observado que las preguntas clave elaboradas por los alumnos muchas veces no guardan relación con el experimento desarrollado, son demasiado abiertas para ser contestadas a través del experimento realizado, son mal formuladas, ambiguas, algunas preguntas son aseveraciones escritas entre interrogaciones o estaban bien definidas y se resolvieron a través del experimento realizado.

- Fenómenos a observar

Al no poseer la habilidad para sintetizar en pocas palabras los eventos relevantes en que se apoyarán para responder la pregunta clave; los alumnos tienden a copiar páginas enteras del manual de prácticas o dibujar diagramas de bloques completo.

- Teorías, leyes y principios

Los estudiantes confunden con frecuencia las teorías, leyes y principios con ramas de la Química: análisis cualitativo: química de coordinación, etcétera.

- Conceptos

Tanto estudiantes como docentes identifican fácilmente los conceptos relevantes para un experimento.

- Registro y transformación de datos

Los estudiantes de menor rendimiento escolar, encuentran difícil realizar transformaciones en los datos obtenidos experimentalmente y clasificarlos para encontrar correlaciones con facilidad.

- Interpretación de los datos

Implica un proceso intelectual complejo entre diversas variables y los alumnos de esta edad tienen problemas para interpretar su propio trabajo en un contexto curricular; en cambio A los profesores no les es difícil, aunque a veces desvían o maquillan sus resultados para que se ajusten a concepciones previas.

- Conocimiento adquirido

Por un lado, los alumnos carecen de información amplia y profunda que les permita entender el significado del conocimiento generado por el experimento.

- Valoración del conocimiento

Cuesta trabajo a los estudiantes apreciar lo aprendido, contrastarlo con el conocimiento aceptado por la comunidad científica y reconocer los límites de su aprendizaje.

Tanto a los alumnos como a los profesores les parece muy difícil estructurar las Ves pero, la propia elaboración les ayuda notablemente a organizar su pensamiento, no es fácil encontrar congruencia entre los objetivos propuestos para una práctica y las actividades realizadas. En ocasiones, preguntas de los educandos indican que el estudiante no comprendió la relación existente entre las partes de una práctica, por lo que debe cambiarse su diseño, ya que en ese caso no se lograron los objetivos de aprendizaje propuestos. Como las Ves son muy personales, constituyen un buen instrumento para evaluar el aprendizaje de quien lleva a cabo al experimento.

1.F El laboratorio según el constructivismo

Desde el punto de vista constructivista, un papel atractivo para las prácticas sería su capacidad de promover el cambio conceptual, ya que las experiencias en el laboratorio proporcionan a los alumnos la oportunidad de cambiar sus creencias superficiales por enfoques científicos más sofisticados sobre los fenómenos naturales.

Dentro del constructivismo, la práctica de laboratorio se considera, más que la sola adquisición de habilidades, un ingrediente esencial en el entendimiento de la misma ciencia. (Furio, 2005). No es posible separar los siguientes tres elementos:

1. Aprender ciencia: adquirir el conocimiento teórico y conceptual
2. Aprender acerca de la ciencia: desarrollar un entendimiento de la naturaleza y métodos de la ciencia, sin darse cuenta de las complejas interacciones entre la ciencia y la sociedad
3. Hacer ciencia: ocuparse y volverse experto en la cuestión científica y la resolución de problemas

Los estudiantes pueden aprender ciencia y acerca de la ciencia al conducir investigaciones científicas bien diseñadas (haciendo ciencia), con el asesoramiento de una persona experimentada (el profesor).

En cualquier investigación científica, se debe buscar que los alumnos logren tres tipos de aprendizaje.

- Primero, se promueve el entendimiento conceptual de lo que se está estudiando o investigando.
- Segundo, se promueve el conocimiento procedimental, aprendiendo más acerca de los experimentos y estudios relacionados, adquiriendo un entendimiento más sofisticado de la observación, el experimento y la teoría.
- Tercero, se promueve la experiencia en la investigación.

Por lo tanto, el trabajo práctico debe considerar los siguientes tres propósitos:

➤ Ayudar a los estudiantes a aprender ciencia, adquiriendo y desarrollando el conocimiento teórico y conceptual.
➤ Ayudar a los estudiantes a aprender acerca de la ciencia, desarrollando un entendimiento de la naturaleza de los métodos científicos y darse cuenta de la complejidad de las interacciones ciencia-sociedad-tecnología-medio ambiente.
➤ Habilitar a los estudiantes para que hagan ciencia, desarrollando experiencia en la investigación científica y en la solución de problemas.

El trabajo de laboratorio presenta las siguientes características:

1. El estudiante se involucra activamente y asume la responsabilidad de su propio aprendizaje.
2. Las ideas previas de los estudiantes se obtienen con muchos métodos, por ejemplo: el maestro hace preguntas después de que los estudiantes han tenido la oportunidad de explorar con materiales o considerar un problema, o se pide a los estudiantes que generen preguntas, predicciones y explicaciones.
3. El profesor pone problemas que creen insatisfacción y conflicto con el conocimiento previo de los estudiantes.
4. El trabajo se desarrolla en grupos o equipos. Se discute dentro del grupo y cada equipo entrega un trabajo escrito que es discutido por todos. Los equipos hacen presentaciones ante el grupo.

1.G Investigación dirigida

Es aconsejable que los trabajos sobre resolución de problemas de lápiz y papel, o sobre las prácticas de laboratorio, dejen de ser meras ilustraciones de los conocimientos transmitidos y pasen a constituir actividades de investigación.

Debemos buscar la remodelación de una práctica habitual para convertirla en lo que pensamos que se aproxima a una investigación dirigida. Una práctica de laboratorio que pretenda aproximarse a una investigación ha de dejar de ser un trabajo exclusivamente experimental e integrar muchos otros aspectos de la actividad científica igualmente esenciales.

Gil y Valdés (1996.) opinan que es conveniente:

1. Presentar situaciones problemáticas abiertas, de un nivel de dificultad adecuado, con objeto de que se puedan tomar decisiones para precisarlas y así, entrenarse en la transformación de situaciones problemáticas abiertas en problemas precisos.

2. Favorecer la reflexión de los estudiantes sobre la relevancia y el posible interés de las situaciones propuestas, que dé sentido a su estudio y evite un estudio descontextualizado, socialmente neutro.
3. Potenciar los análisis cualitativos, significativos, que ayuden a comprender y acotar las situaciones planteadas y a formular preguntas operativas sobre lo que se busca.
4. Plantear la emisión de hipótesis como actividad central de la investigación científica, susceptible de orientar el tratamiento de las situaciones y de hacer explícitas, funcionalmente, las percepciones de los estudiantes. Fundamentar dichas hipótesis y prestar atención a la actualización de los conocimientos que constituyan prerequisites para el estudio emprendido.
5. Conceder su importancia a la elaboración del diseño y a la planificación de la actividad experimental por los propios estudiantes.
6. Plantear el análisis detenido de los resultados a la luz del cuerpo de conocimientos disponibles de las hipótesis manejadas y de los resultados de otros investigadores.
7. Pedir un esfuerzo de integración que considere la contribución del estudio realizado a la construcción de un cuerpo coherente de conocimientos, así como las posibles implicaciones en otros campos de conocimientos.
8. Conceder una especial importancia a la elaboración de memorias científicas que reflejan el trabajo realizado y pueden servir de base para resaltar el papel de la comunicación y el debate en la actividad científica.
9. Potenciar la dimensión colectiva del trabajo científico organizando equipos de trabajo y facilitando la interacción entre cada equipo y la comunidad científica. representada en la clase por el resto de los equipos, el cuerpo de conocimientos ya construido y el profesor como experto.

Finalmente comentan que, destacar los resultados de una sola persona o de un solo equipo no bastan para verificar o "falsar" una hipótesis, que el cuerpo de conocimientos constituye la cristalización del trabajo realizado por la comunidad científica y la expresión del consenso alcanzado en un determinado momento.

De esta manera, los aspectos contemplados no constituyen ningún algoritmo. Al elegir una práctica "tradicional" la falta de atractivo de este tipo de trabajos deriva de la orientación que habitualmente se les da.

Pensamos que su replantamiento como una investigación, puede generar auténtico interés y proporcionar también, a través de la incorporación de elementos de la tecnología moderna a los diseños experimentales y al tratamiento de los resultados, una visión más actual de la ciencia.

Organizar el aprendizaje de los alumnos como una construcción de conocimientos, responde a una investigación dirigida en dominios perfectamente conocidos por el director de investigaciones (profesor) y en la que los resultados parciales, obtenidos por los alumnos, pueden ser reforzados, matizados o puestos en cuestión, por los obtenidos por los científicos que les han precedido.

Un trabajo de investigación en el que constantemente se cotejan los resultados de los distintos equipos y se cuenta con la ayuda de un experto. Se trata de que el alumno construya su propia ciencia mediante un trabajo colectivo de investigación dirigida, tan alejado del descubrimiento autónomo como de la transmisión de conocimientos ya elaborados.

Las situaciones problemáticas abiertas, el trabajo científico en equipo y la interacción entre los equipos, se convierten en tres elementos esenciales de una orientación constructivista radical del aprendizaje de las ciencias.

Una orientación como ésta exige la transformación de las actividades fundamentales del aprendizaje de las ciencias (desde la introducción de conceptos al trabajo de laboratorio, pasando por la resolución de problemas sin olvidar la evaluación), para que se conviertan en ocasión de construcción de conocimientos.

El constructivismo nos muestra a la ciencia, como una herramienta para entender el mundo y ésta evoluciona y cambia, así como también lo hacen los conocimientos y los alcances tecnológicos y humanos. Dentro de este enfoque, el conocimiento previo o ideas previas de los estudiantes ocupan un papel fundamental dentro del aprendizaje. Todos aprendemos a partir de nuestro conocimiento previo, por lo que resulta indispensable conocerlo y ver qué tan congruente es con respecto a los conocimientos científicos actualmente vigentes. Los individuos empiezan a construir estas ideas previas desde pequeños, al tratar de entender el mundo en el que viven, relacionándolas con sus experiencias cotidianas. Si el conocimiento científico se construye sobre unas bases equivocadas, deformadas o incompletas, éste no será asimilado adecuadamente por los estudiantes: lo que aprenden lo aprenden mal y lo olvidan fácilmente.

Hemos visto que estudiantes de culturas y edades diferentes presentan ideas previas similares con relación a conceptos científicos, por lo que es importante realizar más investigación sobre las ideas previas en Química, de manera que se tengan bases más firmes sobre las cuales empezar a trabajar.

En esta orientación educativa, que involucra estrategias y modelos de enseñanza como el aprendizaje cooperativo, experiencias de laboratorio más acordes con el constructivismo y el uso de herramientas computacionales, la historia de la ciencia también juega un papel importante como herramienta en el aprendizaje. Los alumnos pueden visualizar a la ciencia como algo más humano, al repasar hechos históricos que representaron cambios fundamentales en el desarrollo científico y al tener una visión general de cómo los conceptos científicos fundamentales fueron evolucionando hasta llegar a lo que son y representan actualmente.

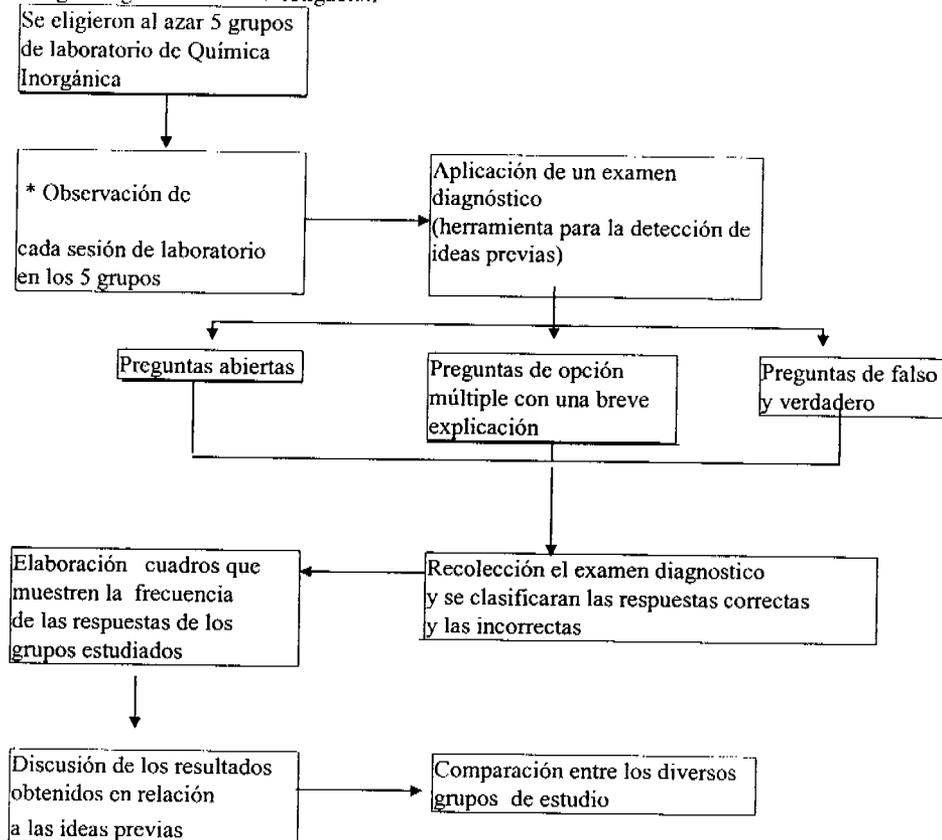
Muchas de las ideas previas pueden relacionarse con la forma en que los científicos explicaban ciertos fenómenos, basándose en aspectos perceptivos, sin tomar en cuenta variables más elaboradas.

Con herramientas como: técnicas de aprendizaje cooperativo en el salón de clases, laboratorios con características que favorezcan la adquisición del conocimiento procedimental (tomando en cuenta el conocimiento declarativo y actitudinal) y, finalmente tecnologías computacionales que nuestra sociedad actual nos ofrece, podemos aspirar a que este proceso tan complejo, el de enseñanza-aprendizaje, logre a mediano y largo plazo, lo que todos deseamos, la construcción de un conocimiento significativo y acorde con el pensamiento científico vigente.

Capítulo VI: METODOLOGÍA

A continuación se muestra un diagrama general de trabajo, para exponer la metodología seguida en esta investigación, se acompaña de una breve explicación de las acciones realizadas.

Diagrama general de la investigación



Como parte inicial de este proyecto examinamos el programa de estudio vigente de la asignatura de Química Inorgánica, la cual es una asignatura obligatoria para todos los alumnos de la Facultad de Química de la UNAM, forma parte de las asignaturas básicas que conforman el plan de estudio de todas las carreras de químicas, es decir, el "tronco común".

Esta asignatura se identifica con la clave 1304, los Químicos, los Ingenieros Químicos, los Químicos Farmacéuticos Biólogos y Químicos en Alimentos, deben cursarla en el tercer semestre a diferencia de los Ingenieros Químicos Metalúrgicos que la registran en segundo semestre.

La enseñanza teórica de Química Inorgánica se apoya con trabajo experimental de laboratorio, de manera que los alumnos reciben 3 horas de formación teórica y 3 horas de formación experimental, lo que les otorga un total de 9 créditos una vez que acreditan la materia.

Se elaboró un examen diagnóstico, con el fin de saber los conocimientos acerca del enlace químico de los alumnos de los grupos en donde actuamos como observadores, para realizar una comparación entre los grupos que abordaron las ideas previas y saber si existe un cambio conceptual con respecto a los grupos que no toman en cuenta la enseñanza con base el constructivismo; se aplicó a los alumnos a la mitad del curso, momento en el cual se revisaron todos los conceptos incluidos en cada uno de los grupos de laboratorio que tomamos como muestra.

Para identificar la influencia que tienen las ideas previas de los alumnos en el aprendizaje sabemos que el grupo A, tiene como eje educativo el conocimiento de las ideas previas en los alumnos y el cambio conceptual.

Para la elección de los grupos, se tomó en cuenta la disposición de los profesores titulares de esa asignatura, así como la diversidad de sus alumnos (en cuanto a las carreras en que se encuentran inscritos), en segundo plano consideramos que no podríamos trabajar con todos los grupos de laboratorio, así nos aseguráramos de que estamos trabajando con una muestra representativa, ya que nos permite evaluar el aprendizaje de alumnos de distintos profesores de teoría (No es obligatorio que los alumnos cursen la parte teórica y la parte experimental con el mismo profesor), sin tener que recurrir al análisis de un grupo completo. Tomamos en cuenta que existen distintos factores que pueden intervenir en el aprendizaje de los alumnos:

- Horario de clase
- Numero de alumnos inscritos en cada grupo
- Dinámica de enseñanza

El grupo A trabajó con herramientas de aprendizaje distintas a las convencionales, evaluación en grupo, mapas conceptuales, elaboración de V de Gowin, que permiten realizar una evaluación más completa de los conocimientos adquiridos por los alumnos. Con estas herramientas, podemos decir a grandes rasgos, cómo se aprende, más que lo que se aprende. En este tipo de evaluaciones de aprendizaje no existen conceptos de memoria, más bien es la construcción que cada alumno haga de su conocimiento lo que determina su avance o retroceso a nivel curricular.

En busca de resultados manifiestos se aplicó como estrategia el examen diagnóstico en la onceava semana de clases del semestre 2005-I, sin embargo la investigación se realizó a lo largo de todo el semestre durante el cual se realizó esta investigación educativa.

	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
Numero alumnos	12 alumnos	11 alumnos	10 alumnos	12 alumnos	16 alumnos
Al inicio de la clase el profesor:	<ul style="list-style-type: none"> -Pasa asistencia -Recoge la tarea -Entrega la bibliografía o fotocopias de un artículo y les pide un resumen 	<ul style="list-style-type: none"> -Pasa asistencia - El profesor explica la práctica y los temas involucrados -Ejemplifica con sucesos cotidianos y despierta el interés en los alumnos 	<ul style="list-style-type: none"> -Reparte hojas en blanco y les pide a los alumnos que escriban una pregunta relacionada con la práctica y lo depositan en la "pecera" 	<ul style="list-style-type: none"> -Pasa asistencia -Entrega los manuales de práctica que se lleva al finalizar cada sesión, calificado 	<ul style="list-style-type: none"> -Pasa asistencia -El profesor comienza una explicación de cada uno de los temas involucrados en la práctica
Los alumnos:	<ul style="list-style-type: none"> -Entregan prácticas alternativas -Entregan de V de Gowin resuelta del lado izq. (inicio), se entrega la V de Gowin completa como informe (final) 	<ul style="list-style-type: none"> -Realizan la práctica exactamente igual que el manual -Los alumnos a lo largo de la práctica, van contestando el manual, si les surgen dudas del cuestionario, del procedimiento de las prácticas y/o el resultado se dirigen al profesor para que les aclare su duda 	<ul style="list-style-type: none"> -Exponen brevemente los conceptos relacionados con la práctica, previamente el profesor dio los puntos clave a investigar 	<ul style="list-style-type: none"> -Realizan la práctica siguiendo cada paso como se indica en el manual y contestan a lo largo de la sesión lo que viene indicado 	<ul style="list-style-type: none"> - Los alumnos realizan la práctica correspondiente al manual, siguiendo cada paso como viene indicado en el manual y contestan a lo largo de la sesión lo que viene indicado
Durante la experimentación el profesor:	<ul style="list-style-type: none"> -Revisa bitácoras, bibliografía y diagrama de flujo -Pide a los alumnos que se autoevalúen -Comenta con los alumnos acerca de los riesgos y precauciones que deben tener durante la experimentación 	<ul style="list-style-type: none"> -El profesor pasa a cada equipo a observar lo que los alumnos realizan, sólo interviene si estos hacen algo mal o le hacen una pregunta -Les pregunta a los alumnos sobre lo que realizan y por qué lo hacen 	<ul style="list-style-type: none"> - Pasa asistencia, revisa bitácoras, bibliografía y diagrama de flujo para que puedan empezar a trabajar -Al término de la experimentación cada alumno saca una pregunta al azar de la pecera y la contesta -Posteriormente acuden al salón inteligente en donde se reúne la comunidad virtual donde inician una serie de preguntas y respuestas 	<ul style="list-style-type: none"> - El profesor pasa a cada equipo a observar lo que los alumnos realizan, sólo interviene si estos hacen algo mal o le hacen una pregunta. -El profesor recoge el manual de los alumnos al final de la sesión 	<ul style="list-style-type: none"> - El profesor explica el como, se realiza la práctica sin abundar demasiado en los pasos del procedimiento - El profesor pasa a cada equipo a observar lo que los alumnos realizan, sólo interviene si estos hacen algo mal o le hacen una pregunta - El profesor recibe durante la sesión experimental el informe de cada alumno previamente, el cual será revisado, calificado y entregado la siguiente sesión.

Evaluación Informe	<ul style="list-style-type: none"> -2 exámenes prácticos y 4 exámenes teóricos -Bitácora -Participación -Tareas -Resultados de la sesión experimental una semana después de haber concluido la práctica, el análisis y las conclusiones -Los resultados se discuten en forma comunitaria y se agregan en el informe 	<ul style="list-style-type: none"> -3 exámenes teóricos -No llevan bitácora -La participación no es obligatoria -No presentan informe -Entregan un resumen que incluya los conceptos necesarios para realizar la práctica 	<ul style="list-style-type: none"> -No se aplica exámenes -Llevar bitácora llevan escrito los temas investigados y la bibliografía de las fuentes de investigación -La participación es obligatoria para la revisión de la bitácora -Resultados de la sesión experimental una semana después de haber concluido la práctica, el análisis y las conclusiones 	<ul style="list-style-type: none"> -2 exámenes teórico-práctico -No llevan bitácora -La participación no es obligatoria -No presentan informe 	<ul style="list-style-type: none"> 2 exámenes teóricos - La participación no es obligatoria, sin embargo, los alumnos investigan sobre el tema - Los alumnos no usan una bitácora. - Presentan un informe : introducción, resultados, análisis y conclusiones, se anexa el cuestionario que viene en el manual contestado
Aportaciones novedosas	<ul style="list-style-type: none"> -V de Gowin -Conocimiento de las ideas previas de los alumnos -Enseñanza dirigida hacia un cambio conceptual 	<ul style="list-style-type: none"> -Ejemplos de la practica aplicados a la vida cotidiana 	<ul style="list-style-type: none"> - Comunidad Virtual: El profesor crea un página en la red, para la comunidad virtual (el grupo de laboratorio), los alumnos formulaban preguntas abiertas acerca de la práctica, sus dudas y/ o comentarios, a estas podían darle respuesta cualquiera de los alumnos de grupo. -Pecera: En un trozo de hoja en blanco a cada alumno escribe una pregunta sobre el experimento a realizar en la clase, cada alumno tomaba una pregunta al azar, la leía en voz alta e intentaba darle una correcta respuesta, el profesor, opinaban para concluir la pregunta. 	-Ninguna	-Ninguna

El Profesor		SI	No								
	Conoce sobre ideas previas	X		X		X			X	X	
	Aborda las ideas previas	X			X	X			X		X
	Conduce a los alumnos a un cambio conceptual	X			X	X			X		X
	Lleva a cabo lo estipulado durante todo el curso	X		X		X		X		X	

CAPITULO VII: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

OBSERVACIONES

Grupo A: Grupo formado por 12 alumnos

El profesor llega al laboratorio pasa lista y recoge la tarea que la clase anterior dejó el profesor

El profesor entrega la bibliografía o fotocopias de algún artículo a los alumnos, que es necesario que lean y entregue un breve resumen para reforzar su conocimiento de los temas a revisar

Los alumnos entregan prácticas alternativas al profesor para que este las revise y las pueda incluir en la sesión práctica si así lo cree conveniente

La profesora revisa las bitácoras de los alumnos, mientras estos realizan las prácticas, hace correcciones en el texto agregando mensajes a los alumnos, poniendo mayor interés en la bibliografía y en el diagrama de flujo

Los alumnos entregan de V de Gowin resuelta del lado izquierdo el día que inicio a la sesión práctica y la sesión posterior al término, se entrega la V de Gowin completa al igual que el informe

Después de revisar la bitácora el profesor, el profesor les pide a los alumnos que ellos se pongan la calificación de acuerdo a su trabajo y a las correcciones hechas por el profesor

FORMA DE EVALUACION

Se realizan 2 exámenes prácticos y 4 exámenes teóricos

El profesor proporciona a los alumnos artículos para complementar su formación académica, les deja temas a investigar y tareas

Los alumnos usan una bitácora, en la que registran para cada práctica: Introducción, objetivos, hipótesis, plan de trabajo en forma de diagrama de bloques, toxicidad, riesgos y precauciones, todo con bibliografía.

Grupo B: Grupo formado por 11 alumnos

El profesor llega al laboratorio pasa lista

El profesor comienza una explicación de cada uno de los temas involucrados en la práctica, la participación no es obligatoria, sin embargo, el profesor ejemplifica con sucesos cotidianos lo cual despierta el interés en los alumnos

El profesor explica el cómo, el por qué y para qué se realiza la práctica sin abundar demasiado en los pasos del procedimiento

Los alumnos realizan la práctica, siguiendo cada paso como viene indicado en el manual. El profesor pasa a cada equipo a observar lo que los alumnos realizan, sólo interviene si estos hacen algo mal o le hacen una pregunta, les pregunta sobre lo que realizan y por qué lo hacen, y los lleva a dar una respuesta correcta a sus interrogantes.

Los alumnos a lo largo de la práctica, van contestando el manual, si les surgen dudas del cuestionario, del procedimiento de las prácticas y/o el resultado se dirigen al profesor para que les aclare su duda.

FORMA DE EVALUACIÓN

Se aplican tres exámenes teóricos durante todo el semestre (El promedio de los dos exámenes representa 100% de la calificación final)

Los alumnos no usan una bitácora

El profesor no les pide a los alumnos prelaboratorio, sin embargo es necesario que entreguen un resumen de los conceptos necesarios para la práctica. No entregan un informe.

Grupo C: Grupo formado por 10 alumnos

El profesor llega al laboratorio repartiendo trozos de hoja en blanco, los alumnos elaboran su pregunta y la depositan en la pecera.

Los alumnos exponen brevemente lo encontrado de la práctica a realizar, en donde la profesora indicó previamente los puntos clave a buscar

El profesor entrega el informe, al momento de ir pasando lista y revisa la bitácora de los alumnos, en la cual debe estar su diagrama de flujo del procedimiento para que pueda empezar a trabajar la práctica. De no llevar el procedimiento escrito, el profesor les permite elaborarlo en el laboratorio, para que posteriormente pueda iniciar la sesión experimental

Mientras los alumnos preparan el material adecuado para la práctica recoge a cada alumno su informe

El profesor escribe en el pizarrón, los temas y palabras claves que los alumnos deben investigar para la siguiente sesión de práctica

Al terminar la clase práctica realizan la actividad de la pecera y acuden al salón inteligente donde se reúne la comunidad virtual.

FORMA DE EVALUACIÓN

No se aplica exámenes durante todo el semestre

Los alumnos usan una bitácora, en donde llevan por escrito los temas a investigar por el profesor (8 puntos), todo con bibliografía (valor 2 puntos)

Para calificarles la bitácora es necesario que participen haciendo una aportación a la clase sobre el tema a revisar.

Deben presentar al inicio de la sesión experimental al profesor el objetivo, el cual debe ser distinto al presentado en el manual, hipótesis, planteamiento, indicando las variables dependientes e independientes y como controlarlas, y el procedimiento (10 puntos)

Informe: Se presentan los resultados de la sesión experimental una semana después de haber concluido la práctica, el análisis y las conclusiones (10 puntos)

Tenemos en total 3 calificaciones por cada práctica las cuales se promedian, por cada práctica para obtener la calificación final

Comunidad Virtual: El profesor crea una página en la red, para la comunidad virtual (el grupo de laboratorio), todos los alumnos abrieron una cuenta en Hotmail, y se dieron de alta en el servidor de la página creada por el profesor, para poder acceder a ella.

Los últimos 30 min. de la clase (una vez terminado el trabajo experimental) el grupo se dirigía al "salón inteligente", aula que se encuentra a espaldas de la biblioteca, en donde nos prestaban las computadoras, entrábamos al sitio creado para la comunidad virtual y los alumnos formulaban preguntas abiertas acerca de la práctica, sus dudas y/ o comentarios, a estas podían darle respuesta cualquiera de los alumnos de grupo, y el profesor dirigía a los alumnos a la respuesta correcta, cada alumno tenía un pseudónimo, por lo cual la metodología pregunta-respuesta era anónima.

Pecera: Al inicio de la sesión de laboratorio el profesor proporciona un trozo de hoja en blanco a cada alumno, en donde debían escribir una pregunta sobre el experimento a realizar en la clase, lo doblaban y lo colocaban en una caja de madera que el profesor llevaba consigo, al final de la clase cada alumno tomaba una pregunta al azar, la leía en voz alta e intentaba darle una correcta respuesta, a partir de los conocimientos adquiridos, tanto los demás compañeros como el profesor, opinaban para concluir la pregunta.

Grupo D: Grupo formado por 12 alumnos

El profesor llega al laboratorio entrega los manuales a cada alumno, mientras pasa lista
Los alumnos realizan la practica correspondiente al manual, siguiendo cada paso como viene indicado

El profesor pasa a cada equipo a observar lo que los alumnos realizan, solo interviene si estos hacen algo mal o le hacen una pregunta

Los alumnos a lo largo de la práctica, van contestando el manual, si les surgen dudas del cuestionario, del procedimiento de las prácticas y/o el resultado se dirigen al profesor para que les aclare su duda

El profesor recibe al final de la sesión experimental el manual de cada alumno previamente contestado durante la práctica, el cual será revisado, calificado y entregado la siguiente sesión.

FORMA DE EVALUACIÓN

Se aplican dos exámenes teórico-prácticos durante todo el semestre, se permite sacar el manual (El promedio de los dos exámenes representa 50% de la calificación final)

Los alumnos no usan una bitácora

El profesor no les pide a los alumnos prelaboratorio, no es necesario que realicen ninguna investigación previa de la práctica a realizar

No se presentan informe

El día que se realiza la practica, se contestan las preguntas incluidas en el manual, incluyendo tablas y/o graficas, se le entrega al profesor al terminar la sesión práctica

(El promedio de la calificación de las prácticas realizadas representan el 50% de la calificación final)

Grupo E: Grupo formado por 16 alumnos

El profesor llega al laboratorio pasa lista

El profesor comienza una explicación de cada uno de los temas involucrados en la practica, pide a los alumnos que participen en la exposición con sus dudas y/o comentarios, la participación no es obligatoria, sin embargo, los alumnos deben investigar previamente y la mayoría lo hace

El profesor explica para que se realiza la practica sin abundar demasiado en los pasos del procedimiento

Los alumnos realizan la práctica correspondiente al manual, siguiendo cada paso como viene indicado en el manual

El profesor pasa a cada equipo a observar lo que los alumnos realizan, solo interviene si estos hacen algo mal o le hacen una pregunta

Los alumnos a lo largo de la práctica, van contestando el manual, si les surgen dudas del cuestionario, del procedimiento de las practicas y/o el resultado se dirigen al profesor para que les aclare su duda

El profesor recibe durante la sesión experimental el informe de cada alumno previamente, el cual será revisado, calificado y entregado la siguiente sesión.

FORMA DE EVALUACIÓN

Se aplican dos exámenes teórico durante todo el semestre (El promedio de los dos exámenes representa 50% de la calificación final)

Los alumnos no usan una bitácora. El profesor no les pide a los alumnos prelaboratorio, sin embargo es necesario que estos realicen una investigación previa de la práctica a realizar

Presentan un informe en donde incluyen una introducción sobre los conceptos necesarios para la práctica (una cuartilla), los resultados, análisis de los mismos y conclusiones, finalmente se anexa el cuestionario que viene en el manual correctamente contestado (El promedio de los informes representa el 50% de la calificación final)

RESULTADOS DEL EXAMEN DIAGNÓSTICO

A continuación presentamos el examen que aplicamos a los alumnos el cual se encuentra en el apéndice, primeramente tenemos la pregunta, en seguida damos la respuesta correcta (R=). Posteriormente damos las respuestas generales de los alumnos por medio de cuadros.

Los cuadros están divididos en respuestas correctas e incorrectas, en cada cuadro viene indicado las respuestas mas frecuentes que los alumnos dan a una pregunta (Gpo.), indicamos también la cantidad de veces que los alumnos dan determinada respuesta a lo que llamamos frecuencia (F). En algunas ocasiones los alumnos dan la respuesta correcta, pero no proporcionan la explicación que se le pide, esto también lo clasificamos en los cuadros indicando grupo y frecuencia.

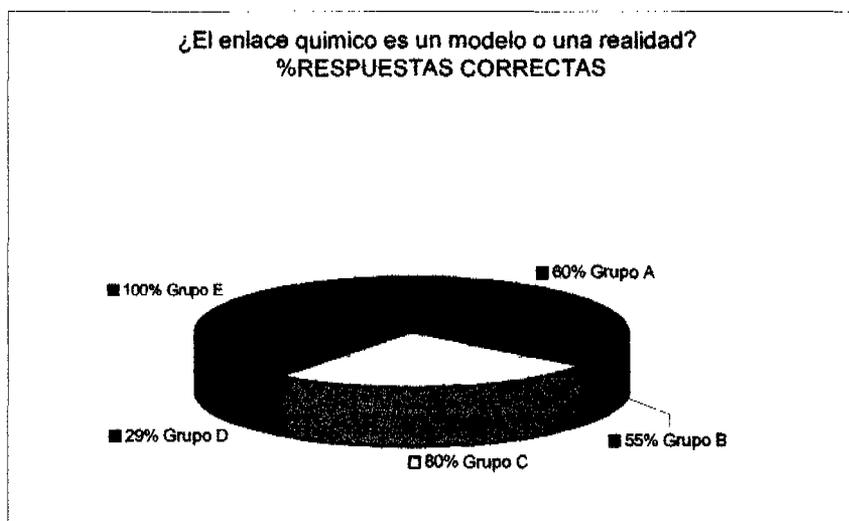
1. ¿El enlace químico es un modelo o una realidad? Explica tu respuesta.

R= El enlace químico es un modelo para explicar el comportamiento de las sustancias químicas

Respuestas Incorrectas	Explicación	F	Gpo.
Es una realidad	Se demuestra cómo están acomodados los electrones y átomos	1	A
		1	B
	Para que se unan un átomo a otro, pero es un modelo porque no lo hemos visto	1	A
		2	B
			D
	Se apoya de los modelos para presentar un significado	1	B
		1	D
	Con este se determinan las especies existentes, con la ayuda del orden de enlace y los electrones de valencia	1	B
	Porque un elemento comparte sus electrones	1	C
	Para que existan las moléculas y la materia como tal	1	D
Para que se lleven a cabo las reacciones	1	D	
Intenta explicar y representar lo que vemos en la naturaleza	1	D	
Una realidad explicada como un modelo	1	D	

Respuestas correctas	Sin explicación		Explicación	F	Gpo.
	F	Gpo			
Es un modelo	1	A	Nos permite explicar la interacción entre átomos	2	A
			Para cada compuesto existen enlaces químicos diferentes representados por modelos	1	B
			Nos indica cómo están unidos los compuestos, pero no está comprobado debido a su tamaño	1	B
			Porque es una suposición, no está comprobada	1	D
				2	B
				2	C
				2	E
			Es la forma en la que suponemos se constituye la materia a partir de supuestas uniones de átomos	1	B
				1	C
			Nos permite explicar las características de las moléculas	1	B
			Fue demostrado	1	C
			Trata de explicar la realidad	1	D
		Trata de explicar lo que vemos en la naturaleza	1	D	
		Son energías involucradas	1	E	
		Nos permite describir las reacciones que se dan en la realidad explicadas a través de modelos físicos y químicos	1	E	

Las gráficas, fueron realizadas con base en porcentajes de cada grupo, tomando como 100% el número total de alumnos, esto lo realizamos de forma independiente para cada grupo ya que varía la cantidad de alumnos, recordemos que en la metodología mencionamos como está constituidos. Por ejemplo en el grupo E indicamos que el 100% de los alumnos dieron respuestas correctas, si hablamos de un 0% tendríamos como resultado que ningún alumno contesto acertadamente.



Si partimos del hecho de que modelo es una representación de una idea de un objeto, acontecimiento, proceso o sistema, creado con un objetivo específico, podemos decir que el enlace químico es un modelo, ya que nos explica el comportamiento de las sustancias químicas, sin embargo podemos observar que los alumnos que contestaron que es una realidad no tienen claro el concepto, los lleva a considerar que existe una frontera clara y contundente entre compuestos iónicos y covalentes y que, por ello, las propiedades de unos y otros son radicalmente diferentes. El grupo E respondió al 100% que era un modelo, sin embargo al explicarlo describen que es una suposición, que explica las reacciones a través de modelos. Cabe mencionar que los alumnos dan respuestas parcialmente correctas o incorrectas, ya que pueden contestar acertadamente y dar un fundamento erróneo. Tanto es así que, frecuentemente, es difícil clasificar la respuesta como correcta e incorrecta. Por ejemplo, decir que el enlace es un modelo "que fue demostrado".

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

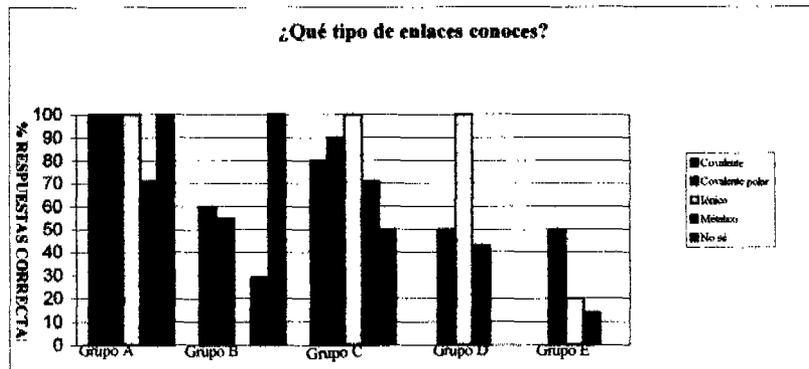
R= El enlace covalente: No hay manifestaciones de cargas parciales

El enlace covalente polar: Es en donde se presentan dipolos en la molécula

El enlace iónico: Es en donde se forman iones, implica interacciones electrostáticas entre iones.

El enlace metálico: es de los metales, implica atracciones débiles entre muchos electrones y muchos núcleos.

Respuestas correctas	Sin explicación		Explicación	F	Gpo.
	F	Gpo			
Enlace Iónico	3	A	Está formado por la unión de iones	1	A
	8	B		1	B
	4	C	Se lleva a cabo entre iones por la atracción de las fuerzas electrostáticas	1	B
	5	D	Diferencia de electronegatividad grande	1	C
	2	E		1	E
			Transfiere un electrón	1	D
			La unión de dos elementos uno con carga positiva y otro con carga negativa	1	D
		Metal + Halógeno u Oxígeno	1	E	
Enlace Covalente	4	A	Es aquel donde se comparten electrones	1	A
	9	B		1	C
	4	C		2	D
	5	D	Se lleva a cabo con elementos que tienen electronegatividades parecidas	1	B
	2	E	Metal + no metal comparten electrones	1	E
Enlace Covalente polar	3	A	Electronegatividad moderadamente fuerte	1	E
	2	B			
	2	D	Un átomo atrae los electrones	1	E
Enlace Metálico	5	B	Diferencia de electronegatividad pequeña, comparte electrones	1	C
	4	C			
	1	D	Los átomos donan todos sus electrones de valencia	1	D
	2	F	Existen espacios vacíos por los cuales los electrones se pueden mover	1	D



Observamos que existe gran confusión entre las modalidades de enlace en los alumnos, principalmente en los grupos D y E, ya que la mayoría de los alumnos no dio una explicación a su respuesta

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

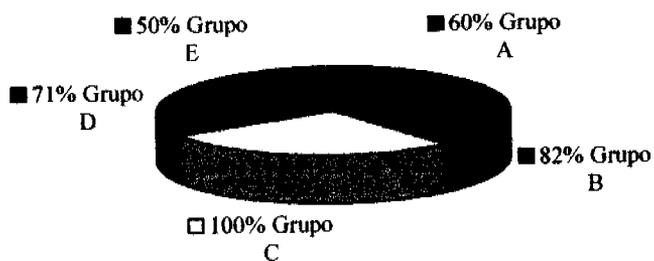
R= Si, los electrones de los átomos comienzan a desplazarse alrededor de los núcleos y la densidad electrónica cambia

Respuestas Incorrectas	Sin explicación		Explicación	F	Gpo.
	F	Gpo.			
No			Los electrones siguen iguales sólo se toma en cuenta la última valencia	1	A
			Los electrones seguirán girando pero alrededor de los dos núcleos	1	A
			Se unen o desprenden electrones sólo cuando los átomos se unen, pero los demás electrones siguen en movimiento	1	D
			Al final están los electrones de valencia, los cuales intervienen el enlace	1	E
			Lo que afecta es el número de átomos	1	E
			Los electrones de enlace también están en movimiento	1	D

Respuestas correctas	Sin explicación		Explicación	F	Gpo.
	F	Gpo.			

Si,	1	A	Se forman fuerzas donde los electrones libres cambian de posición	1	A
			La distribución electrónica cambia, el átomo cede, comparte o puede aceptar electrones	1 3 1	A B D
			Porque el electrón que se comparte no puede girar con el otro en la misma dirección	1	A
			Se toma en cuenta el spin para el llenado de los orbitales, porque están en pareja	1	B
			El electrón se verá afectado por la densidad electrónica del átomo al que se va a unir	3	B
			Por las cargas y sus electrones	2 1	C D
			Los electrones de un átomo tienen que desplazarse para interactuar con los electrones del otro átomo	1	D
			Afecta los núcleos	2 1	C E
			Al acercarse los átomos los electrones se repelen, y la carga nuclear los atrae, el más electronegativo jala a los otros átomos	1 1	C D
			Girar en dos órbitas que unen los elementos	1	E
			Al formarse el enlace los electrones se unen a más átomos y se ve afectado su movimiento	1	D

¿Se verá afectado el movimiento de los electrones al formarse el enlace?



Los alumnos creen que cada átomo mantiene su identidad en el enlace, este es uno de los casos en donde los alumnos asignan características de lo macroscópico a lo microscópico, ven el enlace como fenómeno social, los alumnos que contestaron sí, se refieren a un cambio en el movimiento o giro de los electrones de enlace afectando los núcleos. Los alumnos que contestaron que *no*, sólo toman en cuenta la última valencia los cuales intervienen en el enlace.

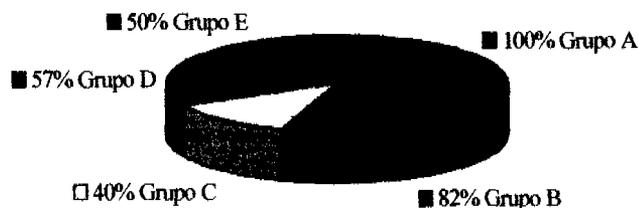
Sin embargo la mayoría de los alumnos habla de un intercambio de electrones. Observamos que al menos la mitad de los alumnos de cada grupo contestó acertadamente, en donde el grupo C tuvo el mayor porcentaje los alumnos hacen referencia a las cargas de los electrones y a que se ven afectados los núcleos en la formación del enlace.

4. El enlace C-F es polar, pero en el tetrafluoruro de carbono la disposición de los cuatro enlaces da un resultado de una molécula con momento dipolar cero. Explica a qué se debe.

R= Tienen una forma molecular con sus átomos dispuestos tetraédricamente alrededor de un átomo de carbono central. Todos los átomos de flúor terminales son iguales en el CF₄, así que tienen las mismas cargas parciales, pero al sumar vectorialmente momentos dipolos, se anulan por su distribución espacial simétrica.

Respuestas correctas			Respuestas incorrectas		
Explicación	F	Gpo.	Explicación	F	Gpo.
Por electronegatividad, la suma de vectores da cero	3 5 2 1 3	A B D C E	Cada átomo de C es compartido con un átomo de flúor	1	B
Hay pequeños momentos dipolo se compensan dando momento dipolar cero	1	A	A que interacciona igualmente con partículas positivas y negativas	1	C
Por la geometría de la molécula	1 1 2	A C D	Todos los electrones del C están compartidos	1	C
Por las diferencias de las densidades electrónicas	2	B	Cumple con la regla del octeto por lo cual no tiene carga pero si tiene nube electrónica	1	D
Debido al sentido de orientación de los dipolos, se cancelan al dar el mismo número de vectores	1	B			
El momento polar es el mismo en cada enlace porque se anulan entre si	1	D			
Los átomos de flúor atraen con igual magnitud a los electrones de valencia del carbono y por lo tanto se anulan	1	D			

**El enlace C-F es polar, porque sus electrones dan momento dipolar cero
%RESPUESTAS CORRECTAS**



No encuentran relación entre la geometría molecular y el momento dipolar los alumnos que contestaron incorrectamente, tratan de basar su explicación en la regla de Lewis. Sin embargo, no siempre se cumplen las reglas. Hay compuestos que no satisfacen la regla del octeto ni ninguna otra regla. La regla del octeto demanda que los electrones se acomoden por parejas, pero no hace referencia ninguna ni a polaridad del enlace ni a geometría molecular. Este error es mas evidente en el grupo C.

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

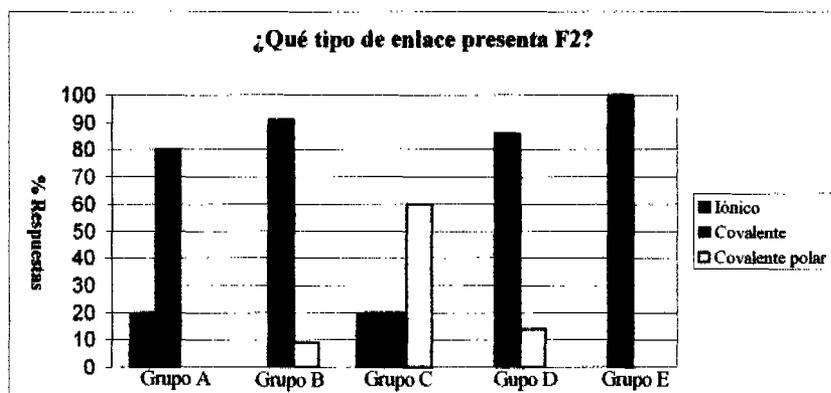
5. ¿Qué tipo de enlace presenta el F₂? Explica tu respuesta.

- a) iónico
- b) Covalente
- c) Covalente polar

Un elemento importante en la formación de los enlaces es la electronegatividad, mientras mayor diferencia exista entre los dos átomos que se combinan, mayor "carácter iónico" tendrá, en este caso la diferencia es de cero por lo que ni es polar y mucho menos iónico.

Respuestas Incorrectas	Sin explicación		Explicación	F	Gpo.
	F	Gpo			
Iónico			La distancia entre átomos es muy grande y por su electronegatividad	1	B
			Por que son átomos de un solo elemento	1	C
Covalente polar			Ambos átomos son de igual electronegatividad y por su tamaño son polarizantes	1	B
			Por su electronegatividad	2	C
			Cuando los elementos son iguales	2	D

Respuestas correctas	Sin explicación		Explicación	F	Gpo.
	F	Gpo.			
Covalente	10	A	Se comparte electrones	1	A
				2	B
				1	D
	3	B	Ambos átomos son iguales por lo que ambos jalan con la misma fuerza	1	A
	3	D			
	3	E			
			Porque hay un traslape de electrones Pz	1	A
			Unión de átomos iguales	1	A
			Es un enlace fuerte y se necesita mucha energía para separarlo	1	B
			Cada átomo proporciona un electrón para el enlace	1	B
			Porque es un enlace metálico	2	B
			Porque atraen con la misma intensidad la densidad electrónica		
			La diferencia de electronegatividad es cero	1	C
			1	E	
		Es la unión entre el mismo tipo de átomo donde no entra la electronegatividad, prefiriendo compartir sus electrones	1	D	
		Sólo participan los electrones de valencia para formar el enlace porque son átomos poli electrónicos	1	E	
		Hay dos electrones que se aparean para formar el enlace	1	D	



El concepto de electronegatividad es muy apreciado entre los estudiantes y tratan de usarlo para explicar numerosos fenómenos y propiedades. Sin embargo, su aplicación incorrecta los lleva a suponer que el enlace en el F₂ o en el HF es iónico, ya que piensan que el F sólo forma enlaces iónicos por su alta electronegatividad. Podemos notar con base en la grafica que el grupo C fue el que tuvo mayor confusión al dar la respuesta.

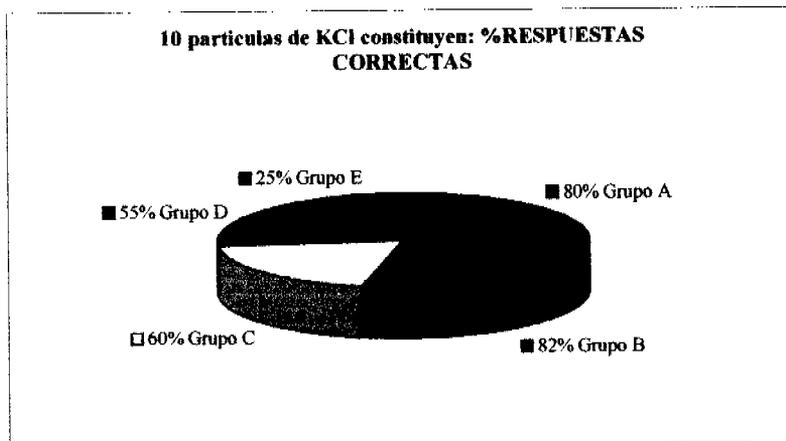
6. 10 partículas de KCl constituyen. . .

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

Explica tu respuesta

Respuestas correctas	Sin explicación		Explicación	F	Gpo.
	F	Gpo			
Una red formada por iones		B	El KCl se disocia formando iones y al existir 103 partículas forman una red	3	A
			Es un cristal	1	A
				2	D
				1	E
			Porque está constituido por átomos de distinta carga	1	B
				1	D
			Por la distribución simétrica no se presenta en forma de parejas sino en red	1	B
			Por que existen cargas negativas y positivas	1	C
		Así es el ordenamiento de estos compuestos	1	D	

Respuestas Incorrectas	Sin explicación		Explicación	F	Gpo.
	F	Gpo			
Una sola molécula formada por átomos		C	La cantidad de partículas constituye una molécula	1	A
			No puede formar una red porque no tiene un anión	1	A
Un grupo de moléculas formada por átomos		B	Por que las partículas son moléculas que constituyen átomos		
		C			
		D			
		E			
Una red formada por átomos		B	Todos los átomos cumplen la regla del octeto	1	E
			Su estructura se ve como una red	1	D



Los alumnos piensan que todas las partículas (átomos, iones, moléculas) son iguales. Cabe destacar que el concepto de partícula es especialmente difícil y genera gran confusión en estudiantes de todos los semestres, tal vez por el uso indiscriminado de este término en libros de texto y entre docentes.

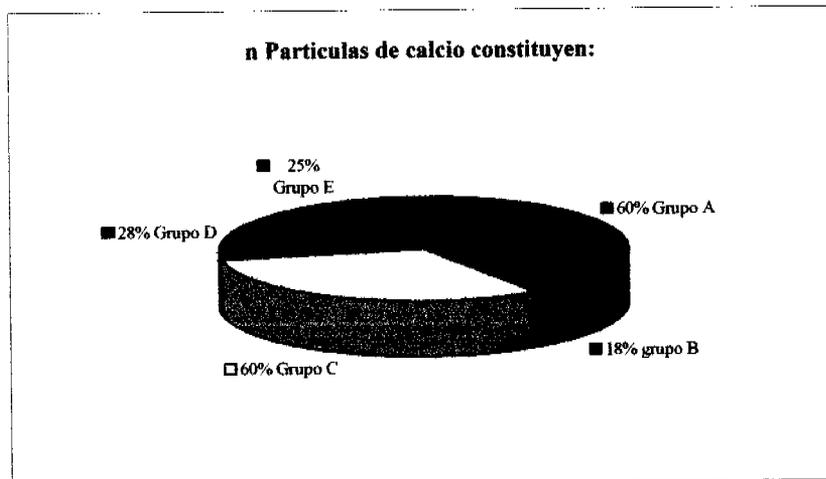
7. n partículas de calcio constituyen

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

Explica tu respuesta

Respuestas correctas	Sin explicación	Explicación	F	Gpo.
1		D Forman una red y comparte el Ca electrones con los Ca vecinos	1	E
		Los cationes se neutralizan eléctricamente por los electrones, hay electrones libres que pertenecen a todo el conjunto de átomos	1	D

Respuestas Incorrectas	Sin explicación		Explicación	F	Gpo.
	F	Gpo			
Una sola molécula formada por átomos	1	B	Tenemos n átomos de Ca formando una sola molécula	1	A
	1	C	La cantidad de partículas constituye una molécula	1	A
	1	E	Son n partículas que forman una sola molécula constituida por átomos	1	B
			Por sus cargas	1	C
Representan sólo un átomo de calcio	3	B	Puede ser uno o varios átomos debido a que n puede ser cualquier número	1	A
			Cierto número representa un átomo	1	C
			Sigue siendo un átomo al menos que digan que la molécula está cargada	1	D
Un grupo de moléculas formado por átomos	3	B	Una molécula requiere n partículas	1	B
			Son átomos iguales y no forman redes	1	D



Existe una gran confusión entre los alumnos acerca de la conceptualización de todas las partículas (átomos, iones, moléculas) las consideran iguales, y los lleva a pensar que las partículas constituyen una molécula, n partículas forman una sola molécula constituida por átomos. La confusión se extiende a pesar que puede tratarse de uno o varios átomos. Desconocen el enlace metálico y consideran que toda la materia esta formada por moléculas. De nueva cuenta el grupo A es el que presenta el mayor porcentaje de respuestas correctas

8. Responde cada uno de los siguientes incisos. ¿Qué tipo de enlace presenta cada uno de los siguientes compuestos. Explica tu respuesta.

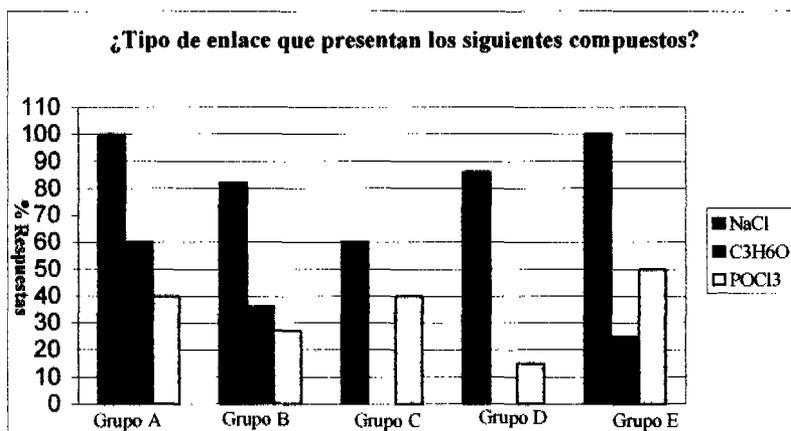
a) NaCl: Es un enlace iónico, porque la diferencia de electronegatividad es alta

b) POCl_3 : Es un enlace covalente polar por que hay manifestaciones de dipolos, es una pirámide trigonal y el oxígeno es el mas electronegativo que el oxígeno.

c) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (acetona): Es un enlace covalente polar, hay manifestaciones de dipolos.

Compuestos	Respuestas correctas	Respuestas Incorrectas	Sin explicación	F	Gpo.	Explicación	F	Gpo.
NaCl	Iónico			1	A	Formada por iones	1	A
				6	B		3	D
				2	C			
				1	E			
						Por electronegatividad Alta	1	A
							1	B
							1	E
						Tiene catión y anión	1	A
							1	B
							1	E
		Por la lejanía en la tabla periódica y porque son iones	1	A				
		Soluble en agua, P.F alto, diferencia de electronegatividad y conductividad en agua	2	B				
		Unión de un ion y un anión	1	E				
		Na pierde un electrón y lo gana el Cl, los iones se unen entre si	1	D				
		Se trata de uniones de un metal con un no metal	1	D				
		Donación de electrones	1	D				
	Covalente			1	C	Porque hay transferencia de un átomo a otro	1	C
POCl_3		Covalente		1	A	Por su cercanía en la tabla	1	A
				3	B			
				1	C	Comparte electrones	1	C
				1	E		1	D
						Diferencia de electronegatividad baja	1	E
						Unión de dos partículas negativas	1	E
						El oxígeno dona su par de electrones	1	E
	Covalente polar					Uniones entre no metales	1	D
		Iónico		1	A	Formada por iones	1	A
				1	B		1	B

Compuestos	Respuestas correctas	Respuestas Incorrectas	Sin Explicación	F	Gpo.	Explicación	F	Gpo.
C ₃ H ₆ O		Iónico						
				1	A	Comparte electrones	1	D
		Covalente		2	B	No contiene cationes ni electrones	1	A
				1	C			
				1	D			
				1	E			
		Molecular				P.F alto, no soluble	1	B
						Comparte electrones	1	C
							1	D
						Unión entre no metales	1	D
Covalente polar				3	B	Comparten electrones pero forman enlaces iónicos por la electronegatividad formando dipolos	1	A
							1	B
							1	D
							1	E



Existe una gran confusión entre los alumnos al explicar su respuesta, ya que no logran diferenciar el tipo de enlace que tiene el compuesto covalente y/o covalente polar, sin embargo, se observa que tienen menor problema al identificar el enlace iónico.

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

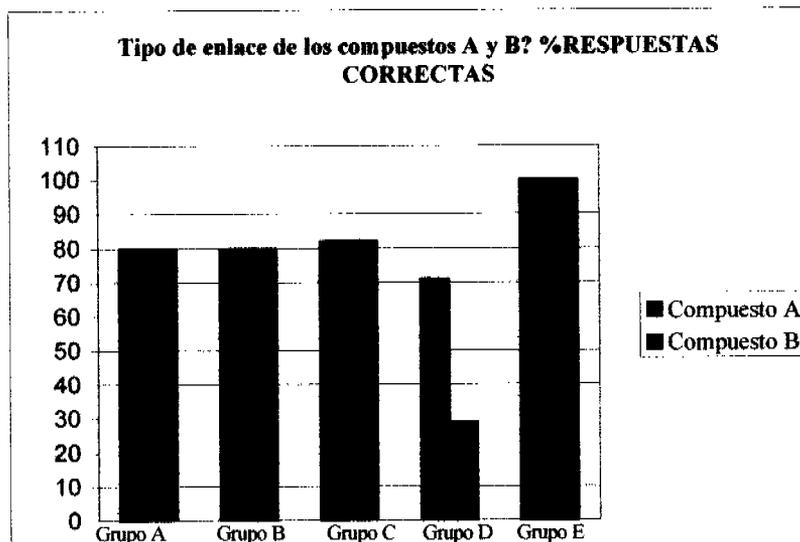
Propiedad	Compuesto A Características	Compuesto B Característica
Aspecto	Sólido blanco	Líquido incoloro
P. Fusión °C	801	-23
Densidad g/cc	2.17	1.59
Sol. en agua	alta	Muy baja
Punto de ebullición °C	1413	76.5
Conductividad eléctrica	Sí conduce en disolución	No conduce

Compuesto A: Iónico

Compuesto B: Covalente

Compuesto A						
Respuestas Incorrectas	Respuestas Correctas	Sin Explicación		Explicación	F	Gpo.
		F	Gpo			
	Iónico	10	A	Grate. Son sólidos cristalinos, P.F altos y en solución forman iones	2	A
		2	B		5	B
		3	C		1	C
		3	D	Porque si conduce en disolución	2	A
		2	E		1	D
				Presenta altos P.F y P.E y es soluble en disolventes polares	1	B
				Al solubilizarse se ioniza, puede conducir , los P.F son altos	1	E
					2	D

Compuesto B						
Respuestas Incorrectas	Respuestas Correctas	Sin Explicación		Explicación	F	Gpo.
		F	Gpo			
	Covalente	10	A	En estado sólido no conduce electricidad, sólo que esté en disolución o fundido. P.F bajo	1	B
		3	B		1	E
		5	C			
		1	D			
		2	E	Es líquido, P.F bajo, no es soluble, no conduce electricidad	1	A
					3	B
					1	D
				No conduce en disolución	2	A
					1	C
					1	E
				Al no tener iones no puede disociarse	2	D



Si se le presenta al alumno las características del compuesto tiene menor dificultad al responder qué tipo de enlace presenta, encontramos que sólo el grupo D presentó problemas al responder acerca del compuesto B.

Lee cuidadosamente cada una de las siguientes oraciones. Escribe V, si es verdadera, F si es falsa o no sé

En esta parte del cuestionario se anota la respuesta correcta en el espacio que precede la enunciado. Seguidamente se da una interpretación (I) de los resultados globales, obtenidos de los cinco grupos.

1. V La formación de un enlace dependerá de los electrones de valencia.
I= Desconocen el papel de los electrones (y de los orbitales) en el enlace.
2. V En la formación de un enlace participan fuerzas electrostáticas y electromagnéticas .
I= Desconocen el papel de las fuerzas en el enlace.
3. F Un enlace simple implica siempre un par de electrones entre dos átomos.
I= Desconocen el papel de los electrones (y de los orbitales) en el enlace.
4. V La atracción entre iones sucede cuando éstos tienen cargas diferentes, siendo una característica del enlace iónico.
I= Desconocen el papel de las fuerzas en el enlace
5. V En la molécula de F₂ el enlace implica un par de electrones.
I= Desconocen el papel de los electrones (y de los orbitales) en el enlace

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

I= **Creen que los átomos enlazados conservan su identidad**

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

I= **Desconocen la estabilidad relativa de las capas llenas**

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

I= **No todas las moléculas lineales son simétricas; por ej. H-F**

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

I= **Desconocen el papel de los electrones (y de los orbitales) en el enlace y en la geometría molecular**

10. V La forma estructural de una molécula es el resultado de todas las interacciones de los pares de electrones libres y enlazantes.

I= **Desconocen el papel de los electrones (y de los orbitales) en el enlace y en la geometría molecular**

11. V Los puentes de hidrógeno son enlaces químicos y no solamente fuerzas.

I= **Desconocen el papel de las fuerzas en el enlace**

12. F Las moléculas de un gas se unen mediante fuerzas de Van der Waals.

I= **Desconocen el papel de las fuerzas en el enlace**

13. V En las interacciones de Van der Waals los electrones no abandonan el núcleo simplemente tiene lugar una pequeña deformación.

I= **Desconocen el papel de las fuerzas en el enlace**

14. V La polarización de un átomo se refiere a la deformación de la nube electrónica.

I= **Creen que los átomos enlazados conservan su identidad**

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

I= **Tienen confusiones en torno al concepto de electronegatividad, a pesar de que usan mucho la palabra**

16. F En un enlace covalente cada uno de los átomos dona un par de electrones para la formación del enlace.

I= **Piensan que hay una frontera clara y contundente entre compuestos iónicos y covalentes**

17. V En un cristal de NaCl los iones sodio están rodeados de seis iones cloruro.
I= **Piensen que la utilización del modelo de Lewis facilita su razonamiento del enlace químico sin embargo, la utilización sin límites del octeto no les permite explicar la formación de redes.**

18. F Los compuestos covalentes no pueden formar sólidos cristalinos
I= **Creen que hay una frontera clara y contundente entre compuestos iónicos y covalentes y adjudican la formación de cristales solamente a los conceptos iónicos**

19. V Los compuestos gaseosos a temperatura ambiente son covalentes.
I= **Creen que hay una frontera clara y contundente entre compuestos iónicos y covalentes**

20. V Si en una botella hubiera oxígeno, las moléculas de este gas estarían separadas entre sí a temperatura ambiente.
I= **No creen en el concepto de vacío**

21. F El HF es un compuesto iónico (p. ebullición 25.5°C).
I= **El concepto de electronegatividad es muy apreciado entre nuestros estudiantes y tratan de usarlo para explicar numerosos fenómenos y propiedades. Sin embargo, su aplicación incorrecta los lleva a suponer que el enlace en el F₂ o en el HF es iónico**

22. V Un compuesto con punto de ebullición alto, se disuelve en agua y conduce la corriente, seguramente será iónico.
I= **Son las características generales de un compuesto con enlace iónico que se presentan en los libros de texto**

23. F Si un compuesto no se disuelve en agua, no conduce la corriente, eléctrica, entonces es covalente.
I= **No toman en cuenta el comportamiento electrónico ni las propiedades microscópicas de los compuestos**

24. F Un enlace covalente polar es el tipo de enlace químico que tiene mayor carácter iónico que covalente.
I= **Desconocen que la densidad electrónica no se encuentra distribuida equitativamente entre átomos, unidos por enlace covalente polar.**

25. F En el enlace covalente no polar es necesario que los átomos tengan electronegatividades con valores iguales o al menos parecidos.
I= **No toman en cuenta que la densidad electrónica se distribuye equitativamente entre los átomos al formar un enlace covalente no polar**

26. F La longitud del enlace químico disminuye al incrementarse la separación entre las cargas.
I= **No toman en cuenta el comportamiento electrónico ni la electronegatividad entre los elementos**

27. F La diferencia en punto de fusión de las sustancias se debe al enlace entre los átomos.

I= Desconocen el papel de las fuerzas intermoleculares y las confunden con las intramoleculares

28. F Hay una frontera que permite separar claramente los compuestos iónicos de los covalentes.

I= Pierden de vista la unidad del enlace frente a la multiplicidad de sus manifestaciones

29. F 10 partículas de N₂ constituyen una red formada por átomos

I= Confusión entre átomo, molécula y cristal. (Concepto de partícula)

% Respuestas correctas de las oraciones de falso, verdadero o no sé					
No. Pregunta	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
1	60	73	100	57	75
2	100	64	80	71	50
3	100	27	60	14	0
4	100	91	60	100	100
5	20	0	40	0	25
6	20	91	80	56	75
7	80	9	80	86	75
8	40	45	20	43	50
9	20	55	20	100	100
10	80	91	80	100	100
11	40	55	80	14	100
12	20	0	20	15	50
13	60	55	40	57	75
14	100	91	60	100	75
15	40	55	60	86	100
16	40	55	60	57	25
17	20	18	40	29	50
18	80	73	20	57	50
19	20	9	60	44	50
20	60	73	80	100	100
21	40	55	40	57	50
22	80	91	80	86	100
23	40	45	0	14	0
24	80	27	80	44	0
25	40	18	20	29	0
26	20	55	40	57	50
27	0	36	40	14	0
28	80	55	40	43	75
29	20	55	60	71	100

Observamos que los alumnos siguen considerando que los átomos mantienen su identidad aun después de formar moléculas; lo que parece indicar que siguen sin distinguir las mezclas, los elementos y los compuestos. Cabe destacar que el concepto de *partícula* es especialmente difícil y genera gran confusión en estudiantes, quizá debido al uso indiscriminado de este término en libros de texto y entre docentes.

El concepto de electronegatividad tratan de usarlo para explicar numerosos fenómenos y propiedades. Sin embargo, su aplicación incorrecta los lleva a suponer que el enlace en el F_2 o en el HF es iónico.

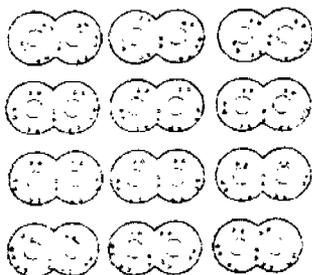
Tampoco comprenden cómo intervienen las fuerzas electrostáticas y electromagnéticas; probablemente debido a que desconocen qué es una fuerza. Así, la comprensión del enlace iónico les resulta particularmente difícil, haciendo uso indiscriminado del octeto. Para los estudiantes no es claro el papel que juegan los electrones (y los orbitales) en la formación del enlace químico.

32. De las siguientes figuras identifica el modelo de enlace que representa.

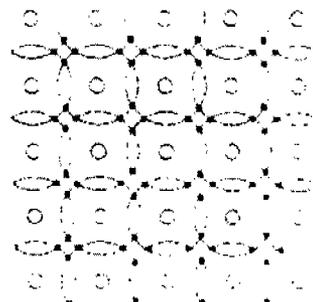
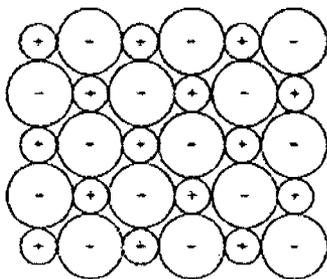
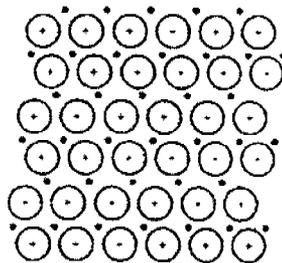
Justifica tu respuesta.

Agregamos a cada esquema la respuesta correcta

R= A) Covalente molecular



R= B) Metálico



¡Gracias por tu colaboración!

R= C) Iónico

R= D) Covalente reticular

% Respuestas correctas de los modelos de enlace					
Figura	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
A	60	50	10	0	50
B	80	60	0	70	50
C	50	20	60	10	0
D	60	50	60	50	10

Los estudiantes no logran interpretar el significado de los esquemas tal vez debido a su escasa capacidad de abstracción o falta de experiencia en su manejo.

La existencia en los alumnos de ideas previas limita el aprendizaje y, frecuentemente, permanecen aun después de la instrucción escolar, se resisten al cambio conceptual, por ello es importante conocerlas en cualquier ámbito del conocimiento y no sólo en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

Asimismo, se pone de manifiesto la necesidad de diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en los esquemas representacionales de los alumnos, que no dejen de lado el importante aspecto de la motivación.

RECOMENDACIONES

LABORATORIO

1. Trabajo en el laboratorio

Según Izquierdo y Espinet (1999), los experimentos escolares deberían ser como un guión especialmente diseñado para aprender determinados aspectos de las ciencias, con su propio escenario, muy diferente al de una investigación científica.

- a. Se propone que los objetivos de las prácticas han de ser diversificados y que estos objetivos condicionan su diseño, dando lugar a diferentes tipos de prácticas, que son útiles para el aprendizaje de procedimientos científicos. La finalidad de las prácticas es contribuir a que los alumnos consigan elaborar explicaciones teóricas de los hechos del mundo y sean capaces de actuar responsablemente con criterios científicos.

El alumno sabe que está aprendiendo algo y que quiere aprobar el curso, pero probablemente no sabe qué se pretende que aprenda con el experimento. Para mantener viva la actividad de los alumnos, se debe conectar los objetivos con lo que a ellos les interesa: aprobar los cursos y tener buenas notas. (Izquierdo,1999)

- b. Se deben tener experimentos que, además, midan parámetros como son la recopilación de datos, la modificación de los experimentos controlando las diferentes variables presentes en la experimentación, el planteamiento de objetivos e hipótesis así como el análisis de los resultados obtenidos, la formulación de conclusiones y el diseño de un experimento que explique el fenómeno en estudio. Se pueden diseñar experimentos en los cuales la investigación bibliográfica sea el parámetro principal a medir. (De Ita Cisneros , 2005).

El poder medir las destrezas que los alumnos tienen en la manipulación del material, la selección adecuada del mismo, las reglas de seguridad que se deben tener dentro de los laboratorios, así como el trabajo en equipo, es de gran importancia para el maestro, pero no debemos olvidar que un correcto diseño de los experimentos de los alumnos, es de suma importancia para poder formarnos un juicio de cómo se desarrollan académicamente. Son importantes los antecedentes que el alumno posea ya que no se puede exigir un diseño experimental de calidad cuando los alumnos tienen deficiencias en sus conocimientos o cuando no se ha practicado lo suficiente.

2. Actividades para modificar el laboratorio

La esencia del constructivismo es que el conocimiento se construye en la mente de quien aprende. Esta afirmación se expande a cinco proposiciones o postulados, a partir de los cuales se pueden modificar las actividades de laboratorio.

Actividad a modificar	Actividad sugerida
El aprendizaje requiere una actividad mental por lo tanto se deben modificar los laboratorios para incrementar la actividad cognitiva de los alumnos.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las variables relevantes. • Diseñar el procedimiento o reduciéndolo a sus partes esenciales. • Diseñar una tabla de datos. • Usar una hoja de trabajo estándar de laboratorio, que incluya conceptos importantes como planteamiento del problema, hipótesis, variables involucradas, constantes, tabla de datos, resumen y conclusiones. • Sugerir fuentes de error en el laboratorio y modificaciones para eliminarlas • Identificar las ideas previas
El conocimiento previo afecta el aprendizaje: por lo tanto se deben diseñar los laboratorios para aprender cuál es este conocimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Mover el laboratorio al principio del capítulo o del tema a tratar, usándolo como el principio del ciclo de aprendizaje. • Que los estudiantes hagan predicciones y las expliquen antes del laboratorio • Elaborar una V de Gowin
Los alumnos deben sentirse insatisfechos con su conocimiento presente: por lo tanto el laboratorio debe desafiar este conocimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Modificar la práctica de laboratorio como un problema cuya solución no es obvia
El aprendizaje tiene un componente social: por lo tanto en el diseño de la práctica se deben incluir actividades grupales que involucren a toda la clase.	<ul style="list-style-type: none"> • Que los estudiantes tengan la oportunidad de discutir sus predicciones, explicaciones, procedimientos y datos antes de realizar la práctica, y que presenten los resultados después de haberla terminado.
El aprendizaje necesita aplicación: por lo tanto en el diseño de las prácticas se debe requerir que los estudiantes encuentren o demuestren aplicaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Demostración de las aplicaciones después de la práctica de laboratorio.
El aprendizaje necesita motivación: por lo tanto el alumno como el docente deben desarrollar actividades que incrementen una disposición para el estudio.	<ul style="list-style-type: none"> • El profesor debe poner en contacto a los estudiantes con ideas que permitan vincular estructuras de contenido con la experimentación. • Se debe entender motivación afectiva y la intelectual son una adaptación continua además de ser interdependientes, los sentimientos expresan el valor y el interés conferido a las acciones
El juego se considera como parte fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje por lo tanto el docente debe incrementar la motivación de sus alumnos introduciendo conceptos, procedimientos y valores.	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante el juego, los alumnos están motivados asimilan y procesan la información a una gran velocidad. Si el profesor sabe recrear los juegos que juegan los alumnos podrá leer las interpretaciones que los alumnos hacen de la realidad.

En el laboratorio, la interpretación de lo que está ocurriendo depende del acceso que el alumno tenga a los hechos, ideas y conceptos.

No olvidemos la influencia que las ideas previas tienen en los alumnos, al considerarse como las creencias que tienen los estudiantes antes, durante y después de su participación en la clase de química (o ciencia en general).

Recordemos que estas creencias influyen en la estructuración del entendimiento de los estudiantes, influyendo así mismo en su aprendizaje presente y futuro. Las creencias o significados diferentes a la interpretación científica provocan que se conecten nuevas ideas de manera inadecuada, dando como resultado un entendimiento débil, una respuesta acorde a una estructura cognitiva inapropiada. Mediante el modelo del procesado de información (Insausti, 1997) se analiza el estado interno del estudiante cuando se enfrenta a la realización de las prácticas.

Parte del supuesto de que la mente humana funciona esencialmente como un sistema de recogida y transformación de información, similar en algunos aspectos a una computadora. Cuando una persona se enfrenta a un ambiente complejo, rico en estímulos, recibe información de este ambiente a través de los receptores.

Los psicólogos hablan de que los estudiantes no pueden trabajar con más de tres o cuatro ideas a la vez. Demuestran que el rendimiento de un estudiante está claramente relacionado con el grado de conexiones que pueda establecer entre los conceptos. Indican que es tal la cantidad de información que tienen que procesar en el laboratorio, que les causa una sobrecarga de su memoria de trabajo. Al explorar la actitud de los estudiantes hacia los trabajos prácticos, en sus investigaciones Insausti(1997), concluye que:

1. Los alumnos tienen una actitud positiva respecto al laboratorio, en cuanto al aspecto lúdico y necesario de las prácticas.
2. Su actitud no es tan positiva y, en algunos casos es negativa, en cuanto a la organización del laboratorio y material presentado.
3. La dificultad radica en el contenido conceptual y las técnicas experimentales involucradas en las prácticas. Nos encontramos con gran cantidad de errores en los informes finales de los trabajos prácticos.
4. Los alumnos siguen los manuales como "recetas de cocina".

El profesor introducirá pequeñas investigaciones, durante el curso de laboratorio, que tienen que ser resueltas por medios prácticos, usando técnicas y contenidos conceptuales ya involucrados en las prácticas anteriormente realizadas. Con estas investigaciones se pretende alentar al estudiante a trabajar independientemente, planificar la tarea a realizar y obtener sus propias conclusiones.

El informe de laboratorio tiene como objetivo mostrar los resultados obtenidos durante todo el proceso de investigación. En dicho proceso se infiere que está contemplado el trabajo en la biblioteca, biblioteca electrónica, hemeroteca; así como el trabajo inductivo y deductivo que cada uno de los alumnos realiza en casa o la escuela. Como se trata de una materia experimental, son muy importantes los datos recopilados durante todo el proceso de experimentación.

Las partes que estructuran el protocolo experimental se presentan a continuación:

Parte del protocolo	Función
Introducción	Con este pequeño texto se intenta motivar al alumno con ejemplos que lo acerquen o sitúen en su entorno de acuerdo al tema principal. Generar intereses y/o necesidades de hacer o querer hacer algo y, en muchos casos, activar los conceptos ya existentes. En este apartado, debe de investigar lo más importante del tema. La investigación bibliográfica tiene que ser sistemática y bien hecha, ya que de ello depende que consigamos realizar un informe de optima calidad.
Temas a cubrir (Objetivos).	Debe de tener relación con los resultados esperados, al tiempo que explicarán nuestra hipótesis planteada. Un objetivo puede ser sencillo para utilizar el material del laboratorio, clasificar el material de acuerdo con su uso, o puede ser más elaborado. Se plantean claramente los conceptos, habilidades, actitudes y destrezas que se pretende que el alumno desarrolle durante el trabajo experimental (el porqué y para qué de la práctica).
Material y método:	En algunas ocasiones será necesario escribir cómo desarrollar una experiencia de laboratorio, así como anotar los materiales y reactivos que se emplearán o emplearon durante tu trabajo experimental.
Diagrama de flujo:	Se debe mostrar la secuencia de trabajo en el laboratorio, utilizando dibujos o diagramas que enseñan la secuencia lógica del proceso experimental. Es muy importante llegar al laboratorio con el diagrama elaborado, lo que indica que se ha leído y comprendido la metodología experimental, y de esta manera minimizamos la probabilidad de accidentes.
Problema.	A través de una pregunta se plantea un reto o desafío que se debe resolver, el cual permite activar y explorar las ideas previas de alumno. También se pueden presentar ejercicios que propicien el desarrollo de operaciones mentales y de razonamientos analógicos en donde apliquen los conceptos en forma diferente a la planteada en el problema inicial.
Hipótesis:	La hipótesis no necesariamente tiene que ser aceptada, ya que podemos hacer las modificaciones pertinentes en el transcurso del trabajo práctico.
Actividades previas	Se sugieren actividades para planear y organizar el trabajo experimental. Entre ellas están: - Elaborar un mapa conceptual de los conceptos relacionados con el tema principal. - Realizar un diagrama del trabajo a seguir. - Hacer cálculos, reacciones, consultar bibliografía, etc.
Actividad experimental.	Se presentan las actividades para llevar a cabo el desarrollo procedimental y además se intercalan notas de alerta que son llamadas de atención para que el estudiante tenga cuidado con el manejo de reactivos teniendo conocimientos sólidos de la toxicidad, los riesgos y precauciones de éstos, ya que son la clave de la experimentación.
Resultados y cálculos	Debes anotar todo lo observado durante la experimentación. Para tal efecto, deberás utilizar tablas, gráficas, dibujos y esquemas además de una correcta redacción. La información recopilada durante la experimentación deberá ser ordenada y coherente.
Análisis de resultados:	Se explicarán los resultados obtenidos durante la experimentación, así como las causas de error.
Conclusiones:	Los alumnos, tomando como base el objetivo, la hipótesis, resultados y análisis de resultados, realizarán la conclusión pertinente
Manejo de residuos	Se presentan las instrucciones para la recolección y disposición de productos, de esta forma se fomentan y refuerzan actitudes responsables ante la contaminación ambiental
Cápsulas químicas	Información adicional pertinente de apoyo para el estudiante con el propósito de apoyarlo en diferentes momentos del trabajo experimental
Bibliografía	Fuentes de información, primarias y secundaria, que se consideran para fundamentar el trabajo experimental

Las modificaciones propuestas probablemente consuman más tiempo, ocasionando que se tenga que disminuir el número de experimentos programados inicialmente. Sin embargo, los métodos sugeridos, incrementan el aprendizaje de los estudiantes en las actividades de laboratorio. La falta de aprendizaje de las experiencias de laboratorio no depende de la complejidad de la materia, sino de la falta de atención y en lo poco que los estudiantes aprenden en el laboratorio, debido a la manera en la que se estructuran las prácticas comúnmente. Aparentemente, los estudiantes no son capaces de construir razonamientos que relacionen las representaciones macroscópicas, microscópicas y simbólicas. El trabajo de laboratorio puede ser un medio para construir la integración de estos niveles, ya que los estudiantes experimentan los fenómenos en los niveles macroscópico y simbólico, pero tienen que interpretarlos en el nivel microscópico.

Para que el aprendizaje de los estudiantes sea más significativo, los experimentos de laboratorio se deben relacionar de manera más efectiva con la teoría vista en clase o en algunos casos reemplazarla (integrando la teoría con el laboratorio).

Puede ser conveniente pasar el trabajo de laboratorio al principio del trabajo teórico para crear interés en el material que se va a aprender y dar la oportunidad al maestro para diagnosticar las ideas previas de los estudiantes. El trabajo de laboratorio puede jugar el papel de puente entre el conocimiento previo y el nuevo. (De Arruda, 1983).

En resumen, los cambios metodológicos propuestos permitirán mayores y mejores aprendizajes, promoviendo la motivación y el interés de profesores y alumnos y generando un clima de aprendizaje agradable, además de hacer posible la adquisición de conceptos, al mismo tiempo que el desarrollo de habilidades y actitudes indispensables para la vida académica. Tales como las habilidades para la investigación, el análisis, la síntesis, entre otras, así como formar estudiantes con iniciativa, comprometidos y responsables que puedan trabajar exitosamente en equipo. Sin olvidar la importancia de que el profesor debe abordar las ideas previas de los alumnos y promover la metacognición.

CONCLUSIONES:

- La enseñanza práctica ofrece una oportunidad singular para conocer las ideas previas de los estudiantes y abordarlas explícitamente para promover el cambio conceptual. Sin embargo, la investigación realizada nos ha mostrado que en el laboratorio de Química Inorgánica, de la Facultad de Química, se han involucrado muy pocos docentes en esta empresa.
- Se identificaron factores que obstaculizan el aprendizaje como: el trabajo de laboratorio al no haber una conexión entre los niveles macroscópicos y microscópicos; el uso de materiales desconocidos para el alumno; el uso de lenguaje ya que no se tiene el cuidado en la definición de términos y la selección de vocabulario; en la estructura de la disciplina ya que no existe una red basada en el entendimiento conceptual; y la estructura de las fuentes de la información ya que se deben buscar diferentes interpretaciones.
- También vimos que hay factores que favorecen el aprendizaje como son: la motivación para mejorar el nivel de funcionamiento cognitivo del alumno; la detección de ideas previas para evitar que se conecten nuevas ideas de manera inadecuada; el uso de analogías para favorecer la construcción del conocimiento; los mapas mentales para relacionar vínculos entre los conceptos claves, para ser reconocidos en forma inmediata; el uso de computadoras e internet; asesoría para resolver dudas o preguntas sobre temas específicos; y finalmente las experiencias de cátedra para conocer cómo piensan los alumnos, tanto en lo individual como en grupo.
- El aprendizaje necesita aplicación: por lo tanto en el diseño de las prácticas se debe requerir que los estudiantes encuentren o demuestren aplicaciones. Las prácticas de laboratorio contribuyen a que los alumnos consigan elaborar explicaciones teóricas de los hechos del mundo y sean capaces de actuar responsablemente con criterios científicos, además, deben ser diseñadas para aprender determinados aspectos de las ciencias.
- El conocimiento previo afecta el aprendizaje, por lo tanto se deben diseñar los laboratorios para aprender cuál es este conocimiento. La existencia en los alumnos de ideas previas limita el aprendizaje y, frecuentemente, permanecen aun después de la instrucción docente, se resisten al cambio conceptual, por ello es importante conocerlas en cualquier ámbito del conocimiento y no sólo en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Si los estudiantes encuentran información que contradiga sus esquemas representacionales es difícil para ellos aceptarla, les parece errónea y la ignoran, la rechazan, no creen en ella, la reinterpretan.
- Es indispensable considerar las ideas previas de los alumnos a fin de diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje, específicas para promover el cambio de perfil conceptual. En el grupo A, el profesor promueve la transformación de las ideas previas hacia conceptos científicos, utilizando las estrategias educativas adecuadas para lograr las condiciones básicas antes mencionadas: insatisfacción, inteligibilidad, verosimilitud y provecho. Según los resultados obtenidos observamos que los alumnos que desarrollan estrategias metacognitivas, facilitan el proceso de cambio conceptual, no sólo implica un cambio en la estructura de su conocimiento específico de dominio, en el conocimiento declarativo del individuo, sino también un cambio actitudinal y estar relacionado con las habilidades de pensamiento del sujeto (capacidad para formular y comprobar hipótesis y desarrollo de estrategias metacognitivas).

- Es preciso continuar investigando los modelos mentales de los estudiantes relacionados con el enlace químico e indagar la relación que existe entre la motivación y la persistencia de los mismos.
- Por lo tanto, si los profesores conocen, identifican y promueven la transformación de las ideas previas de los alumnos del laboratorio de Química Inorgánica y por medio del trabajo práctico logran motivarlos, entonces existe un mejor aprendizaje y por lo tanto se promueve el cambio conceptual.
- Es muy importante que se aproveche la oportunidad que brinda el cambio de planes de estudio para buscar una coordinación horizontal y vertical entre las diversas asignaturas, para trabajar conjuntamente en la promoción del cambio conceptual, tanto en las asignaturas teóricas como en las experimentales.

REFERENCIAS

1. Aleman, R. & Pérez, J. (2000). "Enseñanza del cambio conceptual: De la física Clásica a la Relatividad. *Enseñanza de las ciencias*, 18, 463-471.
2. Ausubel, D. & Novak, J. & Hanesian H. (1983). *Psicología Educativa*. México: Trillas.
3. Baena, M. (2000). Pensamiento y acción de la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 217-226.
4. Barbera, O. & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, 14, 365-379.
5. Bandiera, M. & Dupre, F. (1995). Una investigación sobre habilidades para el aprendizaje científico. *Enseñanza de las ciencias*, 13, 46-54.
6. Silvia Bello Garcés y Gisela Hernández Millán. (1998). Experiencias de aplicación de la "evaluación por tarea", en cursos de Química. *Enseñanza de la Química*, p. 1-7. República Argentina.
7. Bello, G. S. (2006). ¿Qué cambia y qué permanece en el aprendizaje del enlace químico en nuestros estudiantes?, *Metl 1*. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
8. Bello, G. S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), Pág. 210-217.
9. Ben-Zvi, R., Eylon, B-S. y Silberstein, J. Is an atom of copper malleable? *J. Chem. Educ.* 63(1), 64-66, 1986.
10. Bunge, M. (1985). *Racionalidad y realismo*. Madrid: Alianza Universidad
11. Caamaño, A. (2001). Repensar el curriculum de Química en los inicios del siglo XXI. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 29, 43-52.
12. Caamaño, A. (2005) Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un dialogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación Química*, 16 (1)
13. Caballero, P. (1992). La Evaluación docente. México: UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 9-21.
14. Campanario, J. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18, 369-380.
15. Campanario, J. & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Las principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 149-172.

16. Campanario, J. & Otero, J. (2000). Mas allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas del pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18, 155-169.
17. Campanario, J. (1999). La ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las ciencias* 17, 39-410.
18. Claxton, G. (1994). Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela. Madrid: Visor Distribuciones, S. A.
19. Carretero, M. (1996). Construir y Enseñar: las ciencias experimentales, España: Grupo Editor.
20. Chamizo, J. (1995). Mapas conceptuales en la enseñanza y la evaluación de la Química. *Educación Química*, 2, 86-89.
21. Chamizo, J. (1996). Registro de aprendizaje, asociación de palabras y portafolios. *Educación Química*, 2, 86-89.
22. Chamizo, J. (2000). La enseñanza de las ciencias en México. El paradójico papel central del profesor. *Educación Química*, segunda época, 1, 132-136.
23. Chastrette, M. & Franco, M. (1991). La reacción química: Descripciones e interpretaciones de los alumnos de liceo, *Enseñanza de las ciencias* 9(3), 243-247.
24. Cudmani, L. (2000). Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18, 3-13.
25. De Arruda, P. (1983). Didáctica y práctica de la enseñanza. Colombia: Mc Graw Hill, 29-73.
26. De Ita Cisneros, M. & González, E. (2005). ¿H₂O igual a agua? Una experiencia de aprendizaje colaborativo en el aula o el laboratorio. *Educación Química*, 16(1). páginas .
27. Díaz, F. & Hernández, G. (1978). Estrategias para un aprendizaje significativo, México: Mc Graw Hill, 13-33.
28. Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6, 109-120.
29. Furió, C. & Valdés, P. (2005) Transformación de las prácticas de laboratorio de química en actividades de resolución de problemas de interés profesional *Educación Química*, 16(1)
30. Gallegos, J. (1997). Reflexiones sobre la ciencia científica. *Enseñanza de las ciencias*, 17, 321-326.

31. García, P. (2001) Análisis de los conceptos de acidez y basicidad a partir de su desarrollo histórico y su vinculación con ideas previas (tesis). Facultad de Química. UNAM. México.
32. Garritz, A. (2001). Veinte años de la teoría del cambio conceptual. *Educación Química*. 12, 123-126.
33. Giordan, A. (1995). Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos. Sevilla: Díada Editorial, (citado por Chamizo, 2000).
34. Gómez, C. M. & Coll, C. (1994) ¿De qué hablamos cuando hablamos del constructivismo? *Cuadernos de pedagogía*. 221, 8-10.
35. Gutiérrez, Inicial. (1989). Introducción al método científico. México: Esfinge.
36. Hierrezuelo, J. & Montero, A. (2002). La ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la Física y Química, Madrid: Fontamara.
37. Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12, 299-313.
38. Hodson, D. (2005). *Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research*, Ontario Institute for Studies in Education, University of Toronto.
39. Insausti, M. (1997). Análisis de trabajos prácticos de Química General en un primer curso de Universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15, 123-130.
40. Izquierdo, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 17, 45-59.
41. Kind, V. (2004). Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química, 2da edición, México: Aula XXI Santillana, 19-139
42. Novak, J. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender a aprender: la opinión de un profesor investigador. *Enseñanza de las Ciencias*, 3, 215-228.
43. Osborne, R. & Freyberg, P. (1995). El aprendizaje de las ciencias: implicaciones de las ideas previas de los alumnos. Madrid: Narcea.
44. Posner, G. & Strike, K. & Hewson, P. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
45. Pozo, J. & Gomez, C. (1991). Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia. Las ideas de los adolescentes sobre la química., Madrid: CIDE. 199-256

46. Pozo, J. & Sainz, A. & Gómez, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las ciencias*, 83-91.
47. Pozo, J. & Gómez, M. (1998). Enseñar y aprender Ciencia. Madrid: Ediciones Morata.
48. Warren, W. (1986). Pupils Explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Eduaction* 70(5). 549-563
49. Wandersee, J. & Mintzes, J. & Novak, J. D. (1994) Research on alternative conceptions in science. En Gabel, D. (Ed.) *Handbook of Research in Science Teaching and Learning*. New York: Simon & Schuster Macmillan, 177-210.

APÉNDICE

CUESTIONARIO DE DIAGNOSTICO

Características del examen

En primer lugar se procedió a elaborar el instrumento para el diagnóstico, o sea el cuestionario. Para ello, se tomaron como referencia libros de texto ampliamente usados en las asignaturas de Química General y Química Inorgánica, e ideas previas reportadas en revistas de investigación educativa y páginas electrónicas (Flores, et al, 2002; García Cruz, 2004, Velásquez 2006; Herrera, 2005).

Una vez construido el cuestionario, se realizó una prueba piloto, en un grupo de Química Inorgánica (tercer semestre) y posteriormente se le hicieron las modificaciones pertinentes. El cuestionario fue una combinación de preguntas abiertas, de opción múltiple, de falso verdadero y de esquematización o dibujo de algunos sistemas.

El cuestionario quedó estructurado con una combinación de preguntas abiertas, preguntas de opción múltiple, de falso y verdadero y de esquematización o dibujos de algunos sistemas.

EXAMEN DIAGNOSTICO

Nombre del alumno:

Grupo:

Con el propósito de conocer lo que recuerdas acerca de enlace químico, te pedimos que contestes el siguiente cuestionario:

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

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

5. ¿Qué tipo de enlace presenta el F₂? Explica tu respuesta.

- a) iónico
- b) Covalente
- c) Covalente polar

6. 10 partículas de KCl constituyen . .
- un grupo de moléculas formado por átomos.
 - una sola molécula formada por átomos
 - una red formada por átomos.
 - una red formada por iones
- Explica tu respuesta

7. n partículas de calcio constituyen
- una sola molécula formada por átomos.
 - representan sólo un átomo de calcio
 - una red formada por cationes y electrones
 - un grupo de moléculas formado por átomos
- Explica tu respuesta

8. Responde cada uno de los siguientes incisos. ¿Qué tipo de enlace presenta cada uno de los siguientes compuestos. Explica tu respuesta.
- NaCl
 - POCl₃
 - C₃H₆O (acetona)

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

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

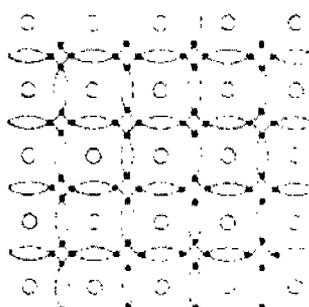
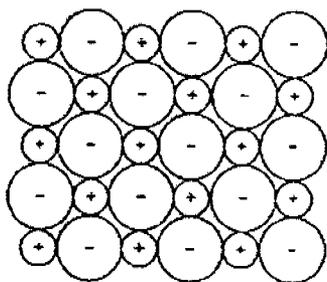
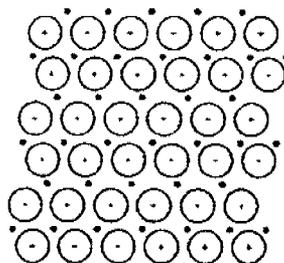
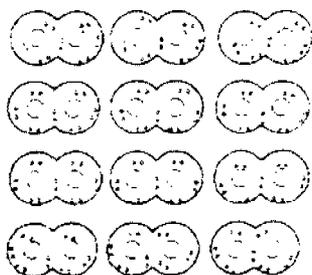
Lee cuidadosamente cada una de las siguientes oraciones. Escribe V, si es verdadera, F si es falsa o no sé

- ___ La formación de un enlace dependerá de los electrones de valencia.
- ___ En la formación de un enlace participan fuerzas electrostáticas y electromagnéticas .
- ___ Un enlace simple implica siempre un par de electrones entre dos átomos.
- ___ La atracción entre iones sucede cuando éstos tienen cargas diferentes, siendo una característica del enlace iónico.

5. ____ En la molécula de F_2Cl enlace implica un par de electrones.
6. ____ En un enlace, se puede identificar a los electrones y asegurar a qué átomo pertenecen.
7. ____ En un átomo o ion que tiene su última capa de valencia completa es más fácil arrancar uno de los electrones.
8. ____ Si la geometría de una molécula es lineal, por lo tanto es simétrica, esto implica que el momento dipolar sea cero.
9. ____ Los pares de electrones no enlazantes influyen en la posición de los pares compartidos y determinan la polaridad de la molécula.
10. ____ La forma estructural de una molécula es el resultado de todas las interacciones de los pares de electrones libres y enlazantes.
11. ____ Los puentes de hidrógeno son enlaces químicos y no solamente fuerzas.
12. ____ Las moléculas de un gas se unen mediante fuerzas de Van der Waals.
13. ____ En las interacciones de Van der Waals los electrones no abandonan el núcleo simplemente tiene lugar una pequeña deformación.
14. ____ La polarización de un átomo se refiere a la deformación de la nube electrónica.
15. ____ En una molécula formada por dos átomos con distintos valores de electronegatividad, los electrones pasarán más tiempo en la nube electrónica del átomo con mayor valor de electronegatividad.
16. ____ En un enlace covalente cada uno de los átomos dona un par de electrones para la formación del enlace.
17. ____ En un cristal de $NaCl$ los iones sodio están rodeados de seis iones cloruro.
18. ____ Los compuestos covalentes no pueden formar sólidos cristalinos
19. ____ Los compuestos gaseosos a temperatura ambiente son covalentes.
20. ____ Si en una botella hubiera oxígeno, las moléculas de este gas estarían separadas entre sí a temperatura ambiente.
21. ____ El HF es un compuesto iónico (p. ebullición $25.5^{\circ}C$).
22. ____ Un compuesto con punto de ebullición alto, se disuelve en agua y conduce la corriente, seguramente será iónico.
23. ____ Si un compuesto no se disuelve en agua, no conduce la corriente, eléctrica, entonces es covalente.

24. Un enlace covalente polar es el tipo de enlace químico que tiene mayor carácter iónico que covalente.
25. ____ En el enlace covalente no polar es necesario que los átomos tengan electronegatividades con valores iguales o al menos parecidos.
26. ____ La longitud del enlace químico disminuye al incrementarse la separación entre las cargas.
27. ____ La diferencia en punto de fusión de las sustancias se debe al enlace entre los átomos.
28. ____ Hay una frontera que permite separar claramente los compuestos iónicos de los covalentes.
29. ____ 10 partículas de N_2 constituyen una red formada por átomos.
30. Dibuja cómo es la estructura interna de las siguientes sustancias, es decir cómo están constituidas.
- a) un grano de sal ($NaCl$)
 - b) un trozo de aluminio (Al)
 - c) una puntilla de grafito (C)
 - d) hidrógeno contenido en un globo (H_2)
 - e) agua en un vaso (H_2O)

32. De las siguientes figuras identifica el modelo de enlace que representa.
Justifica tu respuesta.



¡Gracias por tu colaboración!

BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Taber, K.S. (1997). Understanding chemical bond. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Surrey, Instituto Roehampton. Reino Unido.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Algoritmo: Procedimiento de cálculo con símbolos, con un número finito de pasos, para la resolución de un problema.

Analogía: Es una comparación entre un objeto y otro tomado como semejante, de manera que los elementos que integran a cada uno quedan explicitados, del mismo modo que sus relaciones, le permite al aprendiz, construir avances en la representación del fenómeno estudiado, partiendo de saberes previos, ya que la referencia usada para la analogía forma parte de su saber cotidiano.

Aprender: Es desarrollar la capacidad para resolver problemas y pensar sobre la situación que se enfrenta, consiste en desarrollar elaboradas redes conceptuales en la memoria de largo plazo, consistentes con el pensamiento científico aceptado.

Asimilación. El proceso de convertir la nueva información en parte de los esquemas presentes.

Autodidactismo: Que se instruye a sí mismo, sin la ayuda del maestro.

Átomo: Estructura que forma la unidad básica de cualquier elemento.

Ciencia: Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales.

Cognición. Acción y efecto de aprender.

Compuesto: es aquel que está formado por la unión de dos o más elementos diferentes, en proporciones fijas y exactas a través de enlaces químicos.

Conceptualización: Formar conceptos.

Conocimiento: Es la operación por la cual un sujeto obtiene expresiones mentales de un objeto.

Conocimiento actitudinal: Se fundamenta en la escala de valores con la que entendemos, apreciamos las circunstancias y damos opción a que pensamientos y acciones se desarrollen o no, junto con todos los anteriores elementos del conocimiento como materia prima en la toma de decisión.

Conocimiento científico: Es claro, preciso, crítico, fincado en conceptualizaciones.

Conocimiento común: Generado en la interacción con las experiencias de la vida diaria y con otros individuos, se construye con base en criterios, modos de razonar, propósitos y valoraciones que, si bien pueden ser suficientes para enfrentar las exigencias de la cotidianidad, difieren sustancialmente de la desiderata de precisión, coherencia, objetividad y sistematicidad del conocimiento científico.

Conocimiento conceptual: Es construido a partir del aprendizaje de conceptos, principios y explicaciones, los cuales no tienen que ser aprendidos en forma literal, sino abstrayendo su significado esencial o identificando las características y las reglas que los componen.

Conocimiento declarativo: Conocimiento almacenado en la memoria a largo plazo relacionado con el saber "qué". Es el conocimiento que tenemos de nosotros y del mundo.

Conocimiento factual: es el que se refiere a datos y hechos que proporcionan información verbal y que los alumnos deben aprender en forma literal, se logra por una asimilación literal, memorística, sin comprensión de la información, donde poco importan los conocimientos previos de los alumnos.

Conocimiento ordinario: Es vago, impreciso, poco crítico, fundado exclusivamente en observaciones sensibles.

Conocimiento procedimental. Tipo de conocimiento distinto del conocimiento declarativo, relacionado con saber "cómo". Este tipo de aprendizaje se manifiesta por la realización de habilidades psicomotoras y no por la recuperación constante de información.

Corpúsculos: Nombre genérico que reciben una serie de pequeñas estructuras

Currículo: Conjunto de estudios y prácticas destinados a que el alumno reciba una no desarrolle plenamente sus posibilidades.

Deducción: Método por el cual se procede lógicamente a derivar o sacar consecuencias una cosa de otra o parte de ella.

Didáctica: Está representada por el conjunto de técnicas a través de las cuales se realiza la enseñanza. Presenta reglas orientadas hacia la práctica, toda vez que su objetivo primordial sea orientar la enseñanza.

Educación, (*educere*): significa sacar, extraer, según el cual la educación sería la acción de sacar algo de dentro del hombre.

Elemento químico: hace referencia a una clase de átomos; todos ellos con el mismo número de protones en su núcleo. Aunque, por tradición, se puede definir elemento químico como aquella sustancia que no puede ser descompuesta, mediante una reacción química, en otras más simples.

Esquemas: Son unidades complejas de conocimiento que codifican las propiedades de los elementos típicos de las categorías. Los esquemas son instrumentos de reconocimiento que se utilizan para evaluar cómo se ajustan los datos que se están procesando.

Esquema mental La estructura mental que procesa información, percepciones y experiencias; los esquemas del individuo cambian conforme crece.

Estructuras cognitivas: Son representaciones organizadas de experiencia previa, son relativamente permanentes y funcionan activamente para filtrar, codificar, categorizar y evaluar la información que uno recibe en relación con alguna experiencia relevante.

Experiencias de cátedra: Son las demostraciones de experimentos sencillos de física o de química que se realizan sin la rigurosidad de la experimentación formal, se utilizan, generalmente, dentro del salón de clases y en muchas ocasiones se hacen como demostraciones por parte del profesor o un alumno o pequeño grupo de alumnos al resto de la clase.

Falta de Motivación Los individuos están desmotivados cuando no perciben contingencias entre los resultados y las propias acciones. Perciben sus conductas como causadas por fuerzas fuera de su propio control.

Habilidad. Aptitud, capacidad para realizar una tarea.

Heurísticos: Utilización de reglas aproximativas, de carácter más bien intuitivo, que nos ayudan a cerrar tareas complejas o a alcanzar conclusiones en situaciones inciertas. Esas reglas aproximativas, conllevan ciertos sesgos que nos alejarían de las conclusiones formalmente correctas, o científicamente válidas, pero serían pragmáticamente válidas en la vida cotidiana.

Heterogéneo: aquel que está formado por dos o más fases. Es identificado por razones muy simples: se pueden apreciar las distintas partes de las que se compone el sistema.

Homogéneo: es aquel sistema que está formado por una sola fase. Es toda masa aislada que posee las mismas propiedades intensivas en más de dos puntos. Una forma rudimentaria de comprobarlo es mediante su visualización. Si no se pueden distinguir las distintas partes que lo forman, éste será, pues, homogéneo.

Ideas previas: Son concepciones que tienen su origen en el ámbito escolar y se presentan como ideas deformadas o simplificadas de ciertos conceptos, que conducen a una comprensión errónea o desviada por parte de los alumnos.

Intelecto: Es el complejo proceso por medio del cual las personas construyen sus ideas sobre cómo funciona el mundo.

Lenguaje: Conjunto sistemático de signos que permite la comunicación.

Ley científica: Consiste en la expresión de una relación constante entre fenómenos.

Mapas Mentales: Es una herramienta o un método a través del cual los diferentes rendimientos.

Memoria: Facultad de muchos organismos por la cual pueden conservar un conjunto de señales.

Metacognitivo: Es un término que se refiere al conocimiento que la persona tiene sobre sus propios procesos de aprendizaje, a la conciencia del uso que hace de dichos procesos y a su habilidad para dirigirlos.

Modelo: Es una idealización de la realidad utilizada para plantear un problema, normalmente de manera simplificada en términos relativos y planteada desde un punto de vista matemático, aunque también puede tratarse de un modelo físico. Es una representación conceptual o física a escala de un proceso o sistema (fenómeno), con el fin de analizar su naturaleza, desarrollar o comprobar hipótesis o supuestos y permitir una mejor comprensión del fenómeno real al cual el modelo representa.

Molécula es una partícula formada por un conjunto de átomos ligados por enlaces covalentes, metálicos, o iónicos de forma que permanecen unidos el tiempo suficiente como para completar un número considerable de vibraciones moleculares. Las moléculas lábiles pueden perder su consistencia en tiempos relativamente cortos, pero si el tiempo de vida medio es del orden de unas pocas vibraciones, estamos ante un estado de transición que no se puede considerar molécula.

Motivo. Cada uno de los factores o causas internas que se suponen la base de la conducta humana y de los animales.

Identificación: Es la medida en que la conducta es juzgada importante para el individuo, especialmente lo que percibe como escogido por él mismo, entonces la internalización de motivos extrínsecos se regula a través de identificación. Por ejemplo: "decidí estudiar anoche porque es algo importante para mí".

Objeto: es la cosa o persona conocida.

Operación Cognoscitiva: es un proceso necesario para que el sujeto se ponga en contacto con el objeto y pueda obtener algún pensamiento acerca de dicho objeto.

Paradigma: significa modelo.

Partículas elementales son los constituyentes de los átomos y otras formas de materia, como los electrones, protones y neutrones y otros tipos de partículas exóticas que sólo pueden encontrarse en los rayos cósmicos o en los grandes aceleradores de partículas, como los piones o los muones.

Pensamiento: Es la expresión mental del objeto conocido. Cada vez que se conoce algo queda una huella interna en el sujeto, en su memoria, y consiste en una serie de pensamientos, que en cierto modo nos recuerda al objeto conocido.

Primer nivel: (proceso de enseñanza-aprendizaje) es el referido al proceso que lleva del conocimiento común al conocimiento científico.

Psicomotriz: Relación entre las funciones motoras del individuo humano y los factores psicológicos que influyen en ella, condicionando el desarrollo.

Razonamiento inductivo: Es la generalización de principios a partir de hechos.

Razonamiento hipotético-deductivo: Caracterizado porque las conclusiones derivan de premisas que son hipótesis en mayor medida que de hechos.

Receptor: Que recibe.

Sujeto: es la persona que conoce, capta algún aspecto de la realidad y obtiene así algún pensamiento referente a ese aspecto captado.

Sustancia química es cualquier material con una composición química definida, sin importar su procedencia.

Transmisor: Que transmite.

V de Gowin: Es un recurso metodológico para que el estudiante exprese la síntesis de conocimientos logrados y actividades intelectuales desarrolladas a través de una experiencia de aprendizaje, es un método heurístico en donde el profesor puede constatar rápidamente si ha habido coordinación entre lo que el alumno sabe, piensa, decide y hace.