

01071



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA SUPERIOR

7
2ej

DISEÑO DE UN PROBLEMA DIDÁCTICO PARA
LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, EN ESPECIAL
LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN
EL BACHILLERATO DEL COLEGIO DE CIENCIAS
Y HUMANIDADES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN ENSEÑANZA SUPERIOR

P R E S E N T A :
LUZ MERCEDES SÁNCHEZ HIDALGO Y ROJAS

ASESOR:
DR. JESÚS AGUIRRE CÁRDENAS



México D.F.

1998

269335

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A Mis Compañeros De Trabajo del Colegio de Ciencias y Humanidades

A Mis Compañeros De Trabajo de la Facultad de Química

A Mis Compañeros De La Generación 52 De La Escuela Nacional De Ciencias Químicas

A Mis Maestros De La Facultad De Filosofía Y Letras, En Especial La Dra. Alicia De Alba Por Sus Atinadas Observaciones

A Mi Director De Tesis Sr. Dr. Jesús Aguirre Cárdenas, Por Su Paciencia

A Mi Revisora De Tesis La Dra. Sara Rosa Medina, Por Su Atención

A Mis Sinodales Mtro Roberto Caballero, Mtro Roberto Pérez Benitez Y En Especial Al Mtro Salvador Navarro Barajas, Por Su Espiritu De Servicio

A Mis Hijos Pedro, Mario Y Sara

A Mis Amigos Y Parientes

	CONTENIDO	PÁGINA
	INTRODUCCIÓN	i
1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
2	HIPÓTESIS	5
2.1	FORMALICEN DE LA HIPÓTESIS	5
2.2	FUNDAMENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	5
2.2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ABORDAJE CONSTRUCTIVISTA SEGÚN COLL	11
3	FACTORES QUE INCIDEN EN EL PROBLEMA DIDÁCTICO	12
3.1	LA DOCENCIA	12
3.2	LA CIENCIA	15
3.2.2	LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	20
3.3	EL CONTEXTO DEL CCH	22
3.3.1	PROPÓSITOS DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	27
3.4	LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DENTRO DEL CCH	28
4	MARCO TEÓRICO	33
4.1	PERSPECTIVA HISTÓRICA DEL CONSTRUCTIVISMO	33
4.2	MODELO DE TRANSMISIÓN-RECEPCIÓN	33
4.3	MODELO CONDUCTISTA DEL APRENDIZAJE	33
4.4	APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO	34
4.5	EL CONSTRUCTIVISMO	36
4.5.1	TEORÍA PSICOLÓGICA DEL APRENDIZAJE SEGÚN JEAN PIAGET	36
4.5.1.1	TEORÍA DEL DESARROLLO INTELECTUAL	36
4.6	MODELO DE RECEPCIÓN SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL	38
4.7	ORIENTACIÓN CONSTRUCTIVISTA DEL APRENDIZAJE SEGÚN NOVAK	41
4.8	CARACTERÍSTICAS DEL ABORDAJE CONSTRUCTIVISTA SEGÚN DRIVER	44
4.9	PERFIL DEL PROFESOR	48
4.10	PAPEL DE LA MOTIVACIÓN EN LA ORIENTACIÓN CONSTRUCTIVISTA	48
5	METODOLOGÍA	50
5.1	EL APRENDIZAJE ENFOCADO AL CONSTRUCTIVISMO	54
5.2	OBJETIVOS Y METAS QUE SE PRETENDEN LOGRAR PARA RESOLVER EL PROBLEMA PLANTEADO	55
6	PLANEACIÓN Y DISEÑO DE LA ESTRATEGIA	57
6.1	ACTIVIDADES PREVIAS A LA PLANEACIÓN. PRESENTACIÓN DE LAS PLANEACIONES Y DE LOS FORMATOS.	57
6.2	PLAN DE TRABAJO	61

6.2.1	PRIMER FORMATO DE LA PLANEACIÓN DEL CURSO DE QUÍMICA	61
6.2.2	SEGUNDO FORMATO DE LA PLANEACIÓN DEL TEMA DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS	69
6.2.3	TERCER FORMATO DE LA PLANEACIÓN DEL TEMA DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS, PARA EL ALUMNO	73
6.3	DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA	73
6.4	EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA	82
7.	CONSIDERACIONES FINALES	85
8	BIBLIOGRAFÍA	87
9	ANEXO 1.	93
I.	COMPORTAMIENTO QUÍMICO	94
II.	EXPERIMENTOS	108
III.	PROBLEMAS	129
IV.	NOMENCLATURA	131
V.	LECTURA	134
VI	BIBLIOGRAFÍA	139

INTRODUCCIÓN

La educación es la posibilidad que tiene el hombre de mejorarse a través del tiempo, y con esto, de trascender. El carácter más general y fundamental de una cultura es que debe ser aprendida, o sea transmitida en alguna forma. Como sin cultura un grupo humano no puede sobrevivir, es en interés del grupo, que dicha cultura no se disperse ni se olvide, sino que se transmita de las generaciones adultas a las más jóvenes a fin de que éstas se vuelvan igualmente hábiles para manejar los instrumentos culturales y hagan así posible que continúe la vida del grupo. Esta transmisión es la educación.

Actualmente, un enfoque muy utilizado por la educación es el constructivismo. Según esta metodología, el individuo va construyendo su aprendizaje y el profesor es el monitor que va guiando al estudiante hacia su propio proceso de conocimiento.

La concepción constructivista del aprendizaje escolar -como de otras teorías- se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación que se imparte en las instituciones educativas, es promover el desarrollo personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece. El constructivismo insiste en que el alumno aprenda a aprender.

En la elaboración de este trabajo se conjugan dos aspectos:

1. Los lineamientos de la metodología de la enseñanza, que se fundamenta en la corriente actual del constructivismo.
2. La presentación del plan de trabajo para la estrategia didáctica.

En el primero, se proporciona la información respecto a los que postulan la corriente educativa del constructivismo. En el segundo la propuesta de la organización de la estrategia del proceso de la enseñanza-aprendizaje.

En esta tesis estoy presentando el diseño para enseñar el tema de la **clasificación de los elementos** de la asignatura de Química en el área de las Ciencias Experimentales del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades.

Este trabajo de investigación está conformado siguiendo un planteamiento que va de lo general a lo particular, es decir, se habla en primer término de un marco de

referencia para concluir con características particulares del problema didáctico elegido.

- En el primer apartado se habla de manera general del problema de investigación. se hace el planteamiento del problema, la formulación y la fundamentación de la hipótesis y de los lineamientos que sostiene Coll.
- En el segundo y tercer apartado se inicia ya la descripción del problema didáctico hablando en primer término de los factores que participan en el problema: la docencia, la ciencia, el contexto del CCH y los propósitos de la actualización del plan de estudios. de la institución. Se habla con profundidad de la dinámica del Colegio al ser éste el lugar donde se realiza la acción de la enseñanza.
- En el cuarto apartado se elabora una reseña histórica sobre el constructivismo y se examinan algunos de los modelos y autores que han influido para la conformación de este enfoque educativo.
- El quinto y sexto apartados se presenta la metodología que se ha establecido para resolver el problema didáctico, una vez abordada la estrategia didáctica. En realidad, esta metodología contempla lo que la didáctica siempre ha señalado. Es decir, se habla de objetivos, de planeación de actividades de las tareas del aprendizaje y se presenta un modelo de evaluación.
- En el séptimo apartado se tienen las conclusiones.
- La enseñanza de las ciencias comprende las relaciones entre desarrollo científico, técnico y social.
- En esta tesis no se trata de crear ningún estilo de instrucción. Sólo se establece la organización del proceso de la enseñanza-aprendizaje, en particular para un tema necesariamente obligado en la cultura del bachiller.
- Para ejemplificar esta estrategia se incluyen en el Anexo 1 algunos aspectos químicos que considero adecuados para el aprendizaje de la mencionada unidad.
- En este Anexo se presenta material didáctico, en donde se proponen algunas actividades de enseñanza, tales como lecturas, experimentos y un cuestionario con su respectiva bibliografía.
- He seleccionado un número adecuado de ellos para estudiarlos en dos semanas de clase para cada uno de los dos semestres en que se divide la asignatura, una aproximación en el primero y posteriormente proporcionar un reforzamiento para el segundo. Siguiendo el estilo de la instrucción en forma de espiral.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La intención en este trabajo es la de proponer una estrategia de enseñanza con un enfoque **constructivista**, que esté diseñada especialmente para un tema fundamental que año con año se imparte en los cursos elementales de las Ciencias Químicas en el nivel educativo del Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades. Se trata del tópico titulado **La Clasificación de los Elementos**. Este tema es un asunto obligado para todo curso básico, ya que en secundaria y preparatoria se aborda invariablemente.

El propósito fundamental de este trabajo es el de proponer una estrategia educativa enfocada al tema de **La Clasificación de los elementos** para los estudiantes del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México que actualmente está abordando nuevos planes de estudio.

La enseñanza de la Química posee un cierto grado de dificultad (la nomenclatura que aparece en la tabla periódica de los elementos no está en español -en muchas ocasiones-, por lo que más que entender, lo que los alumnos hacen es memorizar una serie de elementos sin comprender qué significado tiene su nombre). Ejemplo de ello es el **sodio**, cuyo símbolo es **Na** de *natrium* y el **potasio** **K** de *kalium* cuyos nombres proceden del latín, además de que ellos tienen una determinada colocación en las Tablas de Clasificación de los Elementos que no son del todo habituales en la práctica cotidiana, por lo que se les considera como conocimientos difícilmente asequibles a los alumnos. En general, los estudiantes del bachillerato (y presumo que también los de secundaria) no presentan una actitud entusiasta o de apertura por el aprendizaje de la Química, y en sus conductas manifiestan un desdén hacia ella.

La investigación educativa realizada en el campo de las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias y ,en particular, hacia la Física y la Química ha puesto de manifiesto una disminución del interés hacia las mismas, a medida que aumenta la escolarización en estas materias. El problema es de tal magnitud que el estudio de los intereses y actitudes de los estudiantes se ha convertido en una línea prioritaria de investigación¹. Estos resultados son los que han llamado la atención hacia el

¹ Escudero, T. "Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: un panorama complejo". En *Revista de educación*. Núm. 278. España, 1985. 5-25 pp.

problema tratando de buscar razones escolares y extraescolares que los expliquen y, posteriormente, buscar soluciones didácticas al problema. Como es sabido las actitudes hacia la ciencia son adquiridas y son muchas las variables que pueden contribuir positiva o negativamente a su conformación². Estudios realizados por franceses y norteamericanos han mostrado que hay un rechazo generalizado de los estudiantes hacia las ciencias químicas, lo que se pone de manifiesto no solamente en la disminución de las actitudes positivas en ciencias conforme avanzan los grados escolares³ sino también en la elección de una carrera, como ocurre en la nuestra.

El tema **la clasificación de los elementos**, se abordará desde una perspectiva **constructivista**. Este modelo representa de alguna manera un importante paso en el diseño curricular del C.C.H⁴. La enseñanza de las ciencias químicas implica un grado de dificultad mayor que el de las ciencias sociales, porque es necesario desarrollar en los estudiantes además de la parte cognoscitivista, la región psicomotora, en donde se desarrollan las habilidades manuales como la manipulación experimental, y al mismo tiempo tener presente que la formación científica a la que se intenta se incorpore el educando, debe entenderse como una introducción a una forma de trabajo que tiene una condición especial (el carácter teórico-práctico de la asignatura), que no puede realizarse si no se dominan ciertas habilidades básicas. El logro de tales habilidades lo considero como un objetivo fundamental de un proyecto didáctico con **enfoque científico** que debe de encararse desde los primeros años de escolaridad⁵.

El tema objeto de estudio: **La clasificación de los elementos** reviste una importante complejidad debido al gran número de elementos presentes en la Tabla Periódica (se conocen hasta ahora 114 elementos). Para poder propiciar aprendizajes reales

² Aikenhead, G.S. "High-School graduates' beliefs about Science-Technology-Society. III Characteristics and limitations of scientific knowledge." En *Science Education*, Vol. 71(4), 1987. pp.459-487.

³ Trabajo de investigación., Romo Arteaga, V. M. "Estudio comparativo de las actitudes hacia la química en dos grupos de estudiantes de enseñanza secundaria post obligatoria de España y México", p. 13.

⁴ Martín Díaz, M.J. y Kempa, R.F., "Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias en función de sus características motivacionales", En *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), Barcelona, 1991. p.59.

⁵ Bandiera, M. y col., "Una investigación sobre habilidades para el aprendizaje científico", En *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1). Barcelona, 1995. p.46

es necesario reducir el objeto de estudio a una cifra que sea posible ser abordada por el profesor tomando en cuenta el sentido "espiral" de los contenidos que plantea el nuevo Plan de Estudios del CCH en donde en un año este tema se aborda dos veces. Es necesario seleccionar, entonces, a un número determinado de ellos. Tal consideración se hace desde la perspectiva del bachillerato y particularmente de la enseñanza de la Química en este nivel educativo donde el profesor quiere enseñar únicamente generalidades de los elementos.

A partir de la experiencia docente creo que con ocuparse de veinte elementos es bastante significativo para el alumno, si se toma en cuenta que con esta cantidad se abordan a los elementos más representativos que al mismo tiempo se encuentran agrupados en once familias de la clasificación de los elementos.

Los elementos que se pretenden enseñar, por ordenamiento de familia, son :

NÚMERO	ELEMENTO	FAMILIA
1	Hidrógeno	1A
2	Litio	1A
3	Sodio	1A
4	Potasio	1A
5	Calcio	2A
6	Magnesio	2A
7	Aluminio	3A
8	Carbono	4A
9	Silicio	4A
10	Nitrógeno	5A
11	Fósforo	5A
12	Oxígeno	6A
13	Azufre	6A
14	Flúor	7A

15	Cloro	7A
16	Iodo	7A
17	Cobre	1B
18	Zinc	2B
19	Manganeso	7B
20	Fierro	8B

Estos elementos son abundantes y se encuentran distribuidos en la naturaleza (el aire, el agua y el suelo). Asimismo, estos elementos son importantes para la nutrición habitual de los organismos, ya que desde hace tiempo se ha descubierto que su acción en los seres vivos propicia su buen funcionamiento. Las características físicas y químicas de los elementos son seleccionadas y ordenadas en la **Tabla Periódica de los Elementos**. El logro de los científicos del s. XIX, que coronó a la Química como a una ciencia que trasciende en la cultura, fue el descubrimiento de un sistema natural de clasificación de elementos, denominado la **ley periódica**⁶ en donde los elementos con configuraciones electrónicas semejantes se ordenan en columnas, llamadas también grupos o familias.

Si parto de la consideración de que la educación es la posibilidad de hacer a los individuos mejores, y si yo he trabajado en la enseñanza de las ciencias en un nivel tan importante y de extraordinaria trascendencia como lo es el Bachillerato, sobra decir que el compromiso del docente en Ciencias y , particularmente en Química, deberá tener el talento suficiente como para despertar en sus estudiantes el interés hacia la ciencia, hacia la Química desde una perspectiva en donde el alumno construya su propio conocimiento. La premisa fundamental para un abordaje constructivista deberá ser el propio compromiso del estudiante hacia su propio proceso formativo.

El propósito de esta investigación es entonces el de promover que el alumno a partir de la construcción de sus propios conocimientos y significaciones hacia la Química entienda el valor fundamental de este campo del conocimiento y su vinculación con el

⁶ Petrucci, R.H., 1977. Química General, México, Fondo Educativo Interamericano, 1977. p.82.

mundo que lo rodea. Si logro un clima en el aula con las siguientes características podré llegar a ser un profesor constructivista.

A continuación expongo la hipótesis en la que justifico mi trabajo, con la intención de dar una solución al problema que se ha planteado anteriormente.

2. HIPÓTESIS.

2.1 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Para lograr aprendizajes significativos en la enseñanza de la Química en el nivel educativo del bachillerato del CCH de la UNAM, el profesor debe incidir en lo formativo para comprometer al alumno hacia su propio proceso de conocimiento. Tal abordaje puede hacerse desde el constructivismo dado que este enfoque acentúa los aprendizajes significativos y compromete al alumno hacia su aprendizaje.

2.2 FUNDAMENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El enfoque que posibilita un aprendizaje real del alumno es el de una metodología apoyada en el Constructivismo, (entendido éste como la premisa de un método que involucra a los alumnos y al profesor como partes integradas en un proceso complejo que implica un intercambio de experiencias que inciden tanto en la formación como en la información del educando).

Desde la perspectiva de los alumnos, éstos acceden al nivel bachillerato con ciertas ideas y disposiciones, respecto a lo que es el ambiente de trabajo del CCH y su relación con las Ciencias Químicas; desde la perspectiva de los profesores, éstos son los responsables últimos de iniciar y desarrollar algunas habilidades para la formación de los alumnos y además despertar el interés en el aprendizaje de este tema en particular, pretendiendo que la información que obtenga el estudiante le avive la motivación hacia la Ciencia. Para el adolescente representa un primer acercamiento a la Química, ya que este tema aunque solamente es una pequeña parte de esta Ciencia, el docente puede hacerlo atractivo mediante las actividades especialmente diseñadas; de tal manera que su estrategia despierte el interés en el alumno, tomando en cuenta que el tema apenas fue esbozado en la secundaria.

mundo que lo rodea. Si logro un clima en el aula con las siguientes características podré llegar a ser un profesor constructivista.

A continuación expongo la hipótesis en la que justifico mi trabajo, con la intención de dar una solución al problema que se ha planteado anteriormente.

2. HIPÓTESIS.

2.1 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Para lograr aprendizajes significativos en la enseñanza de la Química en el nivel educativo del bachillerato del CCH de la UNAM, el profesor debe incidir en lo formativo para comprometer al alumno hacia su propio proceso de conocimiento. Tal abordaje puede hacerse desde el constructivismo dado que este enfoque acentúa los aprendizajes significativos y compromete al alumno hacia su aprendizaje.

2.2 FUNDAMENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El enfoque que posibilita un aprendizaje real del alumno es el de una metodología apoyada en el Constructivismo, (entendido éste como la premisa de un método que involucra a los alumnos y al profesor como partes integradas en un proceso complejo que implica un intercambio de experiencias que inciden tanto en la formación como en la información del educando).

Desde la perspectiva de los alumnos, éstos acceden al nivel bachillerato con ciertas ideas y disposiciones, respecto a lo que es el ambiente de trabajo del CCH y su relación con las Ciencias Químicas; desde la perspectiva de los profesores, éstos son los responsables últimos de iniciar y desarrollar algunas habilidades para la formación de los alumnos y además despertar el interés en el aprendizaje de este tema en particular, pretendiendo que la información que obtenga el estudiante le avive la motivación hacia la Ciencia. Para el adolescente representa un primer acercamiento a la Química, ya que este tema aunque solamente es una pequeña parte de esta Ciencia, el docente puede hacerlo atractivo mediante las actividades especialmente diseñadas; de tal manera que su estrategia despierte el interés en el alumno, tomando en cuenta que el tema apenas fue esbozado en la secundaria.

El trabajo del docente ha de despertar el interés del educando a través de las diversas actividades didácticas; las lecturas, las conferencias, las mesas redondas, la experiencia de cátedra, los diseños experimentales, los ejercicios, la solución de problemas, las películas, las investigaciones, las visitas a museos. También el docente sabe que al alumno no le gusta hacer tareas, elaborar informes, realizar trabajos, presentar exámenes, por lo que es necesario comprometerlo en estas acciones.

El docente sabe que al alumno le gusta jugar, ya que a la edad de 14,15,16 años en la que ingresa al bachillerato su principal interés es el lúdico. También es la edad en la que los jóvenes se sienten fuertemente atraídos por el sexo opuesto, y están dispuestos a llamar la atención de sus compañeros (as) de diversas maneras.

Durante la adolescencia, la motivación es externa. El adolescente varía su conducta porque los motivos que lo impulsan a ello son frágiles y cambiantes⁷. El compromiso que tiene hacia la escuela es casi siempre aparente, no es un compromiso real. Para él portarse "bien", implica darle gusto al docente al hacer las tareas que el domine le deje, como es poner atención, guardar silencio, y así lograr una buena nota en su calificación que es finalmente lo que le interesa.

Aunque el adolescente tenga la capacidad intelectual para trabajar bajo los requerimientos establecidos por el profesor, éste se porta "mal", o para llamar la atención del otro sexo y o para evitar que les llamen "matados" y perder con ello identificación. Gerardo Castillo sostiene que la adolescencia es "una fase conflictiva"⁸.

Peter Blos⁹ define a la adolescencia como: " la etapa caracterizada por cambios físicos que se reflejan en todas las facetas de la conducta. El proceso de la pubertad afecta el desarrollo de los intereses, su conducta social y la cualidad afectiva de la vida".

⁷ Gerardo Castillo. Los adolescentes y sus problemas. México, Ed. Mi-Nos, 2a. ed. 1987

⁸ *Ibidem*.

⁹ Blos, Peter. Psicoanálisis de la adolescencia. México, Joaquín Mortiz, 2a. edición. 1990. p. 20

Robert Havinghurst, en su libro Desarrollo humano y educación¹⁰, agrupa diez tareas particularmente significativas para el adolescente y que requieren mucha atención:

1. Lograr relaciones nuevas y más maduras con sus compañeros
2. Representar un rol social masculino o femenino.
3. Aceptar su propio físico y utilizar el cuerpo eficazmente.
4. Alcanzar independencia emocional de los padres y de otros adultos.
5. Obtener seguridad de independencia económica.
6. Elegir y prepararse para una ocupación.
7. Prepararse para el matrimonio y la vida de familia.
8. Desarrollar capacidades intelectuales y lograr conceptos necesarios para la vida de competencia civil.
9. Desear y obtener un comportamiento socialmente responsable
10. Formar una tabla de valores y un sistema ético para guiar la acción.

Algunos de los postulados que sostiene Havinghurst no son aplicables a la realidad social del adolescente de la Ciudad de México. Con todo, la aportación principal que hace el autor apunta al desarrollo de la persona. Este aspecto es una tarea que a querer o no, cualquier docente realiza a través del ejemplo que les da a sus alumnos. Hay que recordar que los adolescentes son muy perceptivos y que, en muchas ocasiones, se interesan más por el profesor como sujeto que como transmisor de conocimientos.

Son variados los factores que inciden en el comportamiento del alumno para su buen aprovechamiento. El profesor debe entender que el sujeto de instrucción no es ni un niño ni un adulto; se trata de reconocer en la adolescencia una etapa del desarrollo que se rige bajo características muy particulares.

¹⁰ Havinghurst, R. Desarrollo humano y educación. Buenos Aires, Ed. Ariel, 1980. 234 pp.

Una diferencia importante entre las capacidades de razonamiento de los adultos y de los adolescentes es su número de esquemas o estructuras. El desarrollo de nuevos esquemas o nuevas áreas de conocimiento no se detiene al captarse las operaciones formales. A medida que el individuo sigue teniendo nuevas experiencias, sigue desarrollando nuevos esquemas y conceptos. En general, la gama de experiencias del adulto es mucho mayor que la de los adolescentes; por lo tanto, comparado con el adolescente promedio, el adulto típico posee más estructuras o contenido en que aplicar la fuerza del razonamiento del adolescente típico.

Piaget considera que las características del pensamiento del adolescente -las cuales lo hacen único- se deben en parte al nivel de desarrollo cognoscitivo y afectivo del niño y a su correspondiente pensamiento egocéntrico.

En el pensamiento del adolescente, el criterio para elaborar juicios se convierte en lo que es lógico para él, como si esto siempre fuera lo correcto, y lo que para él es ilógico, siempre fuera lo incorrecto.

El egocentrismo del adolescente consiste en su capacidad para distinguir entre su mundo y el mundo "real". Al adolescente lo anima la creencia egocéntrica de que el pensamiento lógico es omnipotente, y ya que puede pensar con lógica en el futuro, en personas y sucesos hipotéticos, cree que el mundo debe someterse a los esquemas de la lógica "más que a los sistemas de la realidad: no comprende que el mundo no siempre sigue el orden lógico o racional que él supone."¹¹

Hasta cierto punto, las diferencias entre el pensamiento de los adolescentes y el de los adultos son una función del curso normal que sigue el desarrollo cognoscitivo. Los adolescentes con frecuencia atraviesan por crisis idealistas, poseen la fuerza del razonamiento formal, pero no pueden distinguir entre esa nueva fuerza potencial y su aplicación a los problemas reales, "tal parecería que están condenados a ser siempre los críticos idealistas de la sociedad"¹².

¹¹ Wadsworth, B. Teoría de Piaget del Desarrollo cognoscitivo y afectivo. México, Ed. Diana, 3a ed. 1991. p. 140-155.

¹² Piaget, Jean. Psicología y pedagogía, cap. 2 : "Los progresos de la psicología del niño y del adolescente". México, Ediciones Promexa, 1980. pp. 52-70.

Según Piaget, cuando los adolescentes tratan de ser parte del mundo laboral y de las realizaciones, se ven obligados a ajustar todavía más su razonamiento e inteligencia al mundo tal cual es y no como debería de ser según su razonamiento lógico. Invariablemente, escribe Piaget, el razonamiento de los adolescentes que ya desarrollan las operaciones formales tiende a ser idealista. Podría decirse que este idealismo es incompleto; de hecho, lo que parece ser idealismo con frecuencia es un razonamiento basado en la aplicación egocéntrica del pensamiento formal. Cuando un adolescente típico que ya efectúa las operaciones formales elabora juicios basados en el razonamiento, sus conclusiones parecen idealistas porque son "lógicas", pero es frecuente "que la lógica y el razonamiento del adolescente no tome en cuenta (al menos al principio), las realidades del comportamiento humano, las cuales nada tienen que ver con la lógica".¹³

Hay que tomar en cuenta que los adolescentes han apenas egresado del nivel medio básico y que, al ingresar al nivel medio superior tienen que adaptarse a otro ambiente, a otro contexto y a otra realidad. Cabe decir que la mayoría de la población que ingresa al CCH proviene de escuelas públicas y son estos alumnos quienes enfrentan mayores problemas de adaptación al sistema. Los estudiantes que provienen de escuelas particulares se integran con mayor facilidad a otros compañeros y compañeras y a otras costumbres. Se ha observado, incluso, que los hijos de egresados del CCH se adaptan con mayor rapidez al Colegio. No hay que olvidar que hace 26 años que el CCH se fundó.

El profesor de Química del CCH debe organizar un plan de enseñanza a partir de los diversos problemas que se presentan en el aula y saber crear un ambiente especial.

El ambiente social es la estructura que relaciona y que está configurada por la interacción entre profesor y alumnos y de éstos entre sí. El clima social hace referencia al conjunto de actitudes generales hacia el centro, aula, tareas formativas que los agentes de la clase generan y que en su globalidad definen un estilo de relación humana.

¹³ Wadsworth. *Op. Cit.*

Flanders ¹⁴ manifiesta que la palabra clima se identifica con "el conjunto de cualidades que predominan consistentemente en la mayoría de los contactos entre profesor y alumno y entre éstos en presencia o ausencia del profesor". Es necesario que profundicemos en el tipo de relación social, si es dominante o integradora, descubriendo el modelo de clima de clase que se produce como resultado de las diversas conductas que en él se desarrollan.

Según sea la relación dominante o integradora (propiciadora de la autonomía del otro), así se caracterizará no sólo el tipo de clima global, sino también la influencia precisa que se ejerza sobre cada alumno; si el profesor emplea relaciones integradoras fomentará en el alumno la iniciativa, la participación y el afán por buscar nuevas soluciones a los problemas, mientras que si su relación es de dominancia los alumnos tenderán a replegarse al profesor e inhibirse en su protagonismo.¹⁵

Se debe partir de la premisa de que el alumno aprenda ciencia. El contenido a enseñar es, de alguna manera, un pretexto. Bien pueden ser los veinte elementos de la Tabla de la Clasificación Periódica- objeto de estudio de este trabajo- o cualquier otro tema científico como podría ser el fenómeno de la fotosíntesis en las Ciencias Biológicas.

¹⁴ Flanders, N.J. La interacción didáctica. Madrid, Ed. Anaya, 1977. p.3.

¹⁵ Medina Rivilla, A. Didáctica e interacción en el aula. Bogotá. Editorial Cincel Kapelusz. 1980. p.65.

2.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ABORDAJE CONSTRUCTIVISTA SEGÚN COLL¹⁶.

La concepción constructivista del aprendizaje escolar se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación que se imparte en las instituciones educativas es promover el desarrollo personal del alumno, en el marco de la cultura del grupo al que pertenece. La construcción del conocimiento puede ser analizada desde dos vertientes:

- a) Los procesos psicológicos implicados en el aprendizaje.
- b) Los mecanismos de influencia educativa susceptibles de promover, guiar y orientar dicho aprendizaje.

La postura constructivista rechaza la concepción del alumno como un mero receptor o reproductor de los saberes culturales o la de un simple acumulador de aprendizajes específicos. La filosofía educativa que se desprende de las ideas anteriores, propone que la institución educativa debe promover un doble proceso de individualización y socialización que permita a los educandos construir una identidad personal, en el marco de un contexto social y cultural determinado.

Todo esto implica que la finalidad última de la intervención pedagógica es desarrollar en el alumno la capacidad de realizar aprendizajes significativos por sí solo, en las situaciones y circunstancias que él enfrenta cotidianamente (aprender a aprender).

De acuerdo con Coll¹⁷, la concepción constructivista se organiza en torno a 3 ideas fundamentales:

1. El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje. Él es quien construye (o se construye) los conocimientos de su grupo cultural. Es realmente activo incluso cuando escucha o lee la exposición de los otros.
2. La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que ya posee en un grado diverso de elaboración. Esto significa que el estudiante, no tiene que descubrir o inventar el conocimiento; en buena medida,

¹⁶ Coll, C. "Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: La concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza". En: Coll, C.; Palacios y A. Marchesi (comps.) Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación. Madrid. Alianza, 1990. pp. 435-454

¹⁷ Coll. *Op. cit.* . pp 441-442

encontrará cierta parte de los contenidos curriculares ya elaborados y definidos y su tarea consistirá en reestructurarlos para hacerlos significativos.

3. La función del docente es conectar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado. Esto implica que la función del profesor no se limitará a crear las condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad constructivista, sino que además su labor debe extenderse a orientar y guiar, explícita y deliberadamente, dicha actividad.

3. FACTORES QUE INCIDEN EN EL PROBLEMA DIDÁCTICO.

La primera parte de la tesis está formada por el análisis de los tres factores que acompañan al problema didáctico. Éstos son:

la docencia

la ciencia y su didáctica

el contexto del CCH.

Considero muy importante hablar particularmente del Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México al ser éste el lugar donde se inserta mi tarea docente.

3.1 LA DOCENCIA

En primer lugar hablo de la importancia de la docencia ya que ésta se ocupa de estudiar la relación entre la enseñanza y el aprendizaje en situaciones formales. Escribe Zarzar Charur¹⁸ " el aprendizaje y la enseñanza son dos procesos diferentes, puesto que al hablar de la docencia institucionalizada se trata de integrar en uno solo el proceso de enseñanza-aprendizaje". De esta manera la docencia es " educación organizada, educación intencional y educación sistemática"¹⁹.

Morán Oviedo²⁰ advierte que: "la ausencia de un marco teórico conceptual y metodológico sobre el proceso educativo puede convertir - y de hecho convierte- a la práctica docente en un ejercicio basado en ideas primarias, insuficientemente

¹⁸ Zarzar Charur, Carlos. *Habilidades básicas para la docencia*. México. Ed. Patria. 1993. p.11

¹⁹ Arredondo, Martiniano y colaboradores. "Notas para un modelo de docencia". En: *Perfiles Educativos*, no. 3, 1979, p. 3 y ss.

²⁰ Morán Oviedo, P. y Marín Chávez E. "El papel del docente en la transmisión y construcción del conocimiento". En: *Perfiles Educativos*, no. 47-48, 1990. p. 57

encontrará cierta parte de los contenidos curriculares ya elaborados y definidos y su tarea consistirá en reestructurarlos para hacerlos significativos.

3. La función del docente es conectar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado. Esto implica que la función del profesor no se limitará a crear las condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad constructivista, sino que además su labor debe extenderse a orientar y guiar, explícita y deliberadamente, dicha actividad.

3. FACTORES QUE INCIDEN EN EL PROBLEMA DIDÁCTICO.

La primera parte de la tesis está formada por el análisis de los tres factores que acompañan al problema didáctico. Éstos son:

la docencia

la ciencia y su didáctica

el contexto del CCH.

Considero muy importante hablar particularmente del Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México al ser éste el lugar donde se inserta mi tarea docente.

3.1 LA DOCENCIA

En primer lugar hablo de la importancia de la docencia ya que ésta se ocupa de estudiar la relación entre la enseñanza y el aprendizaje en situaciones formales. Escribe Zarzar Charur¹⁸ " el aprendizaje y la enseñanza son dos procesos diferentes, puesto que al hablar de la docencia institucionalizada se trata de integrar en uno solo el proceso de enseñanza-aprendizaje". De esta manera la docencia es " educación organizada, educación intencional y educación sistemática"¹⁹.

Morán Oviedo²⁰ advierte que: "la ausencia de un marco teórico conceptual y metodológico sobre el proceso educativo puede convertir - y de hecho convierte- a la práctica docente en un ejercicio basado en ideas primarias, insuficientemente

¹⁸ Zarzar Charur, Carlos. Habilidades básicas para la docencia. México. Ed. Patria. 1993. p.11

¹⁹ Arredondo, Martiniano y colaboradores. "Notas para un modelo de docencia". En: *Perfiles Educativos*, no. 3, 1979. p. 3 y ss.

²⁰ Morán Oviedo, P. y Marín Chávez E. "El papel del docente en la transmisión y construcción del conocimiento". En: *Perfiles Educativos*, no. 47-48, 1990. p. 57

razonadas conducentes a una docencia reproductora de prácticas tradicionales que propician la pasividad y receptividad de los estudiantes. Por lo contrario, la docencia debiera convertirse en un proceso creativo a través del cual los sujetos que enseñan y aprenden interactúan con el objeto de conocimiento propio de la disciplina correspondiente y develan su lógica de construcción”.

El concepto de docente hace referencia al concepto de educación. Se contempla la educación como un fenómeno histórico social, que existe desde siempre y que puede entenderse como proceso de socialización, de aculturación, en el sentido de la acción ejercida por las generaciones adultas sobre las nuevas.

Se contempla también la educación como el desarrollo de las posibilidades de la persona. La docencia, como parte de la educación, es una actividad que pretende resultados, que pretende aprendizajes, esto es cambios o modificaciones relativamente permanentes en las pautas de conducta a través de un proceso educativo. La docencia, tanto en un sentido amplio como restringido, siempre se da en situaciones concretas que la conforman, la afectan o la determinan; estas situaciones amplían o delimitan las posibilidades reales de la docencia como proceso.

El ejercicio de la docencia hace necesario el conocimiento de las variables que intervienen en las situaciones educativas; de esta manera, su análisis permite el adecuado manejo de aquellas variables susceptibles de cierto control.

La práctica de la docencia requiere que los profesores tengan conocimientos de los múltiples elementos que intervienen y que puedan reconocerlos, interpretarlos, explicarlos, predecirlos en situaciones concretas²¹. Arredondo señala cuatro de las variables más importantes que hay que considerar: variables de los individuos, variables de aprendizaje, variables contextuales y ambientales, variables instrumentales y metodológicas²².

En el proceso de la docencia intervienen diferentes actores condicionados por diversos elementos: las características de los profesores y estudiantes; la naturaleza, tipo y niveles de aprendizaje; las características del entorno social, así como los

²¹ Arredondo M., y Col., *Op. Cit.*, p. 4-15.

²² *Ibidem.* p. 13-15

métodos, técnicas, procedimientos y recursos de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje.

El concepto de docencia implica el de enseñanza y hace referencia a situaciones educativas en que efectúa un proceso de interacción entre profesor y estudiante, en las que existe un nivel de institucionalidad, en las que la acción educativa es estructurada y organizada a través de una metodología para la construcción de los resultados buscados.

Ya sea que se hable de educación o docencia, o simplemente de enseñanza, en cualquiera de los casos hay implícitamente una referencia al aprendizaje, como propósito.

Propósito de la docencia

Se entiende como propósito fundamental de la docencia, el propiciar aprendizajes significativos. Se trata de propiciar aprendizajes, que no solamente dependen de la voluntad del profesor, sino también de factores externos a la docencia.

En la docencia se habla de propiciar aprendizajes "significativos". Este término es retomado por la corriente cognoscitivista, sobre todo por Ausubel, quien afirma que hay aprendizaje significativo si se trata de aprendizajes que pueden relacionarse con lo que el alumno ya sabe, es decir acomodarse en su estructura cognoscitiva, o bien cuando lo relacionan con su estructura lógica o psicológica-social.

Funciones de la docencia

La docencia se puede plantear como una actividad susceptible de sistematizarse, que puede ser expresada como un conjunto de funciones y de tareas. Como actividad de investigación, las funciones de la docencia son: la generación, la instrumentación, y la verificación de hipótesis.

A) Generación de hipótesis. La planeación del curso se refiere al establecimiento de resultados previsible a través del conocimiento y análisis de las variables que intervienen en la docencia, se requiere de un diagnóstico permanente que lleve a establecer pronósticos, porque la realidad que se presenta, no es estática sino dinámica; los resultados esperados en la docencia, tampoco son fijos ni

inmutables. Se deben establecer los objetivos y los contenidos de la docencia de una asignatura en particular.

B) Instrumentación de las hipótesis. El desarrollo del curso se refiere a la selección y utilización de procedimientos didácticos de métodos, técnicas y recursos que sean adecuados a los resultados previsibles de aprendizaje y a las condiciones concretas de docencia.

C) Verificación de hipótesis. Evaluación de la asignatura. Hace referencia a la confrontación de los resultados efectivamente logrados en el proceso de docencia, con las hipótesis iniciales o las sucesivas (las que se van modificando durante la ejecución del curso) así como la indagación de las causas o factores que han determinado tales resultados. Para señalar estas causas se recomienda:

1. Identificar los resultados reales, hayan o no sido previstos.
2. Es importante considerar que la verificación de hipótesis es una función de carácter permanente que debe ser ejercida a lo largo del proceso, para ir haciendo los ajustes y las modificaciones necesarias.
3. Es importante que la formulación de hipótesis haya sido clara y explícita, para permitir la verificación.
4. Es necesario que se revise la estrategia de forma permanente, con un registro adecuado de observaciones sobre su desarrollo y que se consignent los ajustes y modificaciones realizados²³.

Más adelante en la planeación de la estrategia, se retomarán estos puntos.

En el siguiente apartado se hace una reflexión sobre Ciencia y Didáctica de las ciencias.

3.2 LA CIENCIA.

Es un conjunto de conocimientos, puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible²⁴

3.2.1 CONCEPCIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

Existen diversos conceptos sobre ciencia, la cual ha sido abordada por diversos autores, desde marcos históricos, filosóficos, didácticos, etc. En la imposibilidad de

²³ *Ibidem*. p. 24, 25.

²⁴ Bunge. M. La Ciencia su Método y su Filosofía. México. Nueva Imagen. 1995. p.9.

incluirlos todos ellos en este trabajo, se presentarán a continuación aquellos aspectos que se considera parecen ser los más importantes que inciden con el tema.

En la ciencia al igual que en otras actividades humanas es preciso investigar el pasado, para poder comprender el presente y predecir y dominar el futuro. La ciencia es uno de los medios que han contribuido a la rápida y total transformación de la civilización humana, dado que ella contribuye al mejoramiento de diversas actividades importantes para el progreso, como son la industria, la agricultura, la medicina, entre otras. La ciencia se ha extendido en tal forma que es innegable que se ha convertido en una parte importante de la vida y del trabajo. Mientras que por un lado las aplicaciones de la ciencia han contribuido al bienestar y al progreso del hombre²⁵; por otro, cuando se han utilizado de manera irresponsable han causado daño y destrucción. De ello podemos concluir la importancia que reviste un empleo inteligente y positivo de la ciencia.

Entre la ciencia, la sociedad y la tecnología existe un estrecha relación que exige cada día más la transformación de una ciencia socialmente irresponsable, en una ciencia con responsabilidad social²⁶, que no se rija exclusivamente por el lucro y por los intereses mezquinos. Muchas posibilidades de aplicación de la ciencia tienen un gran potencial de bienestar social, dado que la Ciencia comparte los objetivos de la sociedad²⁷.

La ciencia forma parte indiscutible de la cultura actual. La concepción del mundo que tienen los humanos de hoy está determinada por el conocimiento científico y sus concepciones tecnológicas. Sin embargo, la mayor parte de las veces la Ciencia se ha visto simplificada y distorsionada al no considerarse sus aspectos históricos y filosóficos²⁸.

El abandono de estos aspectos se constata con la escasa preocupación que tienen las carreras de ciencias básicas por la Historia y la Filosofía de la Ciencia, lo que en ocasiones conduce a asumir implícitamente especulaciones de las Ciencias.

²⁵Bronowski, J., 1978, El sentido común de la ciencia, España, Ediciones Península, 1978, p. 56.

²⁶Borreguero P., Rivas F., 1995, "Una aproximación empírica a través de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) en estudiantes de secundaria y universitarios valencianos". En *Enseñanza de las ciencias*, 13 (3), Barcelona, 1995, p. 363.

²⁷Bernal, J. D., 1994, La ciencia de la historia, Ed. Nueva Imagen, México, 1994, p. 38.

²⁸García Morente, M., Lecciones preliminares de filosofía, México, Ed. Porrúa, Col. Sepan Cuantos núm. 164, 1992, p. 20.

El concepto de ciencia es un tópico sumamente controvertido, que presenta diversas acepciones y variadas definiciones.

El Positivismo sostenía una visión empírica y objetiva de la Ciencia, donde todo conocimiento, para ser válido y aceptado por la comunidad científica, debía ser el resultado de una experimentación rígidamente controlada. El objetivo de la ciencia desde esta perspectiva era el de hacer posible la predicción y permitir orientar la acción del hombre sobre la naturaleza: "Ciencia, esto es, previsión; previsión, esto es, acción", así lo refiere Augusto Comte²⁹.

Todas estas acciones debían regirse por los cánones del llamado Método Científico. Esta visión de Ciencia heredada del Positivismo, ha sido duramente criticada, sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XX, por los filósofos de la ciencia moderna, entre los que destaca Popper, quien realizó trabajos sobre lógica inductiva, en su obra "La lógica de la investigación científica", en donde expone cómo el criterio de verificación de las proposiciones (propuestas empíricas) deben basarse en la consideración de las condiciones en que éstas serían refutables, además hace una crítica de historicismos (doctrina filosófica que dice: todas las manifestaciones de espíritu exigen, para ser comprendidas, la referencia histórica) de la evolución social, en particular del Marxismo. A este personaje se le considera como un filósofo de transición³⁰.

Kuhn (1971) subrayó la noción de paradigma como "conjunto de creencias, valores y técnicas compartidos por una comunidad científica"³¹. Él expresa que un paradigma no da paso a otro, a menos que cuente con la aprobación de los científicos. Existirían períodos de "ciencia normal" en los que domina un determinado paradigma, por lo que la validez de éste depende del consenso de los investigadores. El cambio de paradigma, se producirá en momentos de crisis, más por reconstrucción del campo - lo que implica nuevos fundamentos, métodos y aplicaciones- que por acumulación o ampliación del antiguo paradigma. Al partir de postulados distintos, los paradigmas

²⁹ Abbagnano, N.; Visalberghi, A. Historia de la pedagogía. México, Fondo de Cultura Económica, 1987. p. 538.

³⁰ Mellado V.; Carracedo, D. "Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias". En: Enseñanza de las ciencias. 11 (3). Barcelona, 1993. p. 332.

³¹ Kuhn, T. S. La estructura de las revoluciones científicas. México, Fondo de Cultura Económica, Col Breviarios núm. 213. 1986. pp. 80-91.

sucesivos, serían incomparables. El progreso científico existe en el sentido de que los nuevos paradigmas son más precisos y consistentes y tienen más capacidad de resolver los problemas³².

Lakatos, que sigue la metodología de la investigación científica, apoyó plenamente el objetivismo de Popper y pretendió que su metodología de los programas de investigación científica constituyeran una explicación objetivista (que admite la existencia de significados, conceptos, verdades, valores, normas, que son válidos independientemente de las ciencias y de las opiniones de los diferentes sujetos) de la ciencia. Habló del "desafío entre el conocimiento objetivo y sus reflejos distorsionados en las mentes de los individuos" y observó que... "una teoría puede ser pseudocientífica aún cuando sea eminentemente plausible, y todo mundo crea en ella, y puede ser científicamente válida aunque sea increíble y nadie crea en ella"³³.

Al respecto, López Rupérez señala: " la Metodología de los programas de investigación científica no ofrece una racionalidad instantánea. Hay que tratar con benevolencia los programas en desarrollo; pueden transcurrir décadas antes de que los programas despeguen del suelo y se hagan empíricamente progresivos".³⁴

Chalmers comenta que "una teoría puede ser de gran valor científico aunque nadie la entienda. El valor cognoscitivo de una teoría no tiene nada que ver con su influencia psicológica en la mente de la gente. El valor científico, objetivo, de una teoría, es independiente de la mente humana que la crea o la entienda"³⁵.

Toulmin (1977) propone el concepto de ecología intelectual y establece una analogía entre la Biología y la construcción del conocimiento científico. Las ideas científicas constituyen poblaciones conceptuales en desarrollo histórico y las teorías científicas cambiarán por evolución selectiva de las poblaciones conceptuales. Partiendo de los problemas no resueltos se producirán unas exigencias intelectuales o unas prácticas específicas, que llevarían a una presión selectiva sobre las poblaciones conceptuales y finalmente a un desarrollo por innovación y selección³⁶.

³² cf: Mellado, V.: Carracedo, D., *Op. cit.*, p.333.

³³ cf: Chalmers, Alan. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, México, Siglo XXI, 1991, p. 170

³⁴ cf: López Rupérez, F. "Epistemología y Didáctica de las Ciencias, un análisis de segundo orden." En *Enseñanza de las ciencias*. 8 (1), Barcelona, 1990, p. 67

³⁵ Chalmers, A. F.. *Op. cit.* p.170

³⁶ Mellado y Carracedo, *Op. Cit.*, p. 333.

Laudan (1986) defiende un modelo posibilista para el que la ciencia es una actividad cuyo fin es el de dar respuesta a una serie de problemas planteados. Establece el concepto de tradiciones e investigación (que incluye supuestos, metodologías, problemas y teorías) como semejantes a los programas de investigación de Lakatos o a los paradigmas de Kuhn. La diferencia está en que el cambio científico, se produce de una forma continua y la unidad de cambio sería la resolución de problemas y no las tradiciones de investigación. El cambio de tradición e investigación se produciría cuando exista un cambio ontológico y metodológico³⁷.

Las ideas de estos autores han producido una nueva filosofía de la ciencia que establece que las observaciones realizadas dependen de la formación, experiencia y expectativas del observador y que las teorías están influidas por el marco teórico del científico que las postula. Por lo tanto el conocimiento existe más allá de sí mismo.

El científico, a través de sus investigaciones, descubre leyes, teorías y principios de la realidad. Anteriormente, la ciencia se concibió como algo que sólo les pertenecía a los grandes genios, a los superdotados. Así mismo, se pretendía divorciar los factores sociales y económicos de las cuestiones científicas. Muchas historias de los grandes científicos son el relato de sus descubrimientos y de las revelaciones trascendentales logradas sobre los secretos de la naturaleza.

La nueva filosofía de la ciencia presenta una perspectiva diferente, lo que el científico observa e investiga es una "construcción" subjetiva de la realidad que se produce en consonancia con su formación, su marco teórico y hasta con sus valores sociales³⁸, la preocupación por explicar como cambian las teorías es lo más novedoso de la filosofía de la ciencia. Anteriormente se pretendía sobre todo justificarlas³⁹.

En contraste con Popper, una de las ideas más novedosas de Lakatos es que los hechos, los actos empíricos no pueden falsear una teoría sino facilitar la aparición de una nueva, que tendrá mayor poder heurístico, mayor poder explicativo. Lakatos menciona que en la historia de las ciencias, muy pocas veces se ha visto la totalidad

³⁷ *Ibidem*, p.333.

³⁸ Piaget, J. García, R. 1989, Psicogénesis e historia de la ciencia. México. Siglo XXI. 1989. p.31.

³⁹ Niaz, M., 1994, "Más allá del positivismo : una interpretación Lakatosiana de la enseñanza de las ciencias". En: *Enseñanza de las ciencias*, 12 (1), Barcelona, 1994. p. 97.

de un programa de investigación; lo que puede verse es una confrontación y una competencia entre los diferentes programas de investigación⁴⁰.

3.2.2 LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS.

La didáctica de las ciencias, en su versión moderna tiene un campo específico de conocimiento. Ésta se ha venido desarrollando progresivamente en los últimos treinta años en donde han destacado dos teorías como son el "constructivismo"⁴¹ y el "cambio conceptual"⁴². Durante estos años la didáctica de las ciencias se ha nutrido fundamentalmente de las propias disciplinas científicas básicas, de la psicología del aprendizaje y de la filosofía de las ciencias.

La didáctica general señala que el contenido es uno de los aspectos esenciales que debe conocer el profesor de ciencias. La didáctica de las ciencias tiene un campo específico de conocimiento, que no solamente es la suma del contenido de las asignaturas y del enfoque psicológico, pues en los últimos años numerosos trabajos han considerado también aspectos filosóficos de los profesores para fundar epistemológicamente la didáctica de las ciencias.⁴³

Simultáneamente, otros autores insisten en la formación del profesorado, lo que requiere de un esfuerzo de fundamentación teórica que integre:

- a) las nuevas exigencias prácticas de un aprendizaje constructivista.
- b) la adecuada formación del docente en didáctica de las ciencias.

Se trata de sustituir la práctica tradicional de transmisión-recepción por un enfoque constructivista. Los autores en didáctica en ciencias insisten en la necesidad de formar profesores bajo esa perspectiva.

⁴⁰Níaz, M., *Op. Cit.*, p. 98.

⁴¹Gil Pérez D., 1993. "Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al Desarrollo de un Modelo de Enseñanza - Aprendizaje como Investigación". En: *Enseñanza de las ciencias*, 11 (2). Barcelona, 1993. p. 197 - 200

⁴²Strike, K. A., Posner G. J., "A Conceptual Change View of Learning and Understanding", Pines and West Compiladores, En: *Cognitive structure and conceptual change*, s/f. p. 216.

⁴³Gómez S.; Latorre, A. y Sn. José, V., 1993. "El modelo de Ausubel en la didáctica de la física: Una Aproximación experimental al proceso de enseñanza aprendizaje con contenidos que presentan constructos poco elaborados por los Aprendices". En: *Enseñanza de las ciencias* 11 (1). Barcelona, 1993 p. 236. ⁴³Níaz, M., *Op. Cit.*, p. 98.

Como resultado de esa necesidad, se ha estudiado la relación entre las diversas concepciones filosóficas de los profesores sobre la Ciencia y el Conocimiento Científico con su actuación en el aula al enseñar ciencias⁴⁴ y los ajustes respectivos que deberá hacer en su propia docencia.

La aportación colegiada que se realice dentro de los equipos de trabajo permitirá al profesor fundar epistemológicamente los distintos saberes, áreas y disciplinas. Este aspecto deberá ser considerado como una de las fuentes en las que se fundamenta el plan de estudios.

Se puede establecer una revisión de las analogías de los últimos años entre la Filosofía de las Ciencias y el Aprendizaje de las Ciencias. El objeto de esta comparación es señalar que los modelos utilizados en la Didáctica de las Ciencias tienen sus raíces en la Filosofía de las Ciencias⁴⁵.

A manera de conclusión de este apartado se puede mencionar el pensamiento de Einstein: "La ciencia como algo existente y completo es la cosa más objetiva que el hombre conoce. Pero la ciencia en su hechura, como un propósito a cumplir, es tan subjetiva y tan condicionada psicológicamente como cualquier otra rama del esfuerzo humano. Tanto así, que la pregunta de '¿Cuál es el propósito y la significación de la Ciencia?' tienen respuestas completamente diferentes en todas las épocas y por parte de personas colocadas en distintas actuaciones".⁴⁶

Es necesario conocer el ambiente en que se desarrolla la práctica docente. Por ello, como tercer factor para analizar, es pertinente hablar del Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México.

3.3 EL CONTEXTO DEL CCH.

El Colegio fue fundado a principios de los años setentas⁴⁷, con el fin, por un lado, de satisfacer la demanda educativa que se daba en México en aquel entonces; por otro, para aportar soluciones "frescas e innovadores para la educación media superior".⁴⁸

⁴⁴Furió Mas, C.J. 1994. "Tendencias actuales en la Formación del Profesorado de Ciencias" En *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), Barcelona, 1994, p 192.

⁴⁵Gil Pérez D.: Carrascosa, J.; Furió, C. y Martínez-Torregosa, J. . *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona. Ed. ICE- HORSORI. 1991. p. 73 y 88.

⁴⁶Bernal J. D. *Op. Cit.*, p. 40.

⁴⁷Desde entonces el CCH ha participado activamente en acontecimientos sociales y políticos de la

El Colegio nació con el propósito de satisfacer la demanda de educación de un país con una gran cantidad de jóvenes en edad de instrucción. Asimismo, tenía por objeto proporcionar educación a la clase trabajadora que aspiraba a lograr mejores condiciones de vida.

La institución se creó para atender las demandas de un gran estrato social popular, ajeno a la cultura universitaria, con características propias como son: deficiencias serias en comprensión de lectura, conocimientos básicos, habilidades matemáticas, carencia de espacios físicos para desarrollar el trabajo autónomo, etc.⁴⁹.

Javier Palencia sostiene que el innovador proyecto del Colegio, pretendió acarrear importantes novedades a la educación y convertirse en una nueva estructura institucional a la vanguardia del conocimiento, de la experimentación y de la innovación⁵⁰.

Dada la presión ejercida por una gran cantidad de alumnos provenientes de la Secundaria, tanto el proyecto como la infraestructura del Colegio se organizaron con demasiada premura para poder satisfacer las necesidades educativas de un sector que pocas veces puede acceder al nivel medio superior así como para poder ofrecer un bachillerato que no fuera tan costoso como el de la Escuela Nacional Preparatoria. Luego de haberse utilizado los planes y programas de estudio por más de 25 años, actualmente se han modificado para poder satisfacer las demandas actuales tanto de ingreso al nivel superior como de eficiencia terminal en esta línea

Para comprender el cambio en la educación que el CCH pretendía introducir, a continuación se mencionan las opiniones de Pablo Latapí y Fernando Pérez Correa ante la formación del Colegio, en un encuentro de profesores del bachillerato en 1990:

“... creemos ver en la creación del CCH un paso trascendental. Porque implica desde el punto de vista de la filosofía educativa, una superación del positivismo y un viraje hacia una teoría del aprendizaje que dé

⁴⁸Pérez Correa, F., “Retos y perspectivas”, En Nacimiento y Desarrollo del Colegio de Ciencias y Humanidades, México, CCH- UNAM, 1990, p. 62

⁴⁹UACB DEL CCH UNAM. Plan de estudios actualizado, VII- 1996, P. 21

⁵⁰Palencia Gómez, J., 1990. “Origen y contexto del proyecto CCH” En Nacimiento y desarrollo del CCH, México, CCH- UNAM, 1990, p. 31.

preeminencia a la formación general (aprender a aprender) respecto a la simple acumulación de conocimientos. El diseño que se ha presentado del nuevo bachillerato indica que se prefiere que nuestros jóvenes aprendan a pensar y a descubrir el significado de las cosas, en vez de que acumulen conocimientos desintegrados...⁵¹.

"... se trataba hacer del Colegio un espacio de reconciliación del sentido de lo extraordinario con lo cotidiano, es decir se trata de hacer compatible la vida cotidiana rutinaria tan llena de rituales que se repiten uno y otro, con un principio iluminador, con hilo conductor fundamental, con un sentido de lo extraordinario que realmente sea inspirador. Esa es una primera gran cuestión, la reconciliación entre la necesidad de tener una actitud verdadera y permanente innovadora en la educación y por otra parte, las limitaciones concretas, las restricciones previas y el necesario trabajo y la disciplina, la constancia, la tenacidad y la responsabilidad para encauzar el aprendizaje.

La reconciliación de estos dos elementos, el proyecto innovador y la práctica cotidiana es posible, particularmente en el sistema y en la comunidad del CCH, pero es una tarea difícil⁵²..."

Los principios del CCH se fundamentan en los postulados pedagógicos de la UNESCO, que aparecen en 1972 como resultado de la revisión de la educación en todo el mundo⁵³. Dichos principios ofrecen una categorización de los aprendizajes significativos que el Colegio debía perseguir y corresponden a:

"Aprender a hacer", como una oposición frente al enciclopedismo, que pretendía agotar todo saber existente, es el paulatino dominio del hombre y la mujer sobre su medio, su acción de manejo y transformación de las cosas de la naturaleza.

"Aprender a Aprender", es una concepción alternativa frente a los excesos del pragmatismo educativo, como una respuesta que incide en la problemática contemporánea de explosión del conocimiento y de su pronta caducidad. Por tanto, se concede mayor utilidad al aprendizaje de los métodos para adquirir el conocimiento, que el conocimiento mismo, ya que éste se vuelve obsoleto rápidamente.

"Aprender a ser", incide en la creciente toma de conciencia del sujeto, de la necesidad de una vida más plena y humana, al igual que el deseo de vivir en una sociedad más justa. Este aprendizaje tiene el mérito de

⁵¹Latapi P. "Tres vacíos del documento base". Simposio internacional sobre el bachillerato. p. 1.

⁵²Pérez Correa *Op. Cit.* p. 69.

⁵³UACB. *Op. Cit.* p. 19.

abarcar las dimensiones políticas, económicas y sociales de la educación en un contexto determinado⁵⁴.

El primer plan de estudios del bachillerato del CCH fue la síntesis de una vieja experiencia pedagógica tendiente a combatir al vicio del enciclopedismo y a proporcionar una preparación que hace énfasis en las materias básicas para la formación del estudiante, con el fin de permitirle tener la vivencia y la experiencia del método experimental y del método histórico, así como hacer uso de las matemáticas, del español y de una lengua extranjera.

El ciclo del bachillerato constituía no sólo el requisito académico para ingresar a la licenciatura, sino en un ciclo de aprendizaje en donde se combinaba el estudio en las aulas y laboratorios. Se perseguía que en esta etapa el estudiante adquiriera también el necesario adiestramiento en los talleres y centros de trabajo que lo capacitarían para realizar ciertas tareas de carácter técnico y profesional que no exigieran la licenciatura⁵⁵.

El CCH por haberse creado de manera repentina e irrumpido en el ámbito de la educación precipitadamente, sin una adecuada planeación y capacitación de su profesorado para afrontar los retos de su innovador proyecto, ha pagado desde su origen altos costos que se han agravado con el tiempo. Citaré como ejemplo de los deficientes resultados obtenidos, algunos datos tomados de la fundamentación del Plan de Estudios Actualizado en 1996:

- a) En los últimos diez años solamente alrededor del 30% de los alumnos concluye su bachillerato en tres años. Otro 16% lo termina en 4 años y el 50% jamás lo completa.
- b) En el Área de Matemáticas la reprobación alcanza el 48% y en el Área de Experimentales el 37%.

⁵⁴Andrade, Y., Gómez, M., Peralta, D., Sánchez Hidalgo, L., Vázquez, E. CCH, UNAM, 1994. "Marco teórico sobre la docencia que da fundamento al formato guía para los informes de docencia de los profesores de asignatura, FG94-95", p. 4.

⁵⁵Pantoja Morán, D., 1980. "Síntesis de la ponencia que presentó el CCH a la mesa de trabajo correspondiente a la educación media superior". En *Perfiles Educativos*, No. 8, p. 30.

- c) El 80% de los alumnos del quinto semestre que están a punto de terminar su bachillerato tienen por lo menos, una asignatura no acreditada. Cerca del 30% adeudan más de tres materias.

Sin embargo, su actuación no ha sido tan desafortunada, ya que a nivel licenciatura no se observan grandes diferencias de rendimiento académico entre los estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y los del CCH. En cuanto a la eficiencia terminal, en ambos bachilleratos es la misma, las cifras de egresados del CCH que ingresan a la licenciatura y la concluyen, son equivalentes a las obtenidas por la ENP.

Cabe mencionar que no existen estudios sistemáticos de la trayectoria de los egresados del CCH en el ejercicio de la vida profesional⁵⁶, y tampoco hay indicadores que prueben si efectivamente asimilaron la cultura básica que el proyecto postulaba.

Los resultados descritos nos permiten afirmar que el CCH no ha alcanzado los ambiciosos objetivos que se propuso en sus inicios. Su plan de estudios no había sido revisado en más de 20 años, pero debido a distintos factores que le han dado apoyo en los últimos años, se ha procedido a la revisión y actualización de su plan y programas de estudio.

Los principios con los que se fundó el CCH, como son **el aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a ser** permanecen vigentes en el PEA (Plan de Estudios Actualizado) ; sin embargo, los nuevos programas presentan importantes cambios, tanto en contenido como en metodología. Por ejemplo, para el Área de Ciencias Experimentales, lugar en donde se inscribe nuestra docencia, se contempla un nuevo modelo de formación científica para nuestro alumnado y una visión más actualizada de las ciencias y su enseñanza. Ahora, la metodología de enseñanza propone, de manera prioritaria, que en lugar de la aplicación del Método Científico Experimental de la teoría del Positivismo, se opte ahora por la aplicación de la teoría Constructivista del conocimiento y del Criticismo, corrientes pedagógicas que han aparecido para la instrumentación de los contenidos de la enseñanza media superior y que adquirieron auge en los años ochenta.

⁵⁶Latapi. P. *Op. Cit.* p. 5.

En la revisión del anterior plan de estudios, llevada a cabo entre 1992 y 1996 se detectaron diversos problemas y necesidades entre las que por su importancia podemos destacar las siguientes:

1. La ausencia de una concepción más precisa, explícita y mejor fundada del modelo del proyecto educativo del Colegio, que evite interpretaciones unilaterales, como son las de escoger de manera excluyente entre la formación (la calidad) o la información (la cantidad)⁵⁷.
2. La carencia de un marco general compartido que determine el sentido de la enseñanza en cada una de las áreas, del cual deberían provenir las relaciones entre las materias, las estrategias fundamentales, los enfoques de las asignaturas, los contenidos de sus programas, las formas de evaluación más adecuadas, todo lo que hoy aparece falto de integración y coherencia. La dispersión de los programas de las asignaturas, lo obsoleto de su instrumentación, en ocasiones con excesos de contenidos y en otras con la ausencia de ellos⁵⁸.
3. La dispersión de la docencia en la docencia, más allá de la atención obligatoria a la orientación básica de los programas institucionales y de la legítima libertad de adaptación de todo profesor responsable.
4. El abandono del planteamiento, discusión y búsqueda de solución de problemas⁵⁹, las insuficiencias en la formación de parte del profesorado, el énfasis insatisfactorio en las formas generales y específicas del trabajo intelectual.

Para dar respuesta a la problemática antes descrita, el CCH se fijó los siguientes objetivos para la revisión de su plan de estudios:

3.3.1 PROPÓSITOS DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.

1. Con mayor número de clases, y mejor calidad los alumnos, aprendan a aprender, y se constituyan en sujetos de su propia educación y de la cultura, de acuerdo con el proyecto educativo del Colegio, de manera que

⁵⁷Rodríguez Moneo, M. 1996. "Los preconceptos y constructivismo". Apuntes de un curso. 1996.

⁵⁸Andrade, Y., Gómez, M., Peralta, D., Sánchez Hidalgo, L. Vázquez, E. Seminario de investigación de la práctica docente. UACB. 1994. "Análisis de los informes de docencia de los profesores de asignatura de Área de Ciencias Experimentales del plantel Sur".

⁵⁹UACB del CCH. UNAM. 12 - I - 1996. Plan de estudios actualizado. p. 28.

su vida personal llegue a ser más plenamente humana y puedan aspirar a cursar estudios superiores sin problemas.

2. Mejorar la docencia según las concepciones didácticas derivadas del modelo educativo del Colegio y de la experiencia de los profesores, como un medio al servicio de la formación de los alumnos de ciencias y humanidades⁶⁰.
3. Ampliar en un semestre, en el Área de Ciencias Experimentales el tiempo asignado a la Química, "incrementar a dos semestres los cursos obligatorios de Química, cuidando que más que un aumento de contenidos se dé un aumento en la calidad de los aprendizajes, lo que exige una selección cuidadosa de los conceptos básicos de la Química"⁶¹.

Los propósitos más significativos que guiaron la actualización de los programas del Área de Ciencias Experimentales fueron los siguientes:

- a) Un cambio en las estrategias, aplicadas a la enseñanza de las ciencias, de manera de convertir el aprendizaje significativo en una actividad motivadora, significativa y cercana a la realidad del alumno.
- b) Ampliar el campo de los objetivos de lo puramente conceptual hacia lo procedimental y actitudinal.
- c) Acercar el conocimiento científico al ambiente cotidiano a los intereses de los alumnos.
- d) Vincular los métodos de la ciencia a los contenidos conceptuales.
- e) Sustituir la metodología científica basada en la aplicación del método científico experimental por la metodología de construcción del conocimiento que prescribe la didáctica de las ciencias, área de conocimiento que se ha venido desarrollando en las dos últimas décadas.

⁶⁰UACB del CCH. Plan de estudios actualizado VII-1996. p. 12.

⁶¹UACB del CCH.UNAM. Área de Ciencias Experimentales. Programas de estudio para las asignaturas: Química I-IV, 12-I-1996, p. 3

3.4 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DENTRO DEL CCH.

3. 4.1 CONCEPCIÓN DE CIENCIAS Y SU ENSEÑANZA.

El hablar de la enseñanza de las ciencias en el Colegio de Ciencias y Humanidades nos hace pensar de inmediato en la necesidad que hay de renovación en los métodos de enseñanza dentro de estas disciplinas, lo cual se ha venido realizando desde años atrás. La Dirección de la Unidad Académica del Ciclo del Bachillerato del CCH, organismo regulador del quehacer docente del Colegio, ha convocado a los profesores, en diversas ocasiones, a verter sus opiniones acerca de sus experiencias con el curriculum científico en el Plan de Estudios.

Como resultado de lo anterior, una concepción de la enseñanza de la ciencia ha quedado plasmada en el Plan de Estudios Actualizado (PEA) en 1996 con las siguientes características:

- a) Su concepto no se reduce a las ciencias de la naturaleza, sino que se extiende igualmente a las ciencias sociales y a las ciencias modernas de los signos.
- b) Se inscriben en la orientación que supera la visión positivista, una de cuyas expresiones estereotipadas se ha presentado en la postulación de un método científico experimental y en la de supuestas leyes históricas dogmáticamente concebidas.
- c) Se consideran en construcción, producto de la razón crítica como una creación histórica, compleja y vital, ligada al desarrollo cultural y social de las comunidades humanas donde se conforman; sujetas, por consiguiente, a las marcas que dejan en ellas las condiciones de su producción; no transitan por caminos prefabricados y evitan el espejismo de la verdad absoluta.
- d) No se trata por tanto, de un conjunto de conocimientos y metodologías invariables y acabados, sino que se rehacen una y otra vez y presentan una amplia gama de posibilidades de desarrollo donde el alumno puede participar, en principio, en condiciones semejantes a las de otros hombres que han hecho contribuciones importantes. Se concibe a las ciencias y a

las formas como se construyen sus cuerpos de conocimiento, como procesos dinámicos y globales en constante evolución.

- e) Deben asumir, finalmente, posturas distintas de las de mero control, dominio y explotación de la naturaleza o sociedad y estar orientadas a preservar y utilizar racional y previsoriamente los recursos necesarios para la vida humana y de ponerlos al servicio de todos.

En conclusión, la cultura que el bachillerato del Colegio se propone ofrecer a los alumnos, es de carácter científico, esto es, una rigurosa y metódica sistematización de la experiencia. ... Hoy, la cultura básica universitaria, implica necesariamente, una visión humanística de las ciencias, y particularmente de las ciencias de la naturaleza y una visión científica de los problemas del hombre y de la sociedad⁶².

Los estudiantes del CCH así como otro estudiante del nivel educativo medio superior, requieren de una educación científica obligatoria necesaria, para que puedan conocer, interpretar y comprender al mundo circundante que se encuentra inmerso en la Ciencia y la Tecnología, estimulando con ello el desarrollo de una actitud crítica, fundamentada y responsable, que le ayude a comprender que la ciencia está íntimamente ligada a muchos problemas de tipo personal, étnicos, económicos, nacionales, mundiales y políticos, y que ningún individuo puede actuar inteligentemente en la resolución de los problemas, si desconoce la ciencia.

Por lo tanto la ciencia debe abocarse a las necesidades sociales y vitales del ser humano; debiendo enfatizar las causas, abordar los variados aspectos que presenta un determinado tema científico, apreciar y valorar los efectos; considerar el alcance social de los mismos y tomar partido ante ellos como ciudadanos conscientes.

Necesitamos de una ciencia para el futuro que pronostique situaciones que se puedan resolver a través de la evolución de la sociedad humana, de las ciencias naturales, humanas, espirituales y en la técnica: esta ciencia debe estar impregnada de un auténtico humanismo.

⁶²DUACB. PEA. *Op. Cit.* p. 37 y ss

3. 4. 2 EL DISEÑO CURRICULAR PARA LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA.

Hay que considerar todo lo antes dicho en el momento de elaborar un Curriculum de Ciencias: por muy buenos que sean los planes académicos y se encuentren muy bien ubicados los contenidos, el profesor debe actuar como un **agente del cambio** haciendo hincapié en los pensamientos contemporáneos, sin olvidar que el alumno viene de un medio social y a él se reincorpora; no desconectando las variables escuela-ciencia-sociedad que nos conducen al futuro.

La ciencia ha avanzado en la diversificación de sus ramas, el crecimiento de la técnica y la sistematización de un pensamiento sobre ella. La naturaleza de la ciencia ha adquirido una entidad en sí misma, que se denomina Filosofía de la Ciencia. La técnica, la especialización científica y la concepción sobre la naturaleza de las Ciencias, son factores importantes que deben tomarse en cuenta en un currículum moderno encaminado a la Ciencia actualizada, que responda a las inquietudes del hombre y la mujer actual.

Existen criterios que deben tomarse en cuenta en un plan de estudios del Área de Ciencias Experimentales. De una gran diversidad de ellos, selecciono lo que proponen Gil y colaboradores:

1. El plan de estudios debe ser obligatorio.
2. Debe tomarse en cuenta la extensión y la profundidad.
3. Debe darse mucha importancia a los conocimientos conceptuales y metodológicos, no desatendiendo las relaciones que guardan ambos.
4. Debe orientarse la actividad docente por modelos de enseñanza-aprendizaje teóricamente fundamentados.
5. De hecho, toda práctica docente en el dominio de las ciencias puede asimilarse a uno de los siguientes paradigmas: aprendizaje como "recepción de conocimientos ya elaborados", "descubrimiento inductivo y autónomo" y "construcción de conocimientos o investigación"⁶³.
6. Tomar en cuenta las ideas y metodologías previas de los alumnos y conocer el papel que éstas juegan en el aprendizaje.
7. Relaciones entre el currículum y la realidad extraescolar, (esta relación es la más fructífera en la evaluación de las Ciencias).
8. Debe ser revisado y actualizado periódicamente⁶⁴.

⁶³Gil Daniel, Carrascosa Jaime. *Op cit.* p 109.

⁶⁴*Ibidem.* p. 110

La enseñanza de las ciencias debe contemplar las relaciones entre desarrollo científico, técnico y social en toda su complejidad, incluyendo aspectos conflictivos y debatibles. Ello resulta esencial, para dar una imagen correcta de la Ciencia, favorece la formación ciudadana y desarrolla interés hacia el aprendizaje de la ciencia.

El desarrollo histórico de una ciencia suele ser un proceso muy complejo. Un curso puede enfocarse a la lógica propia de la materia y no en su historia. Sin embargo, el currículum deberá contener elementos de la historia de las ciencias a estudiar, siendo cultura general para los estudiantes.

La enseñanza actual requiere de una transformación en la actividad docente, este proceso implica también buscar la eficacia como un factor dinámico y movilizador, evitando caer en planteamientos tecnicistas. Para ello es necesario concebir el aprendizaje como construcción de conocimientos con las características de una investigación científica.

El saber didáctico es como un saber integrador, y una propuesta didáctica debe tener claridad en la manera de plantear y abordar la formación de los profesores o no es en realidad tal.

Muchos autores utilizan, para integrar de forma coherente los distintos planos del aprendizaje, al **constructivismo**. Sin embargo la explicación constructivista de la enseñanza y el aprendizaje es aún, hoy por hoy, relativamente imprecisa y, sobre todo, susceptible de concretarse de muy diversas maneras. La tesis constructivista debe implicar como recurso sistemático, la utilización de cuestionamientos y de situaciones problemáticas como plataforma para construir el conocimiento. El profesor debe aprovechar todas las situaciones, sean éstas problemáticas o no, que presenten los alumnos dentro del salón de clase, laboratorio o campo de trabajo, para que a partir de ellas, los estudiantes puedan producir su propio conocimiento, que en este caso se elabora y enriquece a partir de las experiencias de cada sujeto, además de permitir la participación de los individuos que conforman al grupo.

Sin embargo el constructivismo no lo es todo, tiene límites en el campo de la enseñanza-aprendizaje. Requiere de un mayor tiempo para cubrir los programas, se corren riesgos como el de caer en una rigidez metodológica, inhibición o retraimiento

de los alumnos ante una metodología que exige su participación y requiere de una intensa actividad mental; peligro de realizar aprendizajes que no estén conectados entre sí y que no tengan una secuencia lógica, etc. Sin embargo esta situación problemática es la que nos va a permitir avanzar en el conocimiento didáctico, trabajar con programas guía no garantiza que el alumno o el profesor se entusiasmen y se corre el riesgo de perder con facilidad el interés en las actividades propuestas.

Para desarrollar un currículum también es necesario conocer los procesos psicológicos implicados en el aprendizaje de un contenido determinado y los mecanismos mediante los cuales un profesor consigue que sus alumnos se involucren activamente en la construcción de significados o representaciones del conocimiento científico correspondiente.

Por lo tanto, es necesario mantener la integración del conocimiento de:

- a) la materia, concebida ésta como la temática de la asignatura
- b) los procesos de enseñanza-aprendizaje
- c) el conocimiento de la práctica docente,

En la optimización de estos elementos se estará avanzando en la elaboración del saber didáctico.

Es aquí donde pueden encontrarse las aportaciones de diferentes áreas y ámbitos de las Ciencias de la Educación donde podemos plantearnos, colectivamente, cuestionamientos y situaciones problemáticas capaces de generar nuevos conocimientos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 PERSPECTIVA HISTÓRICA DEL CONSTRUCTIVISMO

Para entender mejor el sentido de una propuesta educativa orientada hacia la construcción del conocimiento, es conveniente reseñar primero los distintos antecedentes que en las últimas décadas tuvieron lugar en el ámbito docente. Estos aportes dieron fundamento a esta corriente de la enseñanza aprendizaje, por lo que me referiré brevemente a los tipos de enseñanza conocidos como Modelo de Transmisión/Recepción, Conductista y Aprendizaje por Descubrimiento.

4.2 MODELO DE TRANSMISIÓN-RECEPCIÓN.

El modelo de *enseñanza/aprendizaje* que ha prevalecido, nos referimos al esquema de la *transmisión-recepción*, donde el profesor es el protagonista y el alumno un espectador pasivo, es y ha sido la teoría dominante en este proceso. Bajo este modelo subyace una concepción "acumulativa" sobre el aprendizaje: el alumno va *almacenando* conocimientos, su mente es un recipiente donde hay que depositar la mejor información, aunque también se puede **llenar de datos inservibles**. Creo que la mayor parte de los docentes hemos sido formados en este modelo.⁶⁵ De esta manera, el didacta Miranda Basurto apunta una definición de este modelo de enseñanza, "el enseñar la historia consiste en *escoger, ordenar y exponer* lo que implican los siguientes pasos:

- 1) **selección**, lo que se va a enseñar
- 2) **ordenamiento**, como se va a enseñar
- 3) **exposición**, transmisión del conocimiento⁶⁶

4.3 MODELO CONDUCTISTA DEL APRENDIZAJE.

Después del modelo de la *transmisión-recepción*, otra teoría del aprendizaje que resultó innovadora en su tiempo, fue la **conductista** y B.F. Skinner fue su principal representante. En ella se describe al aprendizaje como función del organismo (caja negra) y de la estimulación. Skinner plantea que la enseñanza consiste en presentar un estímulo adecuado al alumno, de manera que éste genere una determinada respuesta y aprenda con la repetición del **programa**. Con el tiempo se produce un enlace **Estímulo-Respuesta**, tal que cuando aparece **Estímulo**, inmediatamente

⁶⁵ Gucvara Nicbla, Gilberto. *La catástrofe silenciosa*. México, Fondo de Cultura Económica. 1992. p.46

⁶⁶ Miranda Basurto, A. *Didáctica de la Historia*. México, Fernández Editores, 1965. p.69

surge **Respuesta**. Así que, dentro de esta teoría del aprendizaje, se afirma que es necesario seleccionar convenientemente las enseñanzas que generen las respuestas adecuadas. Desde el punto de vista conductista, se dice que se ha aprendido algo cuando se observa que una persona realiza adecuadamente unas operaciones o conductas esperadas. De ello, se deduce que aprender es la consecuencia de la ejecución de ciertas conductas que el individuo realiza porque está motivado positiva o negativamente. Todo indica que lo que sucede en el cerebro del individuo no es importante para los conductistas.⁶⁷

4.4 APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO.

Después, en la década de los 70's, a raíz de las sugerencias de la UNESCO que propuso una enseñanza centrada en el alumno, situación que se llevó al extremo, llega el modelo del aprendizaje por descubrimiento que caracterizó un intento de aproximar el aprendizaje de las ciencias a las características del trabajo científico⁶⁸. Esta corriente intentó desarrollar plenamente la idea de que los estudiantes debían familiarizarse con las actividades del trabajo para poder comprender los conocimientos alcanzados. Con esta modalidad por parte de los alumnos en actividades de investigación se pretendía proporcionar una visión abierta y accesible de las ciencias, favoreciendo una actitud más positiva hacia las mismas, así como llamar la atención sobre la efectividad de sus métodos. Esto propició una serie de adquisiciones dispersas que proporcionaron los "descubrimientos incidentales" del trabajo autónomo por parte del estudiante. De esta manera, los empiristas han argumentado que se trata de un aprendizaje inductivo.⁶⁹ De todas formas, los resultados conseguidos por el paradigma del aprendizaje por descubrimiento no pueden interpretarse simplemente como un fracaso, sino como el origen de reestructuraciones posteriores, como un elemento detonador de una enseñanza que había estado anclada por siglos en el modelo de transmisión-recepción.

Los resultados negativos alcanzados por esta corriente, dirigieron la atención a reconsiderar las concepciones subyacentes acerca de la ciencia e iniciaron una

⁶⁷ Rives Iñesta, E. E. Conductismo, reflexiones críticas, 1982, p. 61-63.

⁶⁸ Gil Pérez, D. "Contribución de la Historia de la Filosofía de las Ciencias al Desarrollo de un Modelo de Enseñanza Aprendizaje como Investigación". En *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), Barcelona, 1993, p.198.

⁶⁹ Barrón Ruiz, A. "Aprendizaje por descubrimiento: Principios y Aplicaciones Inadecuadas" en *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), Barcelona, 1993, p.6.

revisión crítica de sus concepciones, acercándola, en buena medida, a la filosofía contemporánea de la ciencia.

En lo que respecta a la enseñanza de las ciencias, el objetivo principal de la enseñanza por descubrimiento fue poner al estudiante a que aplicara el Método Científico en situaciones experimentales, con lo que el trabajo en el laboratorio pasó a primer plano: el alumno mediante la experimentación debía descubrir las teorías. En este paradigma se estableció una identificación entre el aprendizaje de la ciencia y la Investigación Científica⁷⁰. Este vínculo sigue siendo válido.

El Método Científico Experimental es y ha sido el medio empleado en las aulas, que se ha acoplado al modelo de descubrimiento, pero su uso en forma indiscriminada o de receta rígida de pasos, ha terminado por ser un modelo repetitivo desvinculado de su original propósito educativo.

Hoy en el mundo, el paradigma del descubrimiento se está dejando de lado y se está intentando tomar el modelo del constructivismo, que aún se encuentra en fase experimental.

En el aprendizaje por descubrimiento, el rasgo esencial por satisfacer, ya sea de formación de conceptos o de solucionar problemas por repetición, es que el contenido principal de lo que va a ser aprendido no se da, sino que debe ser descubierto por el alumno antes de que pueda incorporar lo significativo de la tarea a su estructura cognoscitiva. La primera fase del aprendizaje por descubrimiento involucra un proceso diferente al de recepción. Puesto que el alumno debe reordenar la información, integrarla con la estructura cognoscitiva existente y reorganizar o transformar la combinación integrada de manera que se produzca el producto final deseado; se descubra la relación entre medios y fines que hacía falta. Después de realizado el aprendizaje por descubrimiento, el contenido así descubierto se hace significativo⁷¹

⁷⁰ Perales Palacios, F.C. "Los trabajos Prácticos y la didáctica de las ciencias". en *Enseñanza de las ciencias*, 12 (1), Barcelona, 1994, p. 123.

⁷¹ Ausubel, D.P., Novak, J.D., Hanesian, H. Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México. Editorial Trillas. 1987, p.35.

4. 5 EL CONSTRUCTIVISMO.

En lo pedagógico, se refiere a la teoría del aprendizaje, del desarrollo y de la enseñanza.

En el campo psicológico en relación de las teorías acerca de los procesos cognoscitivos, en las que unas hacen referencia al carácter pasivo y al carácter activo de ellos, estos se pueden concebir como reflejos o representaciones relativamente pasivas de la realidad o bien como construcciones eminentemente activas.

4. 5.1. TEORÍA PSICOLÓGICA DEL APRENDIZAJE DE JEAN PIAGET.

El aprendizaje, dice Piaget, se da por etapas. Cada una de ellas está caracterizada por una determinada estructura mental; esto es, una organización interna de la mente que preserva su equilibrio durante cierto plazo (meses, años). La estabilidad de esta organización se debe a procesos internos en los órganos de los sentidos y en el cerebro mismo. Piaget sostiene que: "para la escuela nueva, tiene una importancia fundamental saber cuál es la estructura del pensamiento del niño y cuáles son las relaciones entre la mentalidad infantil y la del adulto."⁷²

4.5.1.1 TEORÍA DEL DESARROLLO INTELECTUAL

Las declaraciones que establece Piaget sobre la teoría contemporánea del desarrollo cognoscitivo, es que éste tiene lugar por etapas, a través de una secuencia fija de ellas, que van desde la infancia hasta la adultez, éstas son:

1. La sensoriomotriz (desde el nacimiento hasta los dos años).
2. La preoperacional (de 2 a 7 años)
3. La operacional concreta (de 7 a 11 años)
4. La operación formal (de 11 a 16 años)

El desarrollo de estas etapas parte de los modos concretos de pensamiento que son producidos por el estímulo. El componente esencial para pasar de una etapa a la otra no reside en la edad, sino en el orden fijo de la sucesión.

Piaget tiene clara conciencia de que las diferencias culturales, sociales e intelectuales modifican los parámetros de las edades en las etapas que él postula. Al referirse a

⁷² Piaget, Jean. Psicología y Pedagogía. España. Ed. SARPE, 1983. p.202.

los factores de transición en las etapas del desarrollo intelectual, proclama cuatro factores principales para explicar el tránsito de una etapa a otra:

1. La maduración del sistema nervioso determina todas las posibilidades para un estudio dado. Para que ocurra, es indispensable la presencia de un ambiente social particular. Por lo tanto su concreción se acelera o se retarda en función de las condiciones de cultura y educación.
2. La interacción social concreta el desarrollo de las etapas, esto se logra mediante la transmisión del lenguaje y la educación.
3. La experiencia física, se explica como el sentido de actuar sobre los objetos, para extraer algún conocimiento de ellos mediante abstracciones, o bien que el conocimiento no se extrae del objeto sino que se deriva de las acciones efectuadas sobre él.
4. La equilibración (el autocontrol) se le considera como la más importante que incluye a las demás. Se define como la organización interior progresiva del conocimiento. Para aclarar la noción de equilibración (autocontrol), se le considera en el marco de la definición, como la inteligencia, como un proceso de adaptación y organización cuando interactúa con su ambiente.

La adaptación es una equilibración cuando interactúa el organismo con su ambiente. La organización es un concepto estructural en constante reorganización e integrándose en lo que Piaget denomina "esquema". Estos son unidades psicológicas que se repiten. Forman parte de la inteligencia y son tipos de "programas" o "estrategias" que el individuo tiene a su disposición cuando interactúa con su ambiente como unidades psicológicas, esencialmente repetibles, de la acción inteligente. La mejor interpretación de esta definición es la de que los esquemas son un cierto tipo de "programas" o "estrategias" que el individuo tiene a su disposición para relacionarse con su ambiente.

La adaptación comprende dos procesos invariables de asimilación y acomodación. La asimilación es la incorporación del ambiente a las pautas actuales de la conducta. La acomodación es el cambio en las estructuras intelectuales (esquemas) que son necesarias para que el individuo se ajuste a las exigencias del medio ambiente.

La equilibración implica una estabilización entre los dos procesos invariables de acomodación y asimilación. Cuando se produce un desequilibrio, el organismo se ve

forzado a modificar sus esquemas (o sea sus estrategias) para adaptarse a las demandas del ambiente (adaptación). Cuando el organismo trata de ajustarse al medio con esquemas preexistentes, se dice que opera la asimilación. La postulación de los esquemas como procesos mentales, por los que las experiencias pasadas se almacenan y se constituyen en determinantes parciales de la conducta actual. Ésta es significativa debido a que implica que el organismo percibe el ambiente en función de su organización existente. La desequilibración (o inestabilidad) se produce cuando la asimilación no tiene éxito.

La acomodación es el resultado de la desequilibración, siguiendo luego la alteración o aparición de nuevos esquemas. El desarrollo cognitivo, está marcado por una serie de estados de equilibración-desequilibración. Las etapas piagetinas se pueden considerar como conjuntos de estrategias particulares (esquemas) que se hallan en un estado de equilibración relativa en un momento determinado del desarrollo infantil. El desarrollo desde una etapa a la siguiente comprende una organización jerárquica entre los estudios precedentes y los siguientes. O sea, la etapa inferior está coordinada e integrada a la etapa próxima superior.⁷³

4.6. MODELO DE RECEPCIÓN SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL.

Los resultados de la teoría psicológica del aprendizaje de Jean Piaget pasaron a formar parte del fundamento de otra corriente pedagógica para la enseñanza: el *modelo de recepción significativa*.

El *modelo de recepción significativa*, y el *modelo de descubrimiento* han sido desarrollados por Ausubel. La primera puede interpretarse como un regreso a la enseñanza tradicional centrada en la transmisión de conceptos y conocimientos ya *elaborados* y como un rechazo explícito a la familiarización del alumno con las características del trabajo científico. El aporte de Ausubel superó en mucho al modelo de recepción/transmisión tradicional.

Siguiendo las tendencias generales del desarrollo significativo y referente a la adquisición de conceptos, el aprendizaje por recepción predomina respecto al descubrimiento.⁷⁴

⁷³ Ausubel D. P., Sullivan, E. V., *El desarrollo infantil*, México, Paidós, 1991, p. 41-43.

⁷⁴ Ausubel, D.P., Novak, J.D., Hanesian, H. *Psicología Educativa. Un Punto de Vista Cognoscitivo*. México, Editorial Trillas, 1987, p.106

Ausubel (1978) fundamenta la defensa de la enseñanza por *recepción significativa* que, en teoría, debe lograr un aprendizaje por asimilación de conceptos, entre otros, por la falta de capacidad de la mayoría de los alumnos para "descubrir autónomamente todo lo que deben saber"⁷⁵.

Recepción: es el contenido total de lo que se debe aprender ; se presenta al aprendiz más o menos en su forma final; se relaciona con el continuo recepción-descubrimiento en oposición del continuo de la memoria- aprendizaje significativo.⁷⁶

Descubrimiento: El contenido principal de lo que será aprendido no se proporciona, sino que deberá ser *descubierto* por el aprendiz antes de que pueda asimilarlo en su estructura cognoscitiva.⁷⁷

Sin embargo, Ausubel y su sucesor Novak, muestran una indudable correlación con los temas básicos de la epistemología contemporánea dada la importancia que conceden a los conocimientos previos de los alumnos y a la integración de nuevos conocimientos a las estructuras conceptuales del individuo, de acuerdo con la teoría del aprendizaje de Jean Piaget. Del mismo modo, explican el papel del profesor-guía como un facilitador del aprendizaje significativo, en vez de ser un espectador que está esperando a que sus estudiantes obtengan algunas adquisiciones dispersas a través de "los descubrimientos" incidentales del trabajo autónomo que realizan dentro y fuera de la escuela como tareas de aprendizaje.

Las contradicciones del modelo con lo que se supone que es la actividad científica fueron, sin embargo, muy evidentes, puesto que planteaba la **asimilación de conceptos** renunciando a que los alumnos participaran en su construcción. De este modo, el papel de "guía" del profesor se convertía en el de proveedor de los conocimientos ya elaborados para su aprendizaje por recepción por parte de los alumnos. Se seguía un proceso de relación, diferenciación e integración con los conceptos ya existentes en el alumno. No se trataba, entonces, de una enseñanza por transmisión de conocimientos en estado final, en donde habría de favorecerse la verdadera asimilación de los conceptos.

⁷⁵ Ausubel. D. P. *Op. Cit.* p.59

⁷⁶ Ausubel. D.P. *Op. Cit.* p.338

⁷⁷ Ausubel. D.P. *Op. Cit.* p.17

El concepto de **asimilación** es relacionar una idea potencialmente significativa con una idea relevante existente en la estructura cognoscitiva. Así, el almacenamiento del significado recientemente adquirido está en vinculación con la idea de afianzamiento con las cuales se relaciona en el desarrollo del aprendizaje.

Teoría de la asimilación: La nueva información es vinculada a los aspectos relevantes y preexistentes en la estructura cognoscitiva, y en el proceso se modifican la información recientemente adquirida y la estructura preexistente. En esencia, la mayor parte del aprendizaje significativo consiste en la asimilación de nueva información.

La teoría de la asimilación pertenece a la familia de las teorías cognoscitivas del aprendizaje que rechazan el dogma conductista de que no se debe especular sobre los mecanismos internos de la mente. La psicología conductista es de naturaleza periférica y determina que sólo los estímulos aplicados y la *conducta* observable resultante constituyen los componentes legítimos que merecen estudiarse.

En contraste, la psicología cognoscitiva se ocupa de procesos como la formación de conceptos y de la naturaleza de la comprensión humana, de la estructura y sintaxis del lenguaje.

Las teorías psicológico-conductistas tienen sus orígenes principalmente sobre la investigación de la conducta animal o de estudios con humanos en los que las tareas de aprendizaje eran, ante todo, de naturaleza mecánica. Dado que los animales no forman conceptos genuinos, y que el aprendizaje de éstos es esencial para la comprensión humana, debe ser evidente que las primeras teorías conductistas pueden tener valor para la interpretación del aprendizaje de las especies no humanas, pero deben considerarse aún más en una teoría del aprendizaje para que puedan servir de apoyo a las prácticas educativas en las escuelas.

Se hace hincapié en que la adquisición de información nueva depende en alto grado de las ideas pertinentes que ya existen en la estructura cognoscitiva y que el aprendizaje significativo de los seres humanos ocurre a través de una interacción de la nueva información con las ideas pertinentes que ya existen en la estructura

cognoscitiva. El resultado de la interacción que tiene lugar entre el nuevo material que se va a aprender y la estructura cognoscitiva existente, constituye una **asimilación** de significados nuevos y antiguos para formar una estructura cognoscitiva más altamente diferenciada.⁷⁸

Lo que pretendo en el siguiente apartado es profundizar aún más en los lineamientos constructivistas propuestos por Ausubel y Novak, quienes comparten una serie de proposiciones en relación a este enfoque pedagógico.

4.7. ORIENTACIÓN CONSTRUCTIVISTA DEL APRENDIZAJE SEGÚN NOVAK.

La necesidad de un replanteamiento en profundidad del proceso Enseñanza/Aprendizaje (E/A) de las ciencias se imponía así nuevamente. Sin embargo, los paradigmas anteriores no implicaron pérdida de tiempo o esfuerzo, ya que se tenía una visión más clara de la necesidad de planteamientos más seguros. Novak introdujo la utilización de mapas conceptuales.

Los mapas conceptuales ilustran tres ideas clave de la teoría de la asimilación de Ausubel:

- El aprendizaje significativo lleva a una diferenciación progresiva de la estructura cognoscitiva.
- Una reconciliación integradora de nuevos y viejos conocimientos puede corregir las llamadas preconcepciones.
- El conocimiento adquirido mecánicamente no se asimila a las estructuras cognoscitivas.⁷⁹

Fue hasta mediados de la década de los 80's cuando apareció la orientación constructivista del aprendizaje, considerada como la aplicación más relevante y significativa de las últimas décadas en este campo de la educación, discutida y profundizada por distintos autores en diversas partes del mundo.

⁷⁸ Ausubel, D.D. y col. Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo, México, Trillas, 1991. pp 70-71.

⁷⁹ Novak, J. D. "Ayudar a los alumnos a aprender. aprender" En: *Enseñanza de las ciencias*, 9 (3). Barcelona, 1991. p .216

La orientación constructivista se basa en tres principios:

- Quienes aprenden construyen significados y no reproducen simplemente lo que leen o lo que se les enseña.
- Comprender algo es establecer relaciones. Los fragmentos de información aislados son olvidados e inaccesibles a la memoria:
- Todo aprendizaje depende y se ancla en los conocimientos previos de los alumnos.

El objetivo de aproximar las actividades de aprendizaje a la construcción del conocimiento ha cobrado una gran fuerza apegada a una mejor comprensión de la naturaleza de las distintas ciencias y a una sólida fundamentación teórica y epistemológica. Desde este paradigma, el aprendizaje es concebido no como un simple cambio conceptual⁸⁰ sino como un cambio a la vez **conceptual, metodológico y actitudinal**.

El constructivismo, como teoría psicológica de la Enseñanza-Aprendizaje (E/A) se refiere a cómo aprende el individuo. Al respecto Novak, profesor de la universidad de Cornell, quien ha investigado por más de una década en este campo (1978-1988), se apoya en algunas ideas de la teoría de la asimilación de Ausubel que recogen sus principios básicos y que deben conducir la actividad docente.

Inspirados en algunas ideas de la teoría de la asimilación de Ausubel, centramos nuestra atención en tres factores clave⁸¹:

1. El aprendizaje significativo implica la asimilación de nuevos conceptos y proposiciones en estructuras ya existentes, que resultan en consecuencia modificadas.
2. El conocimiento se organiza jerárquicamente en la estructura cognoscitiva del individuo y la mayoría de todo lo nuevo que se aprende implica un *acomodamiento* de conceptos y proposiciones en jerarquías ya existentes.
3. El conocimiento adquirido por aprendizaje memorístico no se asimilará en las estructuras cognoscitivas, ni modificará las estructuras de proposiciones ya existentes.

⁸⁰ Strike, K. A.; Posner, G. J. "A conceptual change view of Learning and Understanding". Pines and West compiladores. En: *Cognitive structure and conceptual change*, p.211.

⁸¹ Novak, J.D. "Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender". La opinión de un profesor-investigador. En: *Enseñanza de las Ciencias* 9(3), Barcelona, 1991, p.216.

Al reconsiderar el significado de estas ideas "nuestro grupo de investigación -dice Novak- se propuso ensayar diversos esquemas para representar las estructuras del conocimiento puestas de manifiesto en transcripciones de entrevistas que sirvieron para desarrollar una herramienta que hoy en día se conocen como *mapas conceptuales*.⁸² Estas herramientas ilustran tres ideas clave de la teoría de la asimilación:

- a) El aprendizaje significativo lleva a una *diferenciación progresiva* de la estructura cognoscitiva.
- b) Una *reconciliación integradora* de nuevos y viejos conocimientos puede **corregir** preconcepciones.
- c) El conocimiento adquirido mecánicamente no se asimila adecuadamente a las estructuras cognoscitivas.

Siguiendo esta misma línea expone sus argumentos, escribe un artículo para la revista *Enseñanza de las Ciencias* en donde elabora cuatro preguntas, se toman las tres primeras:

1) *¿Qué sabemos acerca de cómo aprenden las personas?*

-En esta pregunta el autor narra sus reflexiones, habiendo desechado la psicología conductista decidió optar por una teoría cibernética del aprendizaje porque los datos que se obtuvieron eran contradictorios. Prioritariamente se interesó en la manera como Ausubel postuló su principio "averigüese lo que sabe el alumno y enséñese consecuentemente". El cómo averiguar lo que el discente ya sabe le planteó un gran reto durante muchos años. Y su atención se centró en los tres factores clave descritos anteriormente.

2. *¿Podemos ayudar a nuestros alumnos a aprender cómo aprender?*

-La idea fundamental consiste en que los profesores ayuden a los estudiantes a aprender y asumir su propia elaboración de significados. Deben tener en cuenta que ellos no producen el aprendizaje, sino que éste es elaborado por los alumnos. Por lo tanto, los docentes deben establecer actividades y experiencias de aprendizaje que lleven al aprendizaje significativo. Son ellos los que deben valorar el aprendizaje, puesto que se precisa de alguien que entienda de la materia para juzgar si el estudiante la comprende.

3. *¿Cuáles son los principales obstáculos con que se tropieza el profesor al intentar enseñar a los alumnos a aprender?*

⁸² *ibidem*, p.216

Una de las mayores dificultades con la que se enfrenta el profesor es la evaluación.⁸³ la cual, comúnmente se realiza utilizando exámenes que son valorados mediante una amplia gama de procedimientos, muchas veces inobjetivos, que se convierten en el fin último para el estudiante y en un obstáculo para el aprendizaje significativo. Además, la mayor parte de las veces estos instrumentos no revelan el grado de conocimiento que posee el alumno.

Otra limitante para el aprendizaje significativo es el programa de estudios. La mayoría de los cursos presentan demasiados contenidos con muy poco tiempo para explorar y explotar los conceptos básicos en las ciencias. Además, los hechos o principios que se presentan frecuentemente no guardan relación con ninguna experiencia familiar del alumno. No se presta atención al camino que los científicos siguieron para construir los conocimientos que se exponen y menos a la historia y evolución de ideas básicas en las ciencias. Todo esto hace preciso que cada profesor incorpore tácticas de aprendizaje y prácticas de evaluación que obliguen a los estudiantes a utilizar planteamientos coherentes con el aprendizaje significativo, si se quiere tener éxito y sobre todo, debe hacerse hincapié en la construcción de significados.

Profundizando sobre el aprendizaje significativo, su importancia reside en la manera en que el sujeto hace suyo el contenido y el método de aprendizaje, dado que la tarea es aprendida y se internaliza⁸⁴.

Ausubel apunta que el mencionado aprendizaje comprende la adquisición de nuevos significados y que el conocimiento debe relacionarse con la estructura cognoscitiva del sujeto⁸⁵.

Otro aspecto importante que utiliza el constructivismo es el que se refiere a las preconcepciones o concepciones antecedentes que maneja el alumno y que son los modelos conceptuales que poseen los estudiantes, producto de su experiencia o de su educación anterior. Los investigadores han utilizado diversas técnicas para averiguar cómo los estudiantes conceptualizan los fenómenos. Al respecto se ha avanzado en estrategias para conocerlos, como lo son los mapas conceptuales, la exploración de redes semánticas, etc. Destaca en el campo de la observación sobre las preconcepciones Rosalind Driver, considerada mundialmente como la iniciadora

⁸³ Jorba, J., Sanmartí, N. "La función pedagógica de la evaluación." En *Aula* 20, España, 1993, p.20.

⁸⁴ Ausubel, D.P., *Psicología Educativa*, Trillas, México, 1982, p 38.

⁸⁵ Dentro de la teoría psicológica del constructivismo, las preconcepciones se refieren a los contenidos (información) que se manejan en la estructura mental del estudiante y ésta, a su vez, está relacionada con las acciones mentales que el individuo puede realizar.

en los estudios sobre esta materia. Pasemos enseguida a conocer lo que Driver expone sobre el constructivismo y las preconcepciones de los estudiantes.

4.8. CARACTERÍSTICAS DEL ABORDAJE CONSTRUCTIVISTA SEGÚN DRIVER.

Las corrientes cognoscitivistas sentaron las bases para el desarrollo de la perspectiva constructivista del aprendizaje en la que, según Driver⁸⁶, podemos destacar las siguientes características:

1. El alumno es el protagonista de su propio aprendizaje, ya que es él quien construye sus conocimientos. El profesor debe elaborar las estrategias necesarias y crear las circunstancias precisas para que el estudiante aprenda.
2. Se toman en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes para diseñar las estrategias y actividades de aprendizaje, ya que se sabe que los estudiantes estructuran psicológicamente sus conocimientos y concepciones previas en forma de esquemas con los que operan.
3. El aprendizaje consiste en la modificación de los esquemas mentales de los alumnos por incorporación de nuevos conceptos, lo que equivale a un aumento de su complejidad o bien, por una modificación en las relaciones que se habían establecido entre todos los conceptos.
4. Los temas a tratar, deben ser relevantes para los alumnos, favoreciendo la relación entre ciencia, técnica y sociedad.
5. Las fuentes de aprendizaje, son muchas y variadas; no residen exclusivamente en el profesor, revelándose los compañeros de los alumnos como un factor de aprendizaje a tomar en cuenta y a potenciar. De ahí la importancia de los trabajos en grupo, la emisión de hipótesis, el diseño de experiencias, la evaluación de resultados, etc.
6. Se requiere de mayor tiempo para construir los conocimientos, ya que la manera constructivista de aprender supone una inversión de tiempo mayor que la simple transmisión de conceptos; esto significa la reestructuración de los contenidos de los programas.

⁸⁶Driver, R. 1986. "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos". En: *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1). Barcelona, 1986. pp 3 - 11.

7. El aprendizaje significativo conlleva una interiorización de actitudes y una aceptación de nuevos valores, por lo que es necesario desarrollar actitudes positivas hacia el objeto de aprendizaje.

La propuesta actual consiste en seleccionar adecuadamente los contenidos básicos que constituyan un núcleo fundamental y coherente, los cuales se irán profundizando en forma paulatina. Es decir, es preciso confeccionar un currículo en **espiral**, de tal manera que los conceptos esenciales se traten en aproximaciones sucesivas y cada vez con mayor profundidad.

Por ahora se empieza a reconocer y a investigar acerca de las ideas previas que poseen los alumnos, las preconcepciones, las ideas alternativas, las cuales, frecuentemente difieren de las ideas científicas que deben aprender⁸⁷.

Los preconcepciones que poseen los estudiantes tienen las siguientes características:

- a) Se trata de esquemas dotados de cierta coherencia interna.
- b) Los estudiantes manejan un lenguaje impreciso y términos indiferenciados para expresar sus ideas y, en algunos casos, incluso, no pueden hacerlos explícitos para ellos mismos.
- c) Estudiantes de diferentes edades y provenientes de diversos medios manejan ideas similares.
- d) Los esquemas conceptuales intuitivos son persistentes y no se modifican fácilmente.

Esta autora menciona que al encontrar sentido en el concepto, el individuo establece relaciones con los conocimientos que ya posee y éstos son los que pueden conservarse largo tiempo en la memoria ya que no son hechos aislados.

- Afirma que existe "conocimiento declarativo" (conocer "que") y
- "conocimiento procedimental" (conocer "como")
- quien aprende construye activamente significados

El papel básico que desempeña el conocimiento previo de los estudiantes en cualquier actividad intelectual está hoy ampliamente aceptado y está siendo investigado. Asimismo, se ha establecido que existe una considerable gama de los

⁸⁷Driver, R. 1989. "Students conceptions and the learning of Science". En: *International Science Education. Special Issue*, 11.1989 pp. 480-482.

misimos, los cuales son relativamente estables y se oponen a los conocimientos científicos. Esto plantea dos situaciones: el significado del aprendizaje como cambio conceptual y lo que él mismo implica para la enseñanza, la cual debe poseer ciertas características y asegurar que el debate incluya la reflexión cognitiva y garantice el papel del profesor, en donde éste sea activo y versátil en el uso de diferentes estrategias de enseñanza⁸⁸.

Al respecto sobre el **cambio conceptual**, Duschl, de la Universidad de Pittsburgh, declara que los avances obtenidos en la comprensión del uso de los procesos cognitivos que utilizan los individuos y el posterior desarrollo de modelos de procesamiento de información de razonamiento han contribuido, en los últimos años, a un cambio en la perspectiva sobre las estrategias de dirección del aula. Las ideas más recientes sobre dirección del aula se centran sobre el profesor como facilitador del aprendizaje y que pretenden reemplazar a las del profesor que actúa como difusor del aprendizaje. La perspectiva del **profesor-facilitador** está centrada en el estudiante, que exige al profesorado acceder a la información y a las ideas proporcionadas por el alumnado y a actuar sobre ellas, como puede ser mediante el *feedback* que es la retroalimentación de dicha información. Concretamente el conjunto de información e ideas debería incluir el conocimiento denominado declarativo, es decir lo que sabemos, y el conocimiento llamado procedimental o estratégico, es decir, cómo lo sabemos. Al trabajar a partir de las ideas aportadas por los estudiantes, los profesores están en una mejor posición para diagnosticar tanto las estructuras de conocimiento como las estrategias de razonamiento de los estudiantes, lo que puede llegar a facilitar un plan de acción que satisfaga las necesidades de los estudiantes.⁸⁹

Al respecto, Furió, investigador de la Universidad de Valencia, propone que el proceso de la enseñanza-aprendizaje, se puede exponer como una **metodología de investigación** en la enseñanza de las ciencias. Los trabajos en el aula son equiparables a la actividad de la comunidad científica en la construcción de conocimientos.⁹⁰

⁸⁸ Driver. *Op. Cit.* pp. 3-11.

⁸⁹ Duschl, R.A. "Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual". En: *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), Barcelona, 1995, pp 3y4.

⁹⁰ Furió, C.J., Iturbe, J. y Reyes, J.V. "Contribuciones a una propuesta constructivista de enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación". En *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra (Cuarto Congreso), Barcelona, 1993, p.59

Todos los elementos antes mencionados han convergido como principios básicos en la más reciente teoría del aprendizaje, que es el constructivismo. Antes de mostrar la planeación de la estrategia didáctica, es conveniente consignar las características deseables del docente que opte por esta corriente del aprendizaje significativo.

4.9. PERFIL DEL PROFESOR.

Al respecto, Daniel Gil Pérez, especialista español en el campo de la construcción del conocimiento, cuya tendencia, como la de Furió, es la de proponer la enseñanza mediante la metodología de la investigación, considera que los profesores deben reunir las siguientes habilidades y saberes para desempeñar una enseñanza que ayude a los alumnos a la construcción de su conocimiento:

1. Conocer la materia a enseñar.
2. Conocer y cuestionar el pensamiento docente espontáneo, lo que exige:
3. Adquirir conocimientos teóricos sobre el aprendizaje en general y en particular sobre el aprendizaje de las Ciencias, lo que posibilita:
4. La crítica fundamentada de la enseñanza habitual, lo que hace factible:
5. El saber preparar actividades.
6. El saber dirigir la actividad de los alumnos.
7. El saber evaluar.
8. El saber utilizar la investigación y la innovación.⁹¹

Otro factor necesario para la optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje es el de la motivación. Se tomará como modelo el que sugiere Ausubel.

4.10. PAPEL DE LA MOTIVACIÓN EN LA ORIENTACIÓN CONSTRUCTIVISTA.

La motivación juega un papel primordial en el aula constructivista, dado que esta orientación de la enseñanza demanda una interacción constante del alumno tanto con el conocimiento, como con el profesor, sus compañeros y los materiales, y porque se intenta lograr que su aprendizaje sea significativo, es decir, construido por él mismo y cercano a sus intereses.

Ausubel establece que en el aprendizaje significativo, la *afectividad* juega un papel importante, por lo que resultan determinantes la motivación y las actitudes del

⁹¹ Gil Pérez, D. "¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?" En: *Enseñanza de las ciencias*, 9 (1). Barcelona, 1991. p.71

profesor hacia sus alumnos. La motivación en el salón de clases puede mejorarse tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La motivación debe acompañar a la misma tarea, pues no es causa ni efecto. Por lo tanto, no se debe esperar que la motivación se desarrolle antes de implicar a un estudiante en las actividades de aprendizaje.
2. El objetivo de una tarea debe ser explícito.
3. Se deben atender los intereses de los alumnos sin que ello limite la planeación de las actividades de aprendizaje que sean necesarias para cumplir con los objetivos del curso.
4. Evaluar al máximo el interés cognoscitivo despertando la curiosidad intelectual, empleando materiales que atraigan la atención. Las lecciones deberán ser planteadas de tal manera que se asegure el éxito final del aprendizaje.
5. Se deben poner tareas que sean apropiadas al nivel de la capacidad de cada alumno. En todo momento se debe cuidar que los estudiantes alcancen el éxito. El fracaso y la frustración acaban con la motivación.
6. En todo momento se debe ayudar a los estudiantes a que se impongan notas realistas y a que evalúen sus progresos de acuerdo con ellas. Para lograr esto, es necesario proporcionarles tareas que sometan a prueba los límites de sus capacidades y suministrarles una generosa información (retroalimentación) acerca de sus avances y tropiezos para que puedan valorarlos objetivamente.
7. No exagerar respecto a las motivaciones, dar a cada quién lo que es justo⁹².

Se han esbozado las teorías más representativas del Constructivismo en la Enseñanza de las Ciencias y se tienen ya los elementos necesarios para emprender la estrategia didáctica -bajo el enfoque constructivista- que es la materia misma de este trabajo. A partir de la estrategia didáctica se elaborará un esquema de labores donde en primer término se fundamentarán los elementos que contienen un plan operativo.

⁹²Ausubel, D. P. *Psicología Educativa*, México, Editorial Trillas, 1982, p. 450.

5. METODOLOGÍA

Es el espacio en donde se van a retomar los puntos que ya han sido mencionados en el apartado de Docencia; ahora en esta sección se establece la organización de la estrategia, en este apartado se expone el planteamiento de la hipótesis de trabajo. A partir de ella, elaboraré la secuencia de las actividades. En primera instancia se van a fundamentar los aspectos que inciden en el problema didáctico. Al mismo tiempo, se proponen las actividades y los mecanismos de evaluación.

Se siguen los lineamientos de la estrategia constructivista, entendiéndose ésta como el programa de trabajo cuyo soporte implica la estructuración de los tres puntos que conforman el proceso de la instrucción, éstos son :

- la planeación,
- el desarrollo,
- la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Estos puntos se toman como fundamento para la planeación de la enseñanza de la **clasificación de los elementos**

Este problema didáctico debe considerar los factores cognoscitivos, psicomotores y afectivos que permitan que el profesor pueda tener conocimiento de las partes que inciden en su tarea docente para controlarlos y con ello promover *aprendizajes significativos*. Para hacer enseñanza utilizando la metodología constructivista es necesario plantearse las siguientes reflexiones:

Los argumentos contienen diversos contenidos, tales como:

- a) Utilización de una metodología elegida por el profesor, como es en este caso el aprendizaje por constructivismo.
- b) Adecuada incidencia de las tres áreas del aprendizaje: el área afectiva, el área cognoscitiva y el área psicomotora para así lograr los llamados aprendizajes significativos

- c) Indagar qué es lo que le motiva al alumno ⁹³ para que en consecuencia se adapten las actividades a su interés.
- d) Proposición de un plan de trabajo. Se define el Plan de Trabajo como al conjunto de estrategias (objetivos, contenidos, actividades y evaluación) que esté en concordancia con el Programa de Estudios Actualizado del CCH
- e) Conocimiento del perfil del egresado de Química. ¿Qué tipo de egresado es el que es necesario lograr?
- f) El logro de habilidades, valores y actitudes necesarias para la enseñanza en general y en especial la de las ciencias en turno, en este caso la asignatura de Química, que se imparte en el primer año del plan de estudios del ciclo del bachillerato la que específicamente contiene ocho temas. Éstos son:
- propiedades generales de la materia,
 - mezcla,
 - compuesto,
 - elemento,
 - reacción química,
 - estructura de la materia,
 - enlace,
 - **clasificación de los elementos** (éste último tema, objeto de estudio de este trabajo).⁹⁴
- g) Planteamiento del programa del curso. Elaboración del plan de trabajo donde se contemplen los tres momentos en que se organiza la docencia: la planeación, el desarrollo y la evaluación.
- h) Propuesta, instrumentación y ejecución de las acciones para el tema en particular: la clasificación de los elementos.
- i) ¿Qué deben saber los alumnos acerca del tema?, ¿Para qué deben aprender los alumnos este tema?, ¿qué beneficios les acarrearán?, ¿para qué les sirve conocer las propiedades de los elementos y la manera de comportarse?
- j) ¿Cómo persuadir a los alumnos sobre la relevancia de aprender este tema?

Para contestar estas interrogantes se han seleccionado simultáneamente:

⁹³ Martín Díaz, M.J. y Kempa, R.F. "Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias en función de sus características motivacionales". En *Enseñanza de las Ciencias*. 9(1), España, 1991, p.59.

⁹⁴ Sánchez Hidalgo, R.L.M. *Clasificación de los elementos*. México. s/fecha, UNAM, CCH Sur, p.9.

- Los cuatro enfoques de estudio que proponen los investigadores en didáctica de la Universidad de Valencia ⁹⁵ en donde afirman que para el aprendizaje de cualquier tema se realice, en este caso el estudio de los veinte elementos de la Tabla de la Clasificación Periódica, son necesarios cuatro aspectos, éstos son: **el social, el pedagógico, el psicológico y el epistemológico.**
- El punto de vista de los profesores Furió y Gil ⁹⁶ que proponen que el proceso de la enseñanza-aprendizaje sea un simil del **trabajo de investigación** que realizan los científicos.

A través de la interrelación de estos enfoques propongo lograr el *aprendizaje significativo*.

Los cuatro enfoques se desarrollan de la siguiente manera:

Aspecto psicológico:

- ¿Qué tan interesante es para el alumno estudiar los elementos?
- ¿De qué manera se vinculan con su contexto?
- ¿Es formativo? ¿De qué manera se vincula con su personalidad?
- ¿Qué gana con ello?, ¿Con ello se fomentará su auto estima?
- ¿Existe confusión con lo pedagógico?,
-Podemos considerar que lo pedagógico es la metodología empleada, y lo psicológico van a ser las habilidades que se desarrollan al estudiarlos-

Aspecto social:

- ¿De qué manera se asocian los 20 elementos con el contexto interpersonal del alumno?
- ¿ En qué forma inciden en la vida del alumno el informarse de los multicitados elementos?
- ¿Les va a perjudicar o les va a beneficiar, el conocimiento de ellos?

⁹⁵ Estos autores fueron citados en el marco teórico. Ver notas números 90 y 91.

⁹⁶ Gil,D., Carrascosa,J.,Furió,C.,Martínez Torregrosa ,J.,”Op. Cit.”Apud.

Aspecto pedagógico:

- La metodología implica proporcionar al joven materiales útiles para la enseñanza que lo posibiliten a él mismo y a sus compañeros construir los contenidos
- La metodología que se propone implica entregar a los educandos lecturas, ejercicios, experimentos
- Mediante las preconcepciones o concepciones alternativas de los alumnos, anclar las concepciones de los mismos.
- Secuencia de los contenidos en el proceso de la enseñanza-aprendizaje

Aspecto epistemológico:

- ¿Para qué enseño este contenido?
- ¿Qué conocimientos previos tienen los alumnos respecto al tema de la clasificación de los elementos, ya sean estos verdaderos o falsos?

De los cuatro aspectos el epistemológico es el más accesible, el más obvio, para el profesor, porque este contenido está inmerso en los libros de texto. La tarea del docente es darle a los alumnos las herramientas necesarias para facilitarles el aprendizaje.

Por otro lado, el profesor selecciona los contenidos pertinentes que el alumno va a aprender, siempre y cuando el alumno cuente con una estructura previa de conocimientos. Como lo establece Ausubel: "si tuviere que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe ." ⁹⁷

Se ha descrito el marco teórico en líneas anteriores, se ha expuesto de manera breve las aportaciones de los autores se puede aceptar al propuesto por Gil, Furió, Gavidia y colaboradores, quienes proponen la enseñanza por investigación⁹⁸ Gil sostiene que el desarrollo de la didáctica de las ciencias como dominio específico ha permitido, por una parte, integrar de manera más eficaz las contribuciones de las

⁹⁷ Ausubel, D. P." *Op. cit.*" Apud.

⁹⁸ Gil, D., y col. " *Op. Cit.*". Apud.

ciencias de la educación, y por otra, ampliar su fundamentación considerando las posibles aportaciones de la historia y de la filosofía de la ciencia en la enseñanza de las ciencias. Hay que tomar en cuenta el papel que la historia y la filosofía de las ciencias pueden jugar en el desarrollo de un cuerpo específico de conocimientos didácticos. Se trata de impulsar una potente línea de investigación centrada en las relaciones entre historia y filosofía de las ciencias y la enseñanza de las ciencias. La idea de aproximar el aprendizaje de las ciencias a la actividad científica no se circunscribe al modelo de aprendizaje por descubrimiento sino que constituye un auténtico hilo conductor en la transformación de la enseñanza de las ciencias. ⁹⁹

5.1 EL APRENDIZAJE ENFOCADO AL CONSTRUCTIVISMO.

5.1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

Las actividades de aprendizaje que hemos venido llevando a cabo en los cursos de periodos lectivos anteriores, correspondientes al Plan de Estudios aprobado en 1971, aunque frecuentemente tenían algunos matices constructivistas, no se ajustaban plenamente a esta orientación, dado que correspondían más bien, al paradigma de enseñanza por descubrimiento autónomo, o al modelo de enseñanza tradicional.

Diversos autores que describen el modelo constructivista, caracterizan el referente teórico-metodológico que enmarca las actividades de enseñanza aprendizaje que se llevan a cabo dentro de este paradigma, de la siguiente manera:

- El alumno es responsable de su aprendizaje. Construye sus conocimientos por sí solo.
- Es preciso tomar en cuenta las ideas previas o preconcepciones de los alumnos.
- Los nuevos conceptos deben construirse a partir de las ideas previas de los educandos.
- Las fuentes de aprendizaje son variadas, potenciándose los propios estudiantes como un valioso elemento de aprendizaje.
- Es preciso tomar en cuenta que, para que se lleve a cabo la construcción del conocimiento, se requiere de una inversión mayor de tiempo en cada tema, por lo

⁹⁹ Gil y col, *Op.Cit.*p.27.

que se deberán reestructurar los contenidos de los programas, centrándose en aspectos básicos.

- Los cambios que se persiguen no se limitarán solamente a aspectos conceptuales, sino actitudinales y procedimentales.
- Es importante desarrollar en los educandos actitudes positivas hacia el objeto de aprendizaje.
- Deben planearse e incorporarse actividades de apertura, desarrollo y cierre, para el curso en general y para cada una de las unidades del programa.
- Es necesario promover un clima favorable de trabajo en el aula, donde exista interacción, comunicación e intercambio, tanto alumno-profesor como alumno-alumno.
- Se debe partir de situaciones problemáticas abiertas de interés para los alumnos.
- Reviste especial importancia la información y el manejo de conceptos, así como la relación de la teoría con la práctica, es decir, es importante vincular las actividades y los conceptos.
- Es conveniente abordar los temas de los programas desde los puntos de vista científico, tecnológico y social.
- La evaluación debe ser impulsadora y orientadora del trabajo de los alumnos. Debe extenderse a aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales y realizarse a lo largo de todo el curso.

5.2 OBJETIVOS Y METAS QUE SE PRETENDEN LOGRAR PARA RESOLVER EL PROBLEMA PLANTEADO.

5.2.1 OBJETIVO QUE SE PRETENDE ALCANZAR:

Incorporar, poco a poco, en nuestra docencia, algunos elementos del referente teórico-metodológico del constructivismo, en especial en lo que se refiere a las actividades de enseñanza aprendizaje.

1. METAS A CORTO PLAZO

Se incorporarán desde el inicio del curso: Actividades de apertura, desarrollo y cierre tales como:

- Favorecer el clima de comunicación e intercambio entre los alumnos.
- Desarrollar actitudes positivas hacia la ciencia.
- Detectar preconcepciones o ideas previas en los alumnos y tomarlas en cuenta en el desarrollo de los temas.

Utilizar actividades de aprendizaje variadas (discusiones, seminarios, mesa de expertos, concursos, juegos, análisis de problemas, dibujos, esquemas, mapas conceptuales, modelos, cuestionarios, ejercicios de aplicación, experiencias de cátedra, prácticas y experimentos).

- Dar importancia a la información y al manejo de conceptos.
- Buscar en cada tema las relaciones entre Ciencia, Técnica y Sociedad.

Cuando sea posible, partir de situaciones problemáticas de interés para los alumnos.

NOTA: Dado que en la orientación constructivista se busca siempre lograr todos estos objetivos, es difícil especificar cuales se lograrán a corto, mediano o largo plazo. Todos ellos se tratarán de aplicar, siempre que la naturaleza del tema, de la unidad, y la disposición e interés del grupo, se presten a ello.¹⁰⁰

- Respecto a la premisa que dice que el alumno es quién construye su conocimiento, es a éste al que se necesita proporcionarle las herramientas que coadyuvan a este fin, como es el programa de trabajo, el cuál es dado a conocer a los alumnos desde el primer contacto con ellos, así como la preparación del material didáctico que necesita estar elaborado con antelación.
- Referente a los contenidos del tema, se propone tratar los básicos, como son los principales elementos que necesita el individuo en su nutrición, la historia de las tablas de elementos, la colocación de los elementos, su utilización.
- La clasificación de los elementos en tres grandes grupos: las de los metales, las de los no-metales, las de los elementos de transición.
- Para ello se cuenta con el Anexo 1 de esta tesis en donde se desarrollan los siguientes puntos de estudio:

Reacciones con oxígeno

El grupo de los halógenos

Similitudes entre elementos, base de la tabla periódica

La primera tabla periódica

La tabla periódica moderna

Variación paulatina de las propiedades dentro de cada grupo

Serie de actividades de los metales

Proceso óxido reductor

Potenciales óxido reductores

¹⁰⁰ Estos enunciados se encuentran en el Plan de Estudios Actualizado, que ya ha sido proporcionado por la Institución

6. PLANEACIÓN Y DISEÑO DE LA ESTRATEGIA .

Se presentan los cuatro factores que intervienen en la enseñanza , así como los tres momentos de la docencia.

6.1 ACTIVIDADES PREVIAS A LA PLANEACIÓN.

PRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS Y DE LOS FORMATOS.

Como consecuencia del apartado anterior se da continuidad a la serie de preguntas, en donde se cuestiona sobre qué contenidos se necesita tratar para abordar cada uno de los aspectos en qué se apoya la estrategia del proceso de la enseñanza aprendizaje del tema: la clasificación de los elementos.

Aunque los diversos aspectos se han esbozado en la metodología, es importante desglosar cada uno de ellos dentro de la planeación del trabajo a fin de establecer su incidencia dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje y elaborar la propuesta con las variables que concurren.

6.1.1 Perspectiva social.

El profesor debe saber las respuestas, para así elaborar las preguntas y contestarse a si mismo, en qué tipo de necesidades y de demandas sociales interviene para el educando el estudio de los elementos químicos, algunas interrogantes que deben resolverse son:

¿Para qué le sirve al estudiante, como ser social qué es, el informarse de la manera de en que se presentan y se utilizan los diversos elementos químicos en su entorno?

Abundando aún más, ¿qué importancia tiene para los alumnos el estudio del comportamiento de los elementos químicos ? Y al mismo tiempo, ¿de qué manera se establecen vínculos entre los elementos químicos, la ciencia y la técnica en la sociedad?

La importancia de que el alumno conozca las aplicaciones del comportamiento químico de los elementos en la vida cotidiana, como por ejemplo, en el control artificial de ambientes (refrigeración-calefacción), o en la producción de alimentos (saborizantes y colorantes artificiales, conservación),o en la producción de medicamentos, o en la aeronáutica (cohetes espaciales, combustibles de hidrógeno y oxígeno), etc.

La naturaleza de los elementos químicos que se encuentran en el agua-tierra-aire, así como su importancia deben ser conocidos en su aplicación y su vinculación con la vida.

6. 1. 2 Perspectiva epistemológica.

¿Qué propiedades y qué características físico químicas tienen los veinte elementos que se han seleccionado para su estudio?

¿Cuáles son los conocimientos científicos que últimamente se han desarrollado referentes a los elementos químicos?

¿Cuáles son los últimos elementos descubiertos y para qué se utilizan?

¿Cuál es la evolución e historia de las diferentes tablas periódicas en donde se encuentran clasificados los elementos?

¿Qué necesidades existen, para la utilización de ciertos elementos? ¿Cuál es el método de trabajo que tienen los investigadores para aislarlos?

Si partimos de la premisa de que el alumno es quién construye su conocimiento, se necesita proporcionarle materiales escritos que al mismo tiempo le faciliten el aprendizaje y despierten el interés.

El primer material que se proporciona es el programa de trabajo, este documento es dado a conocer a los alumnos en el encuadre, en donde se explicitan los objetivos, la metodología a seguir, los contenidos programáticos, los recursos, las estrategias de evaluación, el cronograma, las funciones y responsabilidades del profesor y de los educandos. Por lo tanto este instrumento, el programa de trabajo y las actividades de aprendizaje necesitan estar elaborados con anticipación.

Referente a los contenidos del tema, se seleccionan los conceptos básicos, ya con antelación se ha tratado el origen de los nombres de los elementos. Concretando ahora, en los puntos de estudio se solicita a los alumnos se investigue en la literatura los intentos de clasificación, la historia de las tablas de clasificación, el por qué de el ordenamiento de los elementos, el por qué de la colocación de las familias de elementos, llamadas también grupos o columnas.

La clasificación de los elementos, que se realiza en tres grandes grupos: las de los metales, las de los no-metales, las de los elementos de transición.

Como introducción al tema se les pide investigar en la biblioteca, proporcionándoles al mismo tiempo la bibliografía, así como también se les entrega el material del **Anexo 1**, cuyo contenido ya ha sido puntualizado en el apartado anterior.

Este material se fotocopia y se proporciona a los alumnos.

Asimismo, estos dos aspectos, con la información de pruebas realizadas con otros grupos. El aspecto social y el epistemológico son manejados con objetividad y facilidad por los alumnos.

6.1.3 Perspectiva psicológica.

Este enfoque considera la integración del educando, o sea su aspecto formativo del mismo, en donde se pretende establecer un compromiso con su actuación, se le procura comprometer con su quehacer como estudiante.

¿Cuál es el nivel intelectual que los alumnos tienen?

La mayoría de los alumnos se encuentra en la etapa concreta, y sólo algunos están entrando a la formal.

¿Qué intereses tienen?

Les atrae sobre todo la aceptación y la participación del grupo al que pertenecen.

¿Qué valores los mueven? ¿Qué habilidades y actitudes hemos de desarrollar en sus acciones en general y en este caso tomando como ejemplo, la clasificación de los elementos?

Es innegable que a través del estudio se obtienen el desarrollo de las habilidades, valores y actitudes pertinentes para cualquier asignatura.

¿Contarán con un espacio autónomo para estudiar?

Según se ha podido observar la mitad de los alumnos cuenta con un lugar propio, la otra mitad asiste a la biblioteca.

¿Cómo formarlos como ciudadanos críticos con ellos mismos y con los que los rodean?

Dándoles tareas, que sean capaces de desarrollar, para aumentar su autoestima y asimismo incrementar el grado de dificultad en las tareas de manera gradual.

¿Qué capacidades lograré desarrollar?

Al cumplir con sus tareas encomendadas, se estará formando al alumno en la responsabilidad.

¿Qué problemas e investigaciones hay que plantearles para que lleven a cabo el aprendizaje deseado?

Las que están dentro de sus posibilidades, proporcionándoles la información pertinente.

¿Qué papel juega la motivación?, ¿Qué tipo de actividades experimentales debo promover para desarrollar el área psicomotora del educando?, ¹⁰¹

En esta perspectiva se maneja la afectividad, factor primordial en el desarrollo armónico de las capacidades del sujeto. Cuando el individuo se encuentra a gusto con el grupo al que pertenece y en el que participa exitosamente, aumenta su autoestima y consecuentemente se incrementa su motivación.

6.1.4 Perspectiva pedagógica.

Este punto considera el aspecto organizativo del trabajo en el aula, el manejo del conocimiento teórico y del práctico. Consta de los tres momentos de la didáctica, en este apartado se estructura la estrategia del problema cognoscitivo.

¿Qué conceptos incluyo para empezar el tema?, ¿Qué contenidos principales incluyo en el inicio. En el medio y al final del plan de trabajo?, ¿Por dónde comienza su desarrollo?, ¿Qué tipo de actividades empleo en primera instancia?, ¿Qué experiencias de laboratorio debo organizar?, ¿Cuál es la mejor forma de ayudarlos a interiorizar ciertos conceptos básicos?, ¿Cómo puedo manejar los aspectos afectivos en pro del aprendizaje?, ¿Cómo promuevo sus habilidades psicomotoras?

Es el aspecto, en donde el docente hace acopio de todos los materiales didácticos con que cuenta, de su adecuada instrumentación, de las diversas estrategias que inciden en el quehacer docente.

¹⁰¹ Gavidia Catalán y Col, Op. Cit. p. 294

Es la combinación del marco de trabajo de Gavidia y colaboradores, en donde, la consideración de las cuatro fuentes o perspectivas del aprendizaje se incorpora a las funciones sustantivas de la docencia, esto es, la planeación, el desarrollo y la evaluación, lo que organiza el diseño de la estrategia didáctica para que en conjunto se relacione con la construcción del conocimiento.

6.2. PLAN DE TRABAJO.

Por lo que antes de empezar la docencia, se elabora un plan de trabajo sobre lo que se propone lograr y como abordarlo en el curso, es decir se elaboran los objetivos didácticos, las actividades de aprendizaje o sea las líneas generales de sus propósitos metodológicos para el proceso de la enseñanza-aprendizaje.

La estrategia para esta tarea es escribir este plan de trabajo de manera clara, basado en el programa de la asignatura, para este fin se elaboran tres formatos que siguen a continuación :

6.2.1 PRIMER FORMATO DE LA PLANEACIÓN DEL CURSO DE QUÍMICA. PROGRAMA DE LA DISCIPLINA DE QUÍMICA I (NUEVOS PROGRAMAS)

6.2.1.1. PLAN DE TRABAJO DEL PROFESOR

ELABORADO POR:

NOMBRE:

LUGAR:

FECHA:

6.2.1. 2. DATOS GENERALES: UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL CURSO.

- Materia teórico práctica, obligatoria.
- Tiempo de clase por semana: 5 horas.
- Tiempo asignado por semestre: 80 horas.
- Semestres en los que se imparte: primero y segundo.
- Materias paralelas: no tiene.

Materias subsecuentes inmediatas: Física I y II, Biología I y II.

Tipo de alumnos: Generalmente adolescentes de 14 a 18 años, hombres y mujeres generalmente provenientes de las escuelas secundarias oficiales.

Grupos: Medianos de 25 a 30 alumnos.

Horario: 5 horas semanales por semestre, repartidas en 2 sesiones de 2 horas y una sesión de 1 hora a la semana.

- Recursos: Los que corresponden a la infraestructura de una aula laboratorio del plan del bachillerato, provista de material de vidrio, equipo, aparatos y sustancias. Que pertenece al subsistema del bachillerato del C.C.H.

6.2.1.3. PRERREQUISITOS ACADÉMICOS PARA CURSAR LA MATERIA

Los estudiantes tienen de alguna manera información básica sobre la asignatura de Química.

Los contenidos enlistados a continuación han sido motivo de estudio en el nivel medio básico.(de todos modos se hace un repaso, antes de comenzar el programa de la asignatura).

Medida

- Su definición.
- Unidades del sistema internacional de medida.
- Factores de conversión.
- Escalas de medición.
- Errores derivados de la escala.
- Representación gráfica de las variables.
- Variación lineal.
- Variaciones no lineales.

Materia

- Su definición.
- Estados de agregación.
- Diferencia entre propiedades generales y específicas.
- Técnicas de separación de mezclas.

6.2.1.4. OBJETIVOS GENERALES DE APRENDIZAJE.

.A. Objetivos informativos.

Ser capaz de proporcionar al educando la información necesaria en cada unidad temática, coordinando las tareas correspondientes, con el propósito de que el estudiante adquiera los contenidos básicos de la disciplina.

.B. Objetivos formativos.

Éstos son de cuatro tipos:

Intelectual: el profesor debe lograr que el alumno sea capaz de razonar, describir, construir, las características y propiedades del o de los diversos conceptos a los que se le enfrenta.

Humano: lograr que el alumno investigue en la bibliografía, organice la presentación limpia y ordenada de sus informes, cuaderno y tareas.

Social: fomentará el trabajo en equipo, por parte de sus alumnos, para elaborar las investigaciones, lecturas, experimentos, ejercicios y discusiones.

Profesional: el profesor promoverá el trabajo en grupo, haciendo hincapié en el alumno de que esta forma de colaboración lo ayudará a su desarrollo interpersonal y fomentará su autoestima. Asimismo, orientará al educando que cada problema o tarea es un reto que debe superar y cuya solución le permitirá ganarse el reconocimiento ante los demás.

6.2.1.5. CONTENIDOS TEMÁTICOS DE LA DISCIPLINA DE QUÍMICA I

(NUEVO PLAN DE ESTUDIOS)

- Propiedades de la materia.
- Mezcla.
- Compuesto.
- Reacción química.
- Elemento.
- Estructura de la Materia-Teoría atómica.
- Enlace.
- Clasificación de los elementos 102

6.2.1.6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Las herramientas, recursos didácticos y concepciones que se consideran, son:

Los preconceptos y conceptos, la búsqueda bibliográfica del concepto, las lecturas complementarias, la experiencia de cátedra, el experimento, el reporte, los ejercicios y los problemas, los exámenes, el cuaderno de tareas.

6.2.1.7. LOS PRECONCEPTOS.(LAS PRECONCEPCIONES)

Propiciar la manifestación de los preconceptos o ideas previas que sobre los elementos químicos y su naturaleza poseen los alumnos y que influyen poderosamente en el aprendizaje de conceptos científicos provocando la construcción de significados inapropiados en la mayor parte de los casos.

¹⁰² UACB del CCH, Area de Ciencias Experimentales, Programas de Estudio para las Asignaturas de Química de I a IV, s/fecha, pp.14,16.

Una vez que el grupo ha vertido sus concepciones equivocadas unas y correctas e incompletas las otras, se hace ver al grupo las contradicciones y la necesidad de saber cuáles son las concepciones correctas y de esta manera aprenderá el alumno por sí mismo la estructura correcta.

6.2.1.8. LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA DEL CONCEPTO.

Como primera tarea, el profesor selecciona la bibliografía adecuada. Debe servir como mediador entre la información científica, expuesta de manera muy técnica, y el nivel de dominio lingüístico en el que el alumno pueda comprenderla.

El profesor propone la bibliografía para que el estudiante indague el concepto. El alumno acude a la biblioteca y captura la información pertinente para su discusión, esta se da tanto dentro de su equipo, como en el pleno del grupo.

En el caso en el cual la información que los estudiantes traigan sea insuficiente, ya sea porque ésta es pobre en contenido o porque el nivel de la información resulta muy elevado y poco comprensible para el alumno, el profesor, después de la discusión grupal que se esté realizando con el grupo propondrá lecturas específicas para continuar la comunicación de la enseñanza.

Los alumnos suelen buscar en otra fuente de información bibliográfica, tal vez más reciente que la propuesta por el profesor, el grupo discute y se revisa si la información está actualizada y es correcta comparándolas analíticamente entre sí y se toman las decisiones respecto a la que mejor conviene manejar. En todos los casos, se aceptarán las aportaciones de los estudiantes.

6.2.1.9. LAS LECTURAS COMPLEMENTARIAS.

Como herramienta adicional y parte de la información que se ha de manejar dentro del curso, están las lecturas complementarias. El profesor debe manejar el aspecto pedagógico de las fuentes informativas y su impacto cognoscitivo en el estudiante.

El profesor solicita la investigación de los conceptos, propicia la discusión de los mismos. Al mismo tiempo proporciona los materiales, uno puede ser de carácter científico y el otro de carácter histórico. A los estudiantes les corresponde buscar las lecturas que complementen los puntos de estudio

6.2.1.10. LA EXPERIENCIA DE CÁTEDRA.

El profesor introduce en el aula el material relacionado con el contenido que considera pertinente conocer, con el objeto de aclarar conceptos ya vistos y/o introducir nuevos. Esta parte se explicita más adelante, en el capítulo del desarrollo de la estrategia.

6.2.1.11. EL EXPERIMENTO.

Esta tarea que se utiliza como actividad de aprendizaje, es necesaria en las ciencias experimentales para visualizar el fenómeno químico, al elaborar la práctica experimental se contrasta el modelo práctico¹⁰³ con el modelo teórico. Esta herramienta comúnmente la proporciona el docente. Su desarrollo detallado y puntual está explicado en el rubro correspondiente. Es análoga a la herramienta llamada "seminario" para las ciencias sociales en donde se discute un tema bajo diversos enfoques.

6.2.1.12. EL INFORME.

Esta es una herramienta indispensable en la enseñanza de la ciencia. El formato a seguir lo propone el docente, éste es un trabajo que los alumnos elaboran por equipos después que se ha hecho el experimento, lo entregan para que se comenten sus resultados en el pleno del grupo y se deriva del experimento.

6.2.1.13. LOS EJERCICIOS Y LOS PROBLEMAS.

Para estimular la construcción del conocimiento para los alumnos, el profesor les planteará problemas que los obliguen a emplear en lo posible, el intelecto y poner a

¹⁰³ Castro, E. A. "El empleo de modelos en la enseñanza de la Química". En *Enseñanza de las Ciencias*, (10) España, 1992, pág. 73.

prueba los límites de sus estructuras lógicas, con miras a provocar una reestructuración de las operaciones mentales.

También presentará ejercicios típicos, ejercicios modelo, en donde los estudiantes se sientan cómodos, graduando la dificultad hasta conducirlos a problemas y planteamientos que requieran nuevas acciones mentales, por lo que les proporcionará problemas en los que se sientan incómodos con el propósito de propiciar lo que he mencionado en el párrafo anterior.¹⁰⁴

6.2.1.14. LOS EXÁMENES.

El profesor planeará y diseñará tantos exámenes como sean estos necesarios para constatar el logro de los objetivos. Es preferible que estos sean breves. Los tendrá que utilizar sorpresivamente, previa advertencia a los estudiantes en el encuadre del curso¹⁰⁵. El profesor diseñará los exámenes de tal manera que deberá lograr que los alumnos manifiesten las ideas propias, las preconcepciones o las concepciones, ya sean estas previas o actuales que sobre la Química tienen, y que influyen poderosamente en el aprendizaje de conceptos científicos y contribuyen a construir significados inapropiados¹⁰⁶

Todas estas actividades son evaluadas a partir del inicio y a través de todo el curso

6.2.1.15. CRITERIOS Y MECANISMOS PARA EVALUAR LA DISCIPLINA.

A. La calificación.

- Exámenes parciales 10%

¹⁰⁴ Perales Palacios, F.J., op.cit. p.122

¹⁰⁵ El encuadre del curso se refiere a la presentación del mismo ante los estudiantes. Es una explicación completa y detallada de lo que se hará en el período escolar y de lo que se espera lograr.

¹⁰⁶ Pérez de Eulate G. Lourdes, 1993, "Utilización de los conceptos previos de los alumnos en la enseñanza-aprendizaje de conocimientos en biología. La nutrición humana : una propuesta de cambio conceptual", p. 19.

- Ejercicios bien resueltos	10%
- Problemas correctamente solucionados	10%
Participación en clase, esto es el compromiso que adquiere el estudiante, que implica puntualidad en clase y en la entrega de los trabajos y tareas así como desempeñarse con buena disposición	10%
- Tareas	10%
- Elaboración del experimento	10%
- Presentación del informe	10%
- El cuaderno, limpieza y orden	10%
- Búsqueda de bibliografía	20%

B. La acreditación.

El profesor tendrá en mente balancear tanto la función social como la formativa de la evaluación-acreditación, es decir, con una asegurará que los estudiantes responden a las exigencias del sistema¹⁰⁷ y con la otra verificará si los alumnos han adquirido los conocimientos, actitudes y valores previstos por el proyecto educativo y, en consecuencia, si tienen los prerrequisitos necesarios para posteriores aprendizajes, a la situación o bien determinar, los aspectos que convendría modificar en una repetición futura del mismo plan para la experiencia de enseñanza-aprendizaje.¹⁰⁸

Esta es una propuesta de asignación de criterios para el diseño de este curso. A considerar:

El 80% de las asistencias.

Calificación mínima de 50% en cada examen parcial.

Entrega total de tareas, informes y ejercicios.

¹⁰⁷ Jorba, J. San Martí, N. "La función pedagógica de la evaluación" En *Aula*, 20, España, Noviembre de 1993., pp. 20 y 24

¹⁰⁸ Rodríguez Barreiro, L.M, Gutierrez Muzquiz, M. y Mollado Cea, J. "Una Propuesta Integral de Evaluación en Ciencias". En *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), España, 1992, p.254.

Buena disposición hacia la clase.

C. La evaluación.

Maestro y alumno revisan de manera conjunta los logros y los fracasos que están ocurriendo durante el curso y no centrarse sólo en los resultados finales de los exámenes.¹⁰⁹ Se trata de un seguimiento pormenorizado de los avances, retrocesos, de los ajustes, que se le da al curso.

6.2.1.16. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA PARA EL ALUMNO:

Dickson, T.R.. Introducción a la química. Tr. P Montagut Bosque; 9a ed. México. Ed. Publicaciones Cultural, 1992, 496 p.

Garriz, A., Chamizo, J.A. Del Teguesquite al ADN. 2a ed. Colección La Ciencia desde México. No. 72. México. SEPFCE-CONACYT, 1995.

Garriz, A., Chamizo, J.A. Química. Addison Wesley Iberoamericana. Estados Unidos de América, 1994. 855 p.

Malone, L. J.. Introducción a la química, Limusa, 1988. 479 p.

Smooth R. C. y Price, J.. Química, un curso moderno, CECSA, 1990.

6.2.2. SEGUNDO FORMATO DE LA PLANEACIÓN DEL TEMA DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS.

A continuación se describe la planeación de la unidad temática, para lo cual se ha diseñado un segundo formato el que se refiere a la planeación de la estrategia didáctica, precisamente para el tema objeto de estudio de esta tesis: **la clasificación de los elementos**. Cabe aclarar que simultáneamente al tópico aludido, se está abordando en este primer semestre:

¹⁰⁹ Rodríguez Barreiro, L. M., Gutiérrez Múzquiz, F. A., Molledo Cea, J. *Op. Cit.* p.257

a) el tema del *aire*: *una mezcla de gases en donde vivimos* y

b) para el segundo semestre, este mismo tema de la clasificación se va a tratar una vez más con mayor profundidad en el apartado del *suelo*: *laboratorio químico de nuestras tierras*.

De esta manera se presenta el plan de trabajo claramente definido en el siguiente apartado.

6.2.2.1. PRESENTACION DEL FORMATO DE LA PLANEACIÓN DEL TEMA DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS.

"LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS"

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

ÁREA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

Asignaturas : Química I y II

Unidad temática : La clasificación de los elementos

Duración : 20 horas

Frecuencia de impartición, dos sesiones de dos horas, una sesión de una hora, cada tercer día durante la semana.

Ubicación del tema en el programa: ocupa el último lugar de las 2 últimas semanas del primer semestre. Para el segundo semestre está programado en las séptima y octavas semanas.

6.2.2.2. OBJETIVOS INFORMATIVOS

Determinar las propiedades físico-químicas de los elementos y las características de los mismos. Estos elementos seleccionados se enlistan a continuación:

ELEMENTOS y GRUPO AL QUE PERTENECEN en la clasificación Periódica

Litio, Sodio, Potasio

IA

Magnesio, Calcio	IIA
Aluminio	IIIA
Carbono, Silicio	IVA
Nitrógeno, Fósforo	VA
Oxígeno, Azufre	VIA
Flúor, Cloro, Iodo	VIIA
Cobre	IB
Zinc	IIB
Manganeso	VIIIB
Fierro	VIIIB

Los criterios de selección para estudiar estos veinte elementos, han sido por su abundancia y por su importancia en la naturaleza y para el ser humano. La facilidad con la que se les puede obtener y utilizar en cualquier parte. Es necesario informarse sobre el empleo que tienen estos veinte elementos en la naturaleza. Asimismo comprender las razones de su colocación en el grupo señalado. Para su estudio las tablas de la clasificación de los elementos se dividen en filas horizontales y verticales. A estas últimas se les llama columnas, familias o grupos¹¹⁰ y a las horizontales periodos. Información sobre la obtención y aplicación de los elementos.¹¹¹

6.2. 2 .3. OBJETIVOS FORMATIVOS.

- Desarrollar en los educandos la habilidad de leer y resumir un texto, escribir, comprender y redactar los reportes.
- Desarrollar en los alumnos la habilidad de investigar en la literatura química, de diseñar y elaborar prácticas experimentales,
- El profesor es el facilitador del aprendizaje y el coordinador del trabajo.
- Formar equipos y con ellos realizar trabajo conjunto: lecturas, experimentos, discusiones, ejercicios y reportes.
- Saber reportar de manera limpia y ordenada.¹¹²

¹¹⁰ Vázquez, D. *Química*, Editorial Esfinge, 1992 p. 76-102

¹¹¹ Lahore, A. A., "Motivación de los descubrimientos científicos: Una perspectiva para la enseñanza" En *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3). España, 1993, p.357.

¹¹² Muños-Chápuli, R., 1995, "Escribir para aprender, ensayo de una alternativa en la enseñanza universitaria de las ciencias". p. 273

- Promover la argumentación con fundamento, para obtener razonadamente los resultados.
- Respetar la opinión opuesta, buscar la verdad aunque con ella me venzan, ceder la palabra, ayudar, dominar mis emociones, dar prioridad a la mayoría.

6.2.2.4. CONTENIDOS TEMÁTICOS

1. Determinar la posición de los elementos seleccionados en la tabla periódica de manera razonada.
2. Comprensión de la organización de la tabla periódica.
3. Variación de la actividad química.
4. Electronegatividad de los elementos de acuerdo a su posición en la Tabla Periódica
5. Radio Atómico de los elementos
6. Energía de ionización de acuerdo a la posición en la Tabla Periódica.
7. Afinidad electrónica de acuerdo a su posición en la Tabla Periódica¹¹³
8. La materia concebida como un conjunto de mezclas, compuestos, elementos.

¹¹³Petrucci. R. H., 1977. *Química general*, p. 139.

6.2.3. TERCER FORMATO DE LA PLANEACIÓN DEL TEMA DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS, PARA EL ALUMNO

Que se presenta y entrega al alumno en el momento del encuadre.

Planeación didáctica de la unidad temática de la clasificación de los elementos.

de acuerdo al apartado anterior:

6.2.3.1. PRESENTACIÓN DEL TEMA LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS.

sesion	duración	contenido	actividad de aprendizaje	materiales	observaciones
1	2 horas	abundancia de los elementos	búsqueda bibliográfica	todo tipo de información	respeto del preconcepto, proporcionar información
2	2 horas	clasificación de los elementos: metales, no metales, de transición	lecturas, discusiones, dinámicas de grupo	lecturas científicas e históricas	discusiones dirigidas
3	1 hora	tendencias periódicas	experiencia de cátedra	discusiones, gis y pizarrón	recabar informaciones
4	2 horas	electronegatividad, radio atómico	experimentación y búsqueda bibliográfica	equipo de laboratorio	elaboraciones de reportes
5	2 horas	oxidación-reducción	ejercicios	cuadernos, gis y pizarrón	exámenes
6	2 horas	configuraciones electrónicas	ejercicios	cuadernos, gis y pizarrón	investigaciones bibliográficas

6.3. DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA.

- Como antecedente inmediato al conocimiento de las ciencias químicas en el bachillerato, se tiene que los alumnos han recibido la formación básica química de la enseñanza secundaria. Esta se encuentra débilmente delineada. El primer contacto de los estudiantes con esta ciencia, ha quedado muy ambiguo, ha sido la primera vez que les expusieron términos y conceptos ajenos a su entorno, demasiado abstractos y alejados de las concreciones cotidianas a las que están acostumbrados.
- Otra situación a considerar es el hecho de que el Colegio se encuentra en la ejecución de nuevos planes de estudio. Sin embargo el tema de la CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS continua vigente en el actualizado plan de estudios. El citado tema se aborda en dos ocasiones, la primera se localiza al final del programa de Química I, donde se le asigna un tiempo de diez horas; la segunda vez, está incluido a lo largo de todo el semestre de Química II.

Ante esta situación, el profesor de bachillerato necesita definir su plan de trabajo, la organización de la secuencia de las actividades empieza en el encuadre del curso, la selección, diseño y/o producción de sus herramientas didácticas, la definición metodológica para instrumentarlas, es decir, la estrategia de aplicación y las formas en las que evaluará tanto al curso como al aprovechamiento de los estudiantes.

En la siguiente sección se encuentra el encuadre

6.3.1. Desarrollo del encuadre en las primeras sesiones.

- Se llama encuadre del curso, al plan de trabajo con su respectivo marco de reglas y acuerdos de procedimiento dentro del cual se desarrollarán las actividades, es decir, el encuadre hace alusión a una serie de acciones que se realizan para conseguir un producto, en este caso, que los estudiantes aprendan los elementos químicos y el procedimiento con el cual se clasifican. Se hace con el propósito de que los alumnos tengan claro qué se va a hacer, para qué y cómo se va a hacer. La intención es orientarlos e involucrarlos en el plan del curso para que acepten y se comprometan conscientemente con el trabajo que van a realizar durante el mismo.

El encuadre alude a una serie de actividades, antes de que se inicie formalmente el curso, que se realizan con el grupo, establece cuales son los derechos y obligaciones de alumnos y profesor. En este sentido se incluyen, como propuesta, algunas acciones que, aunque no van directamente encaminadas al objetivo o meta, contribuyen de manera indirecta a que éste pueda ser alcanzado de manera más efectiva.

El encuadre explicita los objetivos, la metodología a seguir, los contenidos programáticos, los recursos, la estrategia de evaluación, las funciones y responsabilidades tanto del profesor como de los estudiantes.

6.3.2. Presentación del programa.

Esta actividad consiste en dar a conocer a los alumnos los objetivos de la asignatura, la propuesta de trabajo del curso, ubicar la materia en el plan de estudios y presentarles los contenidos que se van a desarrollar durante el semestre con la intención de que sepan lo que se espera de ellos.

6.3.3. Plenario de acuerdos y organización operativa.

El objetivo explícito de esta actividad es definir, de común acuerdo entre estudiantes y profesor, la orientación y la normatividad que regirán el curso, así como el establecimiento, en este sentido, de una especie de contrato social de trabajo. Se debe definir y estructurar la organización del curso en la que se tomarán en cuenta, tanto los objetivos de la institución y del profesor como las expectativas y necesidades de los estudiantes. Todas las partes involucradas en el proceso enseñanza aprendizaje dentro del aula, deben ser incluidas; es importante hacer sentir a los muchachos su pertenencia al grupo y que, como miembros, todo lo que piensen y sientan individual y colectivamente es relevante para los demás¹¹⁴ y repercute en el desarrollo del trabajo.

6.3.4. Prueba de diagnóstico.

La última actividad del encuadre es la prueba de diagnóstico, cuyo objetivo es conocer el nivel de conocimientos con que los alumnos ingresan al curso. Los resultados de esta auscultación se informan a los estudiantes para que sepan si cuentan o no con los elementos teóricos previos necesarios para aprender los contenidos de la asignatura. En caso de que los alumnos no posean el nivel necesario, este es uno de los momentos adecuados para que expongan sus ideas ante sus compañeros, es decir sus preconceptos y que las discutan entre ellos y con el profesor.

6.3.5. El inicio del curso después del diagnóstico.

Después del encuadre, la exploración y discusión de los preconceptos y de los conceptos que se realiza como actividad normal del inicio del curso, es así que en esta fase, mediante preguntas argumentativas se revisan entre todos, los conocimientos relacionados con el tema en cuestión, esto se hace desde la óptica de las multitudes cuatro fuentes -sociológica, psicológica, epistemológica y pedagógica. Estas situaciones suelen plantear a los estudiantes cuestionamientos que no pueden resolver con sus patrones de razonamiento habituales, el profesor aprovecha la oportunidad para

114 Zarzar Charur, *Op.Cit.p.44-50*

provocar la discusión y al mismo tiempo solicitar un análisis de las razones que sustentan a sus ideas. A partir de estas fuentes se establecen las orientaciones mínimas para ir a buscar en la bibliografía la información pertinente a los contenidos. También, según lo considere pertinente, el profesor puede escoger como experiencia de aprendizaje, la instrumentación de una experiencia de cátedra, un experimento, una lectura, o una dinámica de grupo como discusión en panel, entrevista, etc.

Este proceso puede conducir a una discusión, que el docente alienta para producir formas de comprobación de estos preconceptos lo que llevará probablemente, al abandono de alguna de estas ideas y a la retención de otras e incluso, a la adquisición de ideas o conceptos nuevos¹¹⁵

A continuación se sugieren los siguientes puntos para que se incluyan en las clases, esto es, la secuencia de enseñanza:

- Deben suscitarse preguntas o plantearse problemas que demanden a los estudiantes su actuación o su respuesta, de acuerdo a sus opiniones previas.
- Aprovechar que sus actuaciones pueden llevar a resultados ambiguos, las que deberán ser desafiadas o cuestionadas, esta acción obliga a los estudiantes a reflexionar de nuevo sobre sus opiniones, conceptos y procesos de razonamiento utilizados.
- Para generar los resultados, los conceptos idóneos, los definitivos, deben sugerirse diversas opiniones, o bien procedimientos más efectivos.
- Utilizar las diversas opiniones o bien los procedimientos más apropiados para producir nuevos datos, conocimientos o predicciones nuevas, que permitan cambiar las opiniones anteriores y adquirir nuevas opiniones.

¹¹⁵ Lawson, A.E.. "Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales". En *Enseñanza de las Ciencias*.12(2).España,1994. p.178.

- Propiciar y/o favorecer acciones y procesos que ayuden a los alumnos a ser responsables de su propio aprendizaje. De acuerdo a la posición del constructivismo, el aprendizaje tiene lugar cuando los estudiantes construyen, de forma activa, sus propios conocimientos.
- Para presentar diversas experiencias de aprendizaje. Es necesario disponer de un banco de actividades, tal como lo propongo, para ser utilizado de acuerdo a las diferentes situaciones y estilos de aprendizaje. Es conveniente que en las actividades se incluyan el trabajo mental abstracto: razonamiento lógico inductivo, deductivo, lecturas, etc, aplicación práctica en el laboratorio o en el campo: hacer trabajo concreto con las manos, utilización de herramientas y materiales.
- Considerar que todos los materiales y procedimientos didácticos como lecturas, experiencias de cátedra, realización de experimentos, problemas, exámenes y cuestionarios que se utilizan en esta estrategia pedagógica, son actividades que en gran medida ayudan a que el aprendizaje sea significativo
- Potenciar e impulsar el diálogo y la discusión en el salón de clases, ya que el conocimiento es construido por las personas a través de la interacción social.
- Realizar todo esto no es fácil, es necesario establecer en todo momento cambios en el proceso de la enseñanza, tal vez lo único estable en este mundo, lo único que realmente permanece¹¹⁶ Es necesario concebir el currículo en una óptica de continuo desarrollo; éste tiene la naturaleza de ser un instrumento en construcción, en adecuación permanente a la realidad educativa y, por lo tanto deberá estar sometido a evaluaciones periódicas. El currículo es una parte de las herramientas que se encarga de integrar a los demás instrumentos didácticos.

En el apartado siguiente presento las características didácticas de las herramientas.

6.3.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS.

Las herramientas didácticas aquí descritas son el acervo de mi práctica docente,

¹¹⁶ Brown, T.L., Química, la ciencia central. Prentice Hall, México, 1987, p.1

presento tres de las más usuales y que considero de mayor importancia.

6.3.6.1 LAS LECTURAS.

Tienen como finalidad presentar información resumida de fácil acceso para el alumno. La lectura es una actividad simple y a la vez compleja, se encuentra claramente articulada. Es un instrumento que se utiliza para asimilar, producir y transmitir conocimientos. A través de la lectura de comprensión se practican destrezas relacionadas con la habilidad de pensar.

La literatura científica transmite eficazmente la información. Cada época genera determinados tipos y estilos de lecturas. La acción de leer ayuda a entender la cultura, una lectura activa permite asumir una posición crítica frente al contenido a aprender. La literatura que se escoja para el curso deberá ser clara, con un nivel de complejidad accesible a los estudiantes, deberá ser completa y tendrá equilibrio entre la exposición teórica y el trabajo práctico a realizar con ella.

La lectura deberá conducir el tema con propósito de utilidad docente, su meta es ilustrar los contenidos con un lenguaje sencillo; su funcionamiento como objetivo informativo es mostrar todo aquello que puede ampliar los conocimientos en el área de interés. Como objetivo de estudio se utiliza para preparar un tema, curso ó examen.

El uso de las lecturas como herramienta didáctica comprende un fin: la "comprensión de la lectura". Una parte importante de las actividades de aprendizaje se dedican a desarrollar la habilidad de aprender a leer, es decir, a la capacidad de comprender lo leído¹¹⁴.

Cada disciplina tiene procedimientos lógicos propios para construir su red de conocimientos. Las lecturas adecuadas permiten un mejor acercamiento al saber químico, facilitan la comprensión de la estructura de conocimientos de la materia. Como ejemplo de esto en la bibliografía para el alumno, están las lecturas que permiten esclarecer los procedimientos lógicos con los cuales se realiza la clasificación de los elementos.

¹¹⁴Rufinelli, J. *Op. Cit.* p. 77.

6.3.6.2 DINÁMICA DE GRUPOS. DISCUSIÓN EN GRUPOS PEQUEÑOS.

Consiste en el intercambio mutuo de ideas y de opiniones entre los integrantes del grupo, éstos deben producir un trabajo, de preferencia escrito, que contenga los puntos en los que hay acuerdo, las diferencias importantes, si las hay; y los argumentos que fundamentan todos esos puntos.

Esta técnica permite el máximo de acción y de estimulación recíproca entre los integrantes, en donde se otorga responsabilidad para que todos participen en las diversas actividades. Los integrantes son enseñados para pensar como grupo y a desarrollar un sentido de igualdad. Mediante este método es posible establecer situaciones que favorecen la conducción de grupos; se brinda la oportunidad a cada participante de ampliar sus puntos de vista, así como de obtener comprensión y darle forma a sus pensamientos. Para lograr esto es necesario que todos los miembros escuchen atentamente, razonen, reflexionen y participen. Forma de realización:

El grupo mayor se subdivide en grupos pequeños.

La formación de subgrupos puede darse abiertamente, o bien cada uno de los integrantes se numera del uno al cinco y se reúnen los unos, los dos, los tres, los cuatros y los cincos.

Una vez formados los subgrupos se inicia la discusión del tema. Anteriormente se establece el tiempo estimado dedicado a la discusión y se elaboran algunas reglas que deben ser tomadas en cuenta en el transcurso del trabajo, como son que haya en el grupo un moderador y un secretario.

Una vez transcurrido el tiempo establecido, se finaliza la discusión.

Si el problema aún no ha sido resuelto, el grupo decide si se alarga el lapso. El profesor es el que coordina los grupos ¹¹⁵.

¹¹⁵ Chehaybar y Kuri, E., Técnicas para el aprendizaje grupal, UNAM-CISE. México, 1994, p.96.

6.3.6.3. EXPERIENCIA DE CÁTEDRA.

Otra alternativa de enseñanza es la demostración de la experiencia de cátedra, esta herramienta didáctica se entiende como una introducción al aula de cualquier instrumento, o material didáctico o práctica experimental que permita al alumno una visualización directa y sencilla de conceptos o fenómenos que se van a explicar¹¹⁶. Se consideran como actividades socializadas hechas por el profesor, que se realizan a través de la observación y que son discutidas por el profesor y los estudiantes. Para que el desarrollo de las experiencias logre su objetivo, el docente previamente proporciona explicaciones detalladas sobre los factores que están presentes en la experiencia, se precisa conseguir que el proceso sea interactivo con los alumnos. estas demostraciones posibilitan la participación y la observación del alumno dentro del aula, ayudan en la comunicación entre profesor - alumno y rompen la rutina en que pueden caer las clases de pizarrón. En general las experiencias de cátedra tienen estas cualidades:

- Ayudan a entender la teoría.
- Despiertan el interés sobre el tema.
- Se comprenden con facilidad
- No tienen excesivas complicaciones técnicas.
- Rompen la monotonía de la clase y la hacen más divertida.
- El profesor las tiene bien preparadas por lo que se apoya en ellas para desarrollar la teoría.
- Son adecuadas para la asignatura de Química¹¹⁷.

El profesor tiene un papel determinante en esta clase de herramienta, debe dirigir las preguntas y respuestas hacia el contenido que se pretende alcanzar, por lo que deberá probar la experiencia antes de mostrarla a sus alumnos, para tener un control coherente de los factores que la conforman durante su exposición frente al grupo. Es así que, considerando estas alternativas, se precisa poner atención a la selección del tipo de experiencia de cátedra y del contenido que deberá probarse con ella.

¹¹⁶ Vázquez Dorrio, J.B., y col., 1994. "Introducción de demostraciones Prácticas para la enseñanza de la física en las aulas universitarias", p. 63.

¹¹⁷ Mescguer Dueñas, J. M. y Mas, E. Telles, J., 1994. "Experiencias de cátedra en las clases de física de primer curso de escuelas técnicas", p. 385.

6.3.6.4 EL EXPERIMENTO.

Como una alternativa didáctica más, se presenta la herramienta clásica de las ciencias naturales: el experimento, trabajo que se realiza junto con los alumnos, en donde se ponen en juego sus habilidades psicomotoras y cognoscitivas.

El experimento científico es el procedimiento más importante del nivel empírico del conocimiento y en su aplicación están generalmente presentes otros métodos de igual importancia, como son la observación y la medición. En una detallada definición del mismo, se establece que el experimento es un tipo de actividad que se realiza para obtener conocimientos científicos y descubrir leyes objetivas que describen y caracterizan el objeto estudiado. El experimento se realiza por medio de mecanismos, instrumentos y procedimientos especiales, lo que permite obtener:

La identificación o el aislamiento del fenómeno de otros semejantes.

La reproducción del fenómeno en situaciones controladas.

Las modificaciones planificadas. Se combinan diferentes condiciones con el fin de obtener el resultado que se busca ¹¹⁸.

Cabe puntualizar que el experimento no es la panacea para la enseñanza del tema. A menudo las dificultades que se encuentran en la enseñanza se deben a que la experimentación se utiliza en exceso y a veces como única experiencia de aprendizaje, con la idea de que servirá de ayuda para alcanzar todos los objetivos científicos propuestos para el curso.

Es necesario procurar que los experimentos que ofrezcamos a los estudiantes, estén bien seleccionados, que previamente los hayamos probado, que estén bien planeados para el concepto adecuado, que ofrezcan interrogantes suficientes para motivarlos, que los experimentos resulten comprensibles para ellos; que no sean confusos para que cobren auténtico valor frente al interés de los muchachos ¹¹⁹.

¹¹⁸ Delgado Abad, C., 1993, " Acerca de los fundamentos metodológicos de la enseñanza de las ciencias experimentales, p. 225

¹¹⁹ Hodson, D., 1993, "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio", p. 225.

6.4. EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA.

Función primordial es la evaluación. La evaluación de la enseñanza es un tópico delicado. Es un tópico controvertido, que causa molestia tanto para los alumnos, como para el profesor, por lo que debe tratarse abiertamente.

En las primeras sesiones del curso, durante el encuadre, etapa inicial del curso en la que se da a conocer el plan de trabajo, deben estar muy claramente delineadas las formas en las que se va a evaluar, tanto el curso en si mismo como el aprovechamiento de los estudiantes. El establecimiento de las reglas y criterios de evaluación deberá ser en lo posible un acuerdo previo entre estudiantes y profesor. El docente deberá incluir los criterios que sus estudiantes le propongan para ser evaluado en su función de mentor. Es difícil ser innovador en este renglón, la literatura refiere que "La evaluación es uno de los aspectos curriculares que menos cambios han experimentado en los últimos años"

120

En este momento de puesta en marcha del nuevo plan de estudios; de cambio en el currículo del CCH, es un tópico urgente que invita al debate. Ya que se tienen cabos sueltos como la situación que prevalece en los exámenes extraordinarios. En el Colegio, el examen extraordinario de Química, y de todas las asignaturas, es un examen de conocimientos teóricos, -tipo enciclopedista-, nunca se incluye una parte práctica o de laboratorio ni se evalúan los rubros afectivos (actitudinales) ni axiológicos (valores), y por supuesto, esta forma de acreditación del conocimiento nada tiene de constructivista, como el propio Plan de Estudios Actualizado propone. Esta forma de proceder sobre la acreditación extraordinaria del 50% de los estudiantes que adeudan asignaturas del Área de Ciencias Experimentales, está en franca contradicción con la formación científica que el Colegio pretende para sus estudiantes. A la fecha, este problema continua vigente y no hay propuestas de cambio ¹²¹.

¹²⁰ Rodríguez Barreiro, L. M., Gutiérrez Múzquiz, F. A., Molledo Cea, J., 1992, "Una propuesta integral de evaluación en Ciencias", p. 254.

¹²¹ Hasta ahora se vienen realizando exámenes extraordinarios de manera tradicional en forma de cuestionarios. Los elaboran una comisión de profesores, quienes nunca están en contacto con los alumnos que los van a sustentar. Los cuestionarios de los exámenes tienen un número limitado de preguntas; de acuerdo al número de personas que lo van a realizar. Muchos se componen exclusivamente con reactivos de opción múltiple (4 o 5). Si en el examen se presentan alrededor de 20 alumnos, se hacen con preguntas que tengan respuesta abierta, sin embargo estos dos tipos de exámenes corresponden al sistema de enseñanza recepción-transmisión, lo que está fuera del contexto del Colegio.

El diseño de la estrategia didáctica que aquí propongo, no contempla la práctica habitual de evaluar los contenidos a través de un examen exclusivamente. Se elimina la costumbre de evaluar solamente a través del examen ¹²². Nuestro objetivo es lograr que la mayoría consiga hacer las cosas bien, no es el propósito averiguar quienes son más capaces. El papel fundamental de la evaluación es incidir positivamente en el proceso de aprendizaje. Es necesario precisar que ha de tratarse de una evaluación realizada a lo largo de todo el proceso, integrado dentro de las actividades del curso con el fin de dar la retroalimentación adecuada y adoptar, cuando así se precise, las medidas necesarias para corregir el desarrollo de las clases ¹²³.

El mecanismo de evaluación consiste en hacer un seguimiento de las conductas manifiestas de los alumnos, incluidos sus actitudes y valoraciones. Por lo tanto se hace una observación frecuente y sostenida de los avances o retrocesos de cada estudiante en cada una de sus labores.

Se evalúan, entre otras cosas, el compromiso, la disposición, la buena voluntad en los trabajos. Este compromiso se plantea de manera conjunta, para armonizar las relaciones entre profesor-alumno. Es así que, la evaluación contempla tres fases en el proceso de la instrucción, éstas son: la diagnóstica, la formativa y la sumativa.

6.4.1. Fase diagnóstica.

Se realiza en el encuadre del curso. Es el momento de la exploración de preconcepciones de los alumnos y es un primer acercamiento a la evaluación y su participación en ella. Deben juzgar, a la luz de la discusión y la confrontación de ideas cuánto saben; si lo saben bien, y si pueden comunicar lo que saben.

6.4.2. Fase formativa.

Las evaluaciones se realizan en cada una de las actividades tales como:

- La búsqueda bibliográfica de los contenidos.
- La participación en los grupos de trabajo, en donde se fomenta la discusión de las actividades, como son las experiencias de cátedra, las lecturas, los experimentos.

¹²² Jorba, J., Sanmartí, N., 1993. "La función pedagógica de la evaluación", p. 29.

¹²³ Alonso M. Gil, D. Martínez Terregosa, J., " Los exámenes de física en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación", p. 23.

- La resolución de problemas, de los ejercicios de los exámenes.
- La habilidad y el empeño en el montaje de los experimentos, la realización de ellos.
- La elaboración de informes, su presentación limpia y ordenada.
- La calidad de trabajo en el cuaderno de tareas.
- La disposición del alumno, su cooperación en el aula.

6.4.3. Fase sumativa.

La valoración del proceso de la instrucción se efectúa cuando menos dos veces en el semestre, con el propósito de revisar las relaciones humanas entre profesor y alumnos, esto es sus vivencias personales. Cuando se inicia la secuencia de la enseñanza cada alumno, de acuerdo a sus expectativas y de las interacciones que se efectúan en el aula, interpreta de manera diferente (personal), los mensajes que le envían el profesor y sus compañeros. El docente deberá percatarse de esta situación (tener la capacidad de apertura hacia el educando y hacer las aclaraciones pertinentes respecto a las divergencias que se susciten. Al final del proceso, si el aprendizaje ha sido exitoso, la comunicación fluye de manera satisfactoria.

7. CONSIDERACIONES FINALES.

El diseño de esta estrategia didáctica pretende responder a las necesidades prácticas e inmediatas del profesor que sabe que debe impartir una asignatura de difícil asimilación para los estudiantes, por lo que es necesario otorgarles todo género de facilidades.

El saber organizar la secuencia de enseñanza es, quizá, la parte más difícil de la tarea docente, en donde se combinan las lecturas con los experimentos y los ejercicios, y por supuesto la investigación o mejor dicho la búsqueda de conceptos(que ya tiene implícita la aceptación de los preconceptos) que están implicados en el proceso de la instrucción. Ya que hay que hacerlo de manera que ésta sea dinámica e interesante. Por lo que los alumnos deberán estar informados desde el comienzo del curso de las reglas y las normas a cumplir durante las clases. Las evaluaciones a que se ven sujetos, durante todo el proceso de la enseñanza aprendizaje. Todo esto es con el fin de proponerles a que participen y se responsabilicen desde el inicio de su actuación, cuando es el encuadre del curso. Con la intención a que se comprometan, no sólo con su propio aprendizaje, sino con el de sus compañeros trabajando de manera individual y colectiva.

Desde mi experiencia docente, el tema tiene aceptación a partir del momento en que el alumno observa la tabla de la clasificación de los elementos, ésta por su manera original de presentarse, ya que cuenta con un panorama colorido de letras y números, este particular ordenamiento de ellos, en donde se le ha informado que los elementos son los integrantes de la materia, que ellos están señalando conductas, propiedades y características de los componentes de su entorno. Lo hace motivante al alumno desde el momento en que lo visualiza, establece un modelo entre las semejanzas y las diferencias de las sustancias conocidas por él, es decir lo aprecia en su conjunto y lo compara con lo que conoce. El plan de trabajo es proporcionarle al educando tareas que estén a su nivel de comprensión, para que él participe en su propia información y adecuación de conceptos. También lo que lo hace interesante es su incidencia en la vida y que al formar parte de la ciencia se vincula con los aspectos del ambiente.

Sin embargo lo que hace difícil el aprendizaje de la Química, es que no cuenta con la simpatía de todas las personas, desde siempre, que yo recuerde, ha estado mal recomendada. En opinión de los jóvenes, las "ciencias duras" como es la física, la química y las matemáticas les han sido presentadas y enseñadas de manera

inaccesible, llenas de fórmulas, con el propósito de que las memoricen, situación ajena a su interés y desvinculadas de su entorno.

Socialmente, la Química goza de poca aceptación, sabemos que los propios profesores no la recomiendan como una vocación alternativa, la familia opina que no es opción económica rentable y los jóvenes la consideran como un conocimiento muy difícil de adquirir y que no lo van a utilizar en la práctica.

En la actualidad la mayor parte de los jóvenes que egresan del bachillerato prefieren estudiar carreras administrativas, sociales o humanas. La crisis económico-social influye decisivamente en la selección profesional, licenciaturas como Matemáticas o Química, cuyos estudios son muy pesados y exigen tiempo completo, son profesiones con un mercado de trabajo escaso y mal remunerado.

Un mentor que se compromete con la tarea de enseñar a través de una metodología para la construcción del conocimiento debe considerar que el trabajo por hacer, va a transcurrir con tropiezos. Los factores que inciden fuertemente en los resultados de su trabajo no siempre son alentadores. Debe estar consciente que va contra la corriente y que es posible obtener un éxito limitado, pero definitivamente puede estar seguro de que conseguirá más por esta vía que con los métodos tradicionales de enseñanza.

Esta es una estrategia didáctica planeada para efectuarse con base en dos consideraciones; una es la que se refiere a la experiencia adquirida a través de varios años de práctica docente, y la otra, el aprovechar los nuevos lineamientos constructivistas que están permeando el ambiente educativo y que teóricamente prometen mejores resultados.

Con esto culmina la propuesta de un problema didáctico para enseñar el tema de la clasificación de los elementos en los nuevos planes del Bachillerato.

Quim. LUZ MERCEDES SÁNCHEZ HIDALGO Y ROJAS,

AGOSTO DE 1998.

8. BIBLIOGRAFÍA

ABBAGNANO, N., VISALBERGHI, A. **Historia de la pedagogía**. Tr. J Hernández Campos; 9a ed. México. Ed. F.C.M, 1987, 709 p.

ACEVEDO, J. A. "Qué piensan los estudiantes sobre la ciencia. Un enfoque ciencia, técnica y sociedad". En **Enseñanza de las ciencias**, No. extra, IV CONGRESO, Barcelona. 1993.

AIKENHEAD, G.S. "High-School graduates' beliefs about Science-Technology-Society.III. Characteristics and limitations of scientific knowledge." En **Science Education**, Vol.71(4), Canadá, John Wiley and Sons, Inc.,1987.

ALONSO, M., GIL, D., MARTÍNEZ TORREGOSA, J., "Los exámenes de física en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación". En **Enseñanza de las ciencias**, (10) 2. Barcelona. 1992.

ANDRADE CUMMING, Y., GÓMEZ CORONEL, M.M., PERALTA GÓMEZ RUBIO, D., SÁNCHEZ HIDALGO ROJAS.,L.M., VÁZQUEZ LÓPEZ GUERRA, E.G. Seminario de Investigación de la Práctica Docente. **Marco teórico sobre la docencia que da fundamento al formato guía para los informes de docencia de los profesores de asignatura FG-94-95**. Documento interno de trabajo. UACB del CCH. UNAM, México, 1994.

ANDRADE CUMMING, Y., GÓMEZ CORONEL, M.M., PERALTA GÓMEZ RUBIO, D., SÁNCHEZ HIDALGO ROJAS.,L.M., VÁZQUEZ LÓPEZ GUERRA, E.G. Seminario de Investigación de la Práctica Docente. **Análisis de los informes de docencia de los profesores de asignatura del Área de ciencias experimentales del plantel sur**. Documento interno de trabajo. UACB del CCH. UNAM México, 1995.

ARREDONDO, G. M., URIBE, O.M., WUEST, S.T. "Notas para un Modelo de Docencia". En **Perfiles Educativos**, No. 3. México. Ed. UNAM, 1979.

AUSUBEL D. P. SULLIVAN, E. V. **El desarrollo infantil**. Tr. J Penhos; 2a ed. México. Ed. Paidós, 1991, 244 p.

AUSUBEL, D.P. **Psicología Educativa**, México. Ed. Trillas. 1982.
Psicología Educativa, México. Ed. Trillas. 1986.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., HANESIAN, H. **Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivista**. México. Ed. Trillas. 1991.

BANDIERA, M., DUPRÈ, F., IANNIELLO, M.G. Y VICENTINI, M. "Una investigación sobre habilidades para el aprendizaje científico". En **Enseñanza de las Ciencias**, 13(1). Barcelona. 1995.

BERNAL, J. D. **La ciencia de la historia**. Tr. UNAM; 14a ed. México. Ed. Nueva imagen, 1994. 693 p.

BLOS, P. **Psicoanálisis de la adolescencia**. Tr. R Parres y RW Limberg; 2a ed. México. Ed. Joaquín Mortiz, 1990. 366 p.

BORREGUERO P., RIVAS F. "Una aproximación empírica a través de las relaciones Ciencia-Tecnología- Sociedad (CTS) en estudiantes de secundaria y universitarios valencianos". En **Enseñanza de las Ciencias**, 13 (3), Barcelona. 1995.

BRONOWSKI, J. **El sentido común de la ciencia**. Tr.M Carbonell; 1a ed. Barcelona. Ed. Península. 1978. 161 p.

BROWN T. L. **Química, la ciencia central**. México, Prentice Hall. 1987.

BUNGE, M. **La Ciencia, su Método y su Filosofía**. 11a ed. México, Ed. Nueva Imagen, 1995. 99 p.

CASTILLO,G. **Los adolescentes y sus problemas**. 2a ed. México, Ed.Mi-Nos. 1987. 332 p.

CASTRO.E. A. "El empleo de modelos en la enseñanza de la Química". En **Enseñanza de las ciencias**, 10 (1). Barcelona. 1992.

CHALMERS, A. F. ¿**Qué es esa cosa llamada ciencia?**.Tr. E Pérez Sedeño y P López Máñez; 12a ed. México, Ed. Siglo XX. 1991. 245 p.

CHEHAYBAR Y KURI,E. **Técnicas para el aprendizaje grupal**, UNAM-CISE, México, 1994.

COLL, C. "Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: La concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza". En COLL, C., PALACIOS,J., Y MARCHESI, A., (comps). **Desarrollo Psicológico y Educación, II. Psicología de la educación**. Madrid, Alianza, 1990.

DELGADO ABAD, C. "Acerca de los fundamentos metodológicos de la enseñanza de las ciencias experimentales". En **Enseñanza de las ciencias**, 11 (1). Barcelona. 1993.

DRIVER, R. "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos". En **Enseñanza de las ciencias**, 4 (1). Barcelona. 1986.

DRIVER, R. "Students conceptions and the learning of Science". En **International. Science Education**. special issue, 11. Inglaterra, University of Leeds. 1989.

DUSCHL, R.A."Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual". En **Enseñanza de las Ciencias**,13 (1) , Barcelona. 1995.

ESCUADERO,T."Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: un panorama complejo". En **Revista de Educación**, Núm. 278. España, 1985.

FLANDERS, N.J. **La interacción didáctica**. Madrid, Ed. Anaya, 1977.

FURIÓ MAS, C.J.,ITURBE,J.,REYES,J.V."Contribuciones a una propuesta constructivista de enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación". En **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra (Cuarto Congreso), Barcelona. 1993.

FURIÓ MAS, C.J. "Tendencias actuales en la Formación del Profesorado de Ciencias". En **Enseñanza de las Ciencias**, 12(2). Barcelona. 1994.

GARCÍA MORENTE, M. **Lecciones preliminares de filosofía**. 13a ed. México, Ed. Porrúa. 1992. 302 p.

GAVIDIA CATALÁN, V. RODES SALA, M.J. CARRATALÁ BEGUER, A. "La educación para la salud: una propuesta documentada desde el campo de la docencia". En **Enseñanza de las ciencias**, 11(3). Barcelona. 1993.

GIL PÉREZ D. CARRASCOSA, J. FURIÓ, C. MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. **La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria**. 1a ed. Barcelona. Ed. ICE-HORSORI. 1991. 232 p.

GIL PÉREZ D. "Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al Desarrollo de un Modelo de Enseñanza-Aprendizaje como Investigación". En **Enseñanza de las ciencias**, 11(2). Barcelona. 1993.

GIL PÉREZ, D. "¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias?". En **Enseñanza de las Ciencias**, 9(1), Barcelona. 1991.

GÓMEZ S. LATORRE, A. SN. JOSÉ, V. "El modelo de Ausubel en la didáctica de la física: Una Aproximación experimental al proceso de enseñanza aprendizaje con contenidos que presentan constructos poco elaborados por los Aprendices". En **Enseñanza de las Ciencias**, 11 (1), Barcelona. 1993.

GONZÁLEZ NUÑEZ J. J. MONROY DE VELASCO A. KUPFERMAN SILBERSTEIN E. **Dinámica de grupos**. México, Ed. Concepto, 1991. 134 p.

GUEVARA NIEBLA, G. (compilador). 1a ed. **La catástrofe silenciosa**. México. Ed. F.C.E., 1992. 336 p.

HAVINGHURST, R. **Desarrollo humano y educación**. Tr. D Vidal ; Buenos Aires. Ed. Ariel, 1980. 384 p.

HESSEN J. **Teoría del conocimiento**. 26a ed. México, Ed. Espasa Calpe. Colección Austral. 1995. 149 p.

HODSON, D. "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio". En **Enseñanza de las ciencias**, 11 (1), Barcelona. 1993.

JORBA, J. Y SANMARTÍ, N. "La función pedagógica de la evaluación". En **Aula**. Madrid: Sociedad española de pedagogía. No. 20. 1993.

KEENAN, W. Y WOOD, H. **Química general universitaria**. Tr. A Eroles Gómez; 2a ed. México. Ed. CECSA, 1973. 951 p.

- KUHN, T. S. **La estructura de las revoluciones científicas**. Breviarios núm 213. 8a ed. México. Ed. F.C.E. 1986. 319 p.
- LAHORE, A. A. "Motivación de los descubrimientos científicos: Una perspectiva para la enseñanza". En **Enseñanza de las ciencias**, 11 (3), Barcelona. 1993.
- LATAPÍ, P. "Tres vacíos del documento base", **Seminario Internacional Sobre El Bachillerato**, México, UNAM. 20-24/IX/1982. Tomo 6. 254 p.
- LAWSON, A. E., " Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales". En **Enseñanza de las ciencias**, 12 (2), Barcelona. 1994.
- LÓPEZ RUPÉREZ, F. "Epistemología y didáctica de las ciencias, un análisis de segundo orden". En **Enseñanza de las Ciencias**, 8(1), Barcelona. 1990.
- MARCO, B. **Elementos didácticos para el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza**. España, Ed. Cometa. 1987.
- MARTÍN DÍAZ, M.J. Y KEMPA,R.F. "Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias en función de sus características emocionales". En **Enseñanza de las Ciencias**, 9(1), Barcelona. 1991.
- MEDINA RIVILLA, A. **Didáctica e interacción en el aula**. Bogotá, Ed. Cincel Kapelusz. 1980.
- MELLADO, V. Y CARRACEDO D. "Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias". En **Enseñanza de las ciencias**, 11 (3), Barcelona. 1993.
- MENESES VILLAGRÁ, J. A. Y CABALLERO SAHELICES, M. C. "Secuencia de la enseñanza sobre el electromagnetismo". En **Enseñanza de las ciencias**, 13 (1), Barcelona. 1995.
- MESEGUER DUEÑAS, J. M., MAS, E., TELLES, J. "Experiencias de cátedra en las clases de física de primer curso de escuelas técnicas". En **Enseñanza de las ciencias**, 12 (3), Barcelona. 1994.
- MIRANDA BASURTO, A. **Didáctica de la Historia**. México, Fernández Editores.1965. 132 p.
- MORÁN OVIEDO, P. Y MARÍN CHÁVEZ, E. "El papel del docente en la transmisión y construcción del conocimiento". En **Perfiles Educativos**, Números. 47-48. México, 1990.
- MUÑOS-CHÁPULI, R. "Escribir para aprender, ensayo de una alternativa en la enseñanza universitaria de las ciencias". En **Enseñanza de las ciencias**, 13 (3), Barcelona. 1995.
- NÍAZ, M. "Más allá del positivismo: una interpretación Lakatosiana de la enseñanza de las ciencias". En **Enseñanza de las Ciencias** 12 (1), Barcelona. 1994.
- NOVAK, J.D. "Ayudar a los alumnos a aprender, aprender". En **Enseñanza de las Ciencias**, 9 (3), Barcelona. 1991.
- PALENCIA GÓMEZ, J. "Origen y contexto del proyecto CCH". En **Nacimiento y Desarrollo del CCH**, UNAM- CCH , México. 1990. 232 p.

PANTOJA MORÁN, D. "Síntesis de la ponencia que presentó el CCH a la mesa de trabajo correspondiente a la educación media superior". En **Perfiles Educativos**, No. 8, CISE UNAM, México, 1980.

PERALES PALACIOS, F.C. "Los trabajos Prácticos y la didáctica de las ciencias". En **Enseñanza de las ciencias**, 12(1), Barcelona. 1994.

PÉREZ CORREA, F. "Retos y prespectivas", **Nacimiento y Desarrollo del Colegio de Ciencias y Humanidades**, UNAM- CCH, México, 1990. 232 p.

PÉREZ DE EULATE G. L. " Utilización de los conceptos previos de los alumnos en la enseñanza-aprendizaje de conocimientos en biología. La nutrición humana : una propuesta de cambio conceptual". En **Enseñanza de las ciencias**, 11 (19), Barcelona. 1993.

PÉREZ LANDAZÁBAL. "La energía como núcleo en el diseño curricular de la física". En **Enseñanza de las ciencias**, 13 (1), Barcelona. 1995.

PETRUCCI, R. H. **Química General**. Tr. P Fiedler. 1a ed. México. Ed. Fondo Educativo Interamericano, 1977. 692 p.

PIAGET, J. **Psicología y Pedagogía**. Tr.FJ Fernández Buey. Los grandes pensadores. 1a ed. Madrid. Ed. Sarpe. 1983. 226 p.

PIAGET, J. GARCÍA, R. **Psicogénesis e historia de la ciencia**. 4a ed. México. Ed. Siglo XXI. 1989. 252 p.

RODRÍGUEZ BARREIRO, L. M. GUTIÉRREZ MÚZQUIZ, F. A. MOLLEDO CEA, J. " Una propuesta integral de evaluación en Ciencias". En **Enseñanza de las ciencias**, 10 (3), Barcelona. 1992.

RODRÍGUEZ MONEO, M. **Preconceptos y constructivismo**. Apuntes del curso que fue impartido en febrero de 1996.

ROMO ARTEAGA, V.M. **Estudio comparativo de las actitudes hacia la química en dos grupos de estudiantes de enseñanza secundaria post obligatoria de España y México**. Trabajo de Investigación. Valencia. 1996.

RUFINELLI, J. **Comprensión de la lectura**. Serie TEMAS BÁSICOS. México. Anuies/Trillas. 1995. 110 p.

SÁNCHEZ BLANCO G. Y VALCÁRCEL PÉREZ, M.V. "Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias experimentales. En **Enseñanza de las ciencias**, 11 (1), Barcelona. España, 1993.

SMOOT, R. C. Y PRICE, J. 1979. **Química un curso moderno**. Tr. G Garduño Sánchez; 8a ed. México. Ed. CECSA. 619 p.

SKINNER, B. F. **The technology of teaching**. New York . Ed. Appleton- Century-Crofts. 1965.

TRIKE K. A.; POSNER G.J. "A Conceptual Change View of Learning and Understanding". Pines and West Compiladores, **Cognitive structure and conceptual change**. s/f.

UACB del CCH UNAM. Plan de Estudios Actualizado, 1996.

UACB del CCH UNAM. Plan de Estudios Actualizado, 12/1/1996.

UACB. Plan de Estudios Actualizado, Cuadernillo No. 70, CCH, UNAM, México, 1996.

UACB del CCH, UNAM, Área de ciencias experimentales. Programas De Estudio Para Las Asignaturas De Química I-IV, s/fecha.

UACB del CCH-UNAM, Área de Ciencias Experimentales. Programas de estudio para las asignaturas: Química I-IV, Cuadernillo No. 69, 1996.

VÁZQUEZ NAHON, D. **Química**. 1a ed. México, Editorial Esfinge. 1992. 189 p.

VÁZQUEZ DORRÍO, J.B. "Introducción de demostraciones Prácticas para la enseñanza de la física en las aulas universitarias". En **Enseñanza de las ciencias**, 12 (1), Barcelona. 1994.

VYGOTSKI, L. S. **El desarrollo de los procesos psicológicos superiores**. Tr. Silvia Funó; México, Ed Grijalvo. 1988. 226 p.

WADSWORTH, B. **Teoría de Piaget del desarrollo cognoscitivo y afectivo**. México, Ed. Diana, 3a. Edición. 1991. 232 p.

ZÁRZAR, CH. C. **Habilidades básicas para la docencia**. México, Ed. Patria. 1993. 97 p.

ANEXO 1

CONTENIDO.

EXPLICACIÓN DE LAS PARTES QUE LO INTEGRAN.

I. COMPORTAMIENTO QUÍMICO

Se presenta una **lectura** que expone generalidades tales como:

- a) Reacciones frente al oxígeno de los metales de las familias 1 y 2 así como de los no metales de la familia 7.
- b) El desarrollo de las tablas periódicas de Döbereiner, Newlands y Mendeleev
- c) Proceso óxido-reductor

II. EXPERIMENTOS

Siete prácticas, dos de ellas se refieren tanto a los metales familias 1 y 2, como a los no metales de la familia 7. En las otras cinco prácticas se determinan las actividades químicas que suceden entre los elementos, esto último bajo el enfoque del fenómeno óxido reductor

III. PROBLEMAS

Un cuestionario con diez ejercicios.

IV. NOMENCLATURA.

Algunas reglas sobre ácidos, anhídridos y óxidos.

V. LECTURA

Sobre antecedentes históricos de los elementos

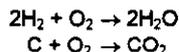
VI. BIBLIOGRAFÍA

Son las fuentes de información empleadas en la elaboración de este anexo.

I. COMPORTAMIENTO QUÍMICO

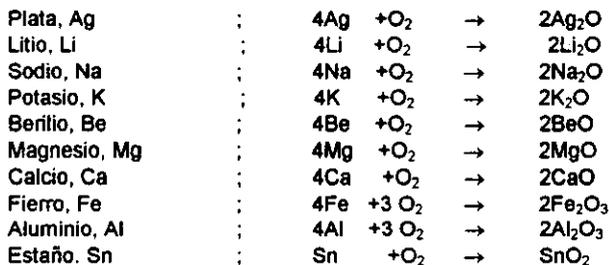
Reacciones con oxígeno

Toda reacción química significa un cambio, en el cual los átomos que estaban originalmente enlazados de cierta manera quedan unidos de otra. Antes de que empiece una reacción están presentes determinados tipos de moléculas llamadas reactantes; una vez ocurrida la reacción, las moléculas que se encuentran son diferentes y constituyen los productos. El número total de átomos de cada elemento no varía, pero sí cambia la manera en que se asocian para formar nuevas moléculas. Por lo general, cuando ocurre una reacción química se produce o se consume calor u otras formas de energía. La mayor parte de las reacciones químicas que estudiamos involucran algún elemento o compuesto, y al oxígeno. Estas reacciones, principalmente las que se realizan entre ciertos elementos y el oxígeno son fundamentales; por ello vale la pena estudiar algunas y conocer otros elementos. Así tenemos dos reacciones que se expresan del siguiente modo:



Prácticamente todos los elementos conocidos reaccionan con el oxígeno, aunque por lo general, es necesario aplicar calor para promover la reacción, algunos elementos reaccionan espontáneamente; es el caso del fósforo blanco al contacto con el aire.

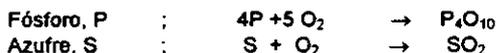
Todos los elementos que conocemos como metales reaccionan con el oxígeno para formar compuestos llamados *óxidos*. Éstos son algunos ejemplos:



Es importante observar en esta lista que el número de átomos de oxígeno, con los que se combina un átomo de metal, no es el mismo para todos ellos. Los metales del primer grupo tienen menor capacidad para combinarse con el oxígeno, por lo que se requieren dos átomos de metal y uno de oxígeno para formar una molécula de óxido. Los tres metales (Be, Mg y Ca) tienen el doble de esa capacidad y, en consecuencia, cada átomo de metal reacciona con un átomo de oxígeno. En los dos grupos siguientes (Fe, Al y Sn) la capacidad de los metales para combinarse con el oxígeno es todavía mayor.

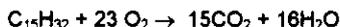
No sólo los metales pueden combinarse con el oxígeno, hay elementos como el carbono, que no son metales y reaccionan con él, lo mismo hacen otros muchos compuestos químicos. Casi todas las reacciones en que está involucrado el oxígeno, producen una cantidad apreciable de energía que regularmente se manifiesta en forma de calor y luz, y se llaman *reacciones de combustión*.

Entre los elementos no metálicos que reaccionan con el oxígeno, están el azufre (S) y el fósforo (P).



El fósforo se inflama con el aire produciendo un humo blanco y denso; el P_4O_{10} resultante es la molécula obtenida, en donde el fósforo exhibe su mayor capacidad de trabajo.

Entre la diversidad de los compuestos que reaccionan con el oxígeno, los más importantes son los constituidos por carbono e hidrógeno, o carbono, hidrógeno y oxígeno; los primeros se llaman *hidrocarburos*. La parafina de una vela está compuesta principalmente por una mezcla de hidrocarburos: uno de ellos es el pentadecano ($C_{15}H_{32}$), a cuya combustión corresponde la siguiente ecuación, que ejemplifica las ecuaciones de combustión completa de los hidrocarburos:



Algunos compuestos que contienen oxígeno, además de carbono e hidrógeno, se llaman *hidratos de carbono*. En estos compuestos la proporción entre los átomos de hidrógeno y oxígeno es dos a uno. La celulosa, que constituye cuarenta a cincuenta por ciento de la madera, es un hidrato de carbono típico, compuesto por moléculas muy grandes formadas, a su vez, por unidades más pequeñas, que corresponden a la fórmula $C_6H_{10}O_5$.

Reacción de los metales activos con el agua

Los químicos de antaño descubrieron que algunos metales reaccionan con el agua. Ya que el aire y el agua son dos de las sustancias más comunes en el medio que nos rodea, no debe sorprendernos que trataran de encontrar cómo reaccionan éstas con los diversos elementos y compuestos. Es sabido que el agua tienen cierto efecto sobre el hierro y el acero, pues se oxidan rápidamente cuando están mojados.

(Mediante el **experimento cero**, propuesto en esta unidad, se determina cómo reaccionan algunos de los metales más reactivos).

La mayoría de los metales activos se conocen desde hace tiempo. En 1807, si Humphry Davy descubrió un elemento nuevo, sumamente activo, al que llamó potasio, algunos días después aisló, por primera vez, otro elemento: el sodio, también muy reactivo. En el término de un año, Davy descubrió y aisló magnesio, calcio, estroncio y bario, y encontró que todos ellos tenían propiedades similares. El litio fue descubierto por el químico sueco Johannes Arfvedson en 1817; en Alemania, Robert Bunsen y Gustav Kirchhoff descubrieron el cesio en 1860 y el rubidio en 1861, empleando un espectroscopio para identificarlos; Friedrich Wöhler y Antonie Alexandre-Brutus Bussy, trabajando independientemente, aislaron el berilio metálico en 1828. Aunque los diez elementos que acaban de describirse reaccionan en forma similar, se acostumbra formar un grupo con el litio, el sodio, el potasio, el rubidio y el cesio, porque dos átomos de cada uno de estos elementos se combinan con un átomo de oxígeno.

Después de efectuar el **experimento cero** se concluye que casi todos los elementos tanto metálicos como no metálicos reaccionan con el oxígeno formando óxidos. Muchos compuestos, en especial los hidrocarburos y los hidratos de carbono, también reaccionan con el oxígeno. Con frecuencia estas reacciones van acompañadas de emisión de calor y luz, en cuyo caso el proceso se llama *combustión*.

La reacción principal involucra agua con algunos metales: litio, sodio, potasio, magnesio y calcio; en este tipo de reacciones se libera gas hidrógeno y se forman soluciones de hidróxidos de los metales. Es importante considerar que los metales pueden agruparse dependiendo del número de átomos de oxígeno que contenga el óxido correspondiente, o de acuerdo con el número de moles de H_2 que puede liberar del agua a un mol de metal. (Un mol puede ser la masa molecular gramo, la masa atómica gramo, la masa formular gramo, entre otras.)

Este experimento muestra las similitudes del Li, el Na y el K: todos ellos reaccionan con el oxígeno para formar óxidos, que corresponden a fórmulas de tipo M_2O , las cuales reaccionan con el agua liberando hidrógeno y formando soluciones de hidróxidos, MOH (en ambas fórmulas M representa

al metal del compuesto). Hay otros dos elementos naturales: el rubidio (Rb) y el cesio (Cs) que reaccionan de manera similar a los ya mencionados, pero por ser escasos no son frecuentes en los laboratorios de enseñanza media superior. Además de sus similitudes químicas, estos cinco elementos tienen propiedades físicas en común: son metales blancuzcos brillantes, relativamente blandos y se funden a temperaturas bajas. Se conocen como *metales alcalinos* o simplemente, álcalis.

El grupo de los halógenos

Entre los primeros elementos descubiertos se cuentan el cloro (Cl), el bromo (Br), y el yodo (I), que, a simple vista, no dan la impresión de tener ningún "parentesco", el cloro es un gas verde, el bromo es un líquido rojo oscuro (se tratará en el **experimento uno**), y el yodo, un sólido morado; no obstante, al examinarlos, la similitud resalta; aunque el bromo es un líquido y el yodo, un sólido, ambos son volátiles, es decir, se evaporan con facilidad; además, las fórmulas moleculares de estos elementos son similares: Cl_2 , Br_2 , I_2 . Sus propiedades químicas también son notoriamente afines: el cloro, el bromo y el yodo son reactivos, forman compuestos con casi todos los elementos, en especial con los metales, sus productos corresponden al mismo tipo de fórmula. Por ejemplo, si X representa a cualquiera de los halógenos, la reacción se puede representar así:



Las tres sustancias resultantes, NaCl, Na Br y NaI (**experimento dos**), son polvos cristalinos, blancos, solubles en agua y tienen sabor salado; el NaCl es, por supuesto, la sal común o de mesa.

Después de descubiertos esos tres elementos (Cl, Br y I) se encontró un cuarto, el flúor (F), el cual se asemeja al cloro en tanto que es un gas, y a los otros dos en que forma una molécula diatómica (F_2). Reacciona con más vigor que el Cl_2 , el Br_2 o el I_2 , pero origina compuestos similares como las sales llamadas fluoruros, producto de su reacción con los metales; entre las sales que forma con los metales alcalinos se incluyen el NaF y el KF.

Tuvieron que pasar varios años antes de que se presentara una nueva aportación en este campo; la primera persona que vislumbró un patrón más general fue John Newlands, químico inglés que en 1863 encontró que si se ordenaban los elementos ligeros hasta entonces conocidos, de acuerdo con sus masas atómicas, los octavos se parecían entre sí, de ese modo enunció la Ley de las Octavas desafortunadamente esa ley no se cumplía en todos los casos y su propuesta no fue aceptada por los químicos, incluso Newlands fue ridiculizados por sus ideas. En realidad había estado cerca de descubrir un principio de enorme importancia para la ciencia, cuyo pleno desarrollo constituyó el triunfo de otro químico.

Similitudes entre elementos, base de la tabla periódica.

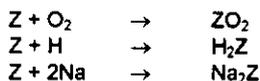
Entre 1800 y 1860 se descubrieron muchos elementos químicos, y se estudiaron sus reacciones y los compuestos que formaban. A medida que se fueron acumulando los conocimientos, los químicos buscaron normas que ayudasen a organizar el creciente volumen de información, así, lo más razonable era encontrar las similitudes entre los tipos de reacciones y las fórmulas de los compuestos constituidos por los diferentes elementos. Los químicos se percataron entonces de que existían ciertas familias o grupos de elementos entre éstos los álcalis y los halógenos, (estudiados en el apartado anterior). A continuación veremos otros grupos de elementos o familias.

1. El calcio (Ca), el estroncio (Sr) y el bario (Ba), son metales blancuzcos, blandos y reaccionan de manera análoga con sustancias como el oxígeno, cloro, bromo y el agua, por lo que puede

establecerse una ecuación general para cada una de las reacciones, donde el símbolo M representa cualesquiera de estos tres elementos de la segunda familia.



2. El azufre (S), el selenio (Se), y el telurio (Te), son sólidos no metálicos (aun que el telurio es ligeramente metálico) y moderadamente activos, pero cuando reaccionan, forman compuestos similares, como puede verse en las siguientes reacciones, en las que Z representa cualesquiera de ellos.



La clasificación de los elementos en familias es muy útil para los químicos, por razones obvias y prácticas; permite organizar los datos y hacer predicciones. Si se descubre una nueva reacción o un nuevo tipo de compuestos de un elemento en particular, el químico puede predecir qué otros elementos se comportarán, probablemente, de la misma manera. En este punto los químicos empezaron a preguntarse: ¿porqué existen familias químicas? ¿qué propiedades básicas de los átomos originan las grandes similitudes familiares y las pequeñas diferencias particulares? ¿existe un principio al que obedezcan las fórmulas encontradas?

El primero en encontrar un indicio fue el químico alemán Doebereiner, al observar que las familias de elementos constaban frecuentemente de tres miembros, que él ordenó de acuerdo con el valor creciente de sus masas molares. Denominó a esos grupos triadas y en 1828 las difundió entre sus colegas. (Consultar la lectura Antecedentes históricos de los elementos, que se encuentra en el último apartado)

ALGUNAS TRIADAS DE DOEBEREINER

ELEMENTO	MASA MOLAR	PROMEDIO DE MASA MINIMA Y MÁXIMA
Calcio	40.1	
Estroncio	87.6	88.7
Bario	137.3	
Azufre	32.1	
Selenio	79.0	79.8
Telurio	127.6	
Cloro	35.5	
Bromo	79.9	81.2
Yodo	126.9	

TABLA 1

Su original contribución consistió en notar que la masa atómica del elemento central estaba próxima al promedio de las masa de los otros dos. Esta característica se muestra en la TABLA 1. La importancia de la observación de este químico es que inició una nueva tendencia al sugerir que podría existir alguna relación entre las masas molares y las propiedades químicas.

La primera tabla periódica

En 1868, el joven profesor Dimitri Mendeleev escribió, por encargo, un libro de texto para un curso de química. Durante su elaboración se le presentó el problema de ordenar y clasificar los elementos de manera sistemática y como sus ideas eran paralelas a las de Newlands, Mendeleev pensó que las propiedades de los elementos debían ser una función periódica de masas molares. Consideró que periódico significa "que se produce a intervalos regulares", también que los periodos podrían variar y no estar siempre agrupados en octavas como supuso Newlands.

Para agrupar a los elementos que tenían propiedades similares, determinadas por los datos experimentales, y formar con ellos una tabla, Mendeleev consideró primeramente dos periodos de siete elementos, después de tres periodos de 17. Intuyó además que, en ciertos aspectos, los datos podían ser incompletos y quizá quedaran elementos sin descubrir. Esto se le ocurrió al ver que en seis lugares de su tabla no había suficientes elementos para completar sus periodos, en consecuencia tuvo que dejar huecos a fin de poder agrupar los elementos similares, uno debajo del otro.

La tabla diseñada por Mendeleev se llama "tabla periódica"; es la que se presenta como TABLA 2. Los cuatro elementos: F, Cl, Br y I, se llaman halógenos; su nombre proviene de las raíces griegas *halo*, que significa sal, y *gen* que significa engendrar o formar; por tanto, la palabra halógena significa formador de sales, en armonía con las características de estos elementos.

Mendeleev, con base en Doebereiner y Newlands, obtuvo los siguientes resultados:

1. Coloca los elementos similares dentro de la misma columna, incluyendo las triadas de Doebereiner.
2. En ciertos casos parece no corresponder a suposición de que las propiedades son una función periódica de las masas molares; en tal situación se encuentran el yodo y el telurio, pues obviamente, de acuerdo con sus similitudes química, el yodo "debería" estar debajo del cloro y el bromo; y el telurio debajo del azufre y el selenio, cosa que no ocurre cuando se ordenan respecto a sus masa molares. Ante estas incongruencias, Mendeleev sugirió que una o ambas masas molares podrían estar equivocadas, por lo que rápidamente se hicieron nuevas mediciones que confirmaron los valores originales: el telurio sí es más pesado que el yodo. No obstante esta anomalía y otra similar, la tabla periódica pronto logró la aceptación entre los químicos. Desafortunadamente Mendeleev murió en 1907 sin haber tenido la satisfacción de conocer la explicación lógica a estas dos cuestiones. En 1914, el joven científico inglés Henry Moseley, descubrió esta relación poco antes de la guerra.
3. En la tabla periódica de Mendeleev aparecen espacios vacíos. Como ya se mencionó, Mendeleev determinó que los elementos similares debían quedar en la misma columna; procediendo así, tuvo que dejar espacios en blanco y supuso que correspondían a elementos todavía no conocidos. Esto le permite dar otro paso: emplear la tabla para predecir cómo serían los elementos similares; y también que, cuando se lee una columna de arriba hacia abajo, se nota que las propiedades cambian paulatinamente; por ejemplo, entre los álcalis la reacción con agua es más lenta, en el caso del litio, y más rápida en el cesio; los otros elementos, Na, K y Rb forman una serie intermedia graduada.

Mendeleev supuso, por tanto, que podía encontrarse el mismo patrón graduado entre los elementos de las demás columnas, incluso las que tenían huecos, de manera que las propiedades del elemento faltante debían ser, cualitativamente, análogas a las de los elementos colocados encima y debajo de él, y cuantitativamente, corresponder al promedio entre los dos.

La tabla periódica moderna

Actualmente no se difunde la tabla periódica de Mendeleev como él la concibió, sino versiones modificadas de la misma. Las tablas contemporáneas son más completas, ya que se conocen más elementos, que van desde el más ligero (hidrógeno), hasta los pesados, que son elementos

sintéticos situados más allá del uranio. La siguiente TABLA 3 representa una versión ampliamente divulgada de la actual tabla periódica.

Entre ésta y la tabla de Mendeleev existen dos diferencias importantes: en la actual aparece, en la columna de la derecha, el grupo de los elementos llamados gases nobles: helio (He), neón (Ne), argón (Ar), kriptón (Kr), xenón (Xe) y radón (Rn), que eran totalmente desconocidos cuando Mendeleev construyó su tabla periódica; éstos fueron descubiertos entre 1895 y 1900. Sus masas molares son tales, que dichos elementos podrían colocarse a la extrema izquierda, pero dados los conocimientos actuales parece más apropiado colocarlos a la derecha. Los gases nobles constituyen una familia anómala de elementos cuya característica principal no es cómo reaccionan con otros elementos, sino en excepciones, por qué *no* reaccionan. Hasta 1962 nadie había tenido éxito en la formación de un solo compuesto químico a partir de cualesquiera de ellos y se creía, en general, que eran totalmente inertes; ese año Neil Bartlett, químico inglés que trabajaba en Canadá, obtuvo un compuesto que contenía xenón y desde entonces se han logrado muchos compuestos de este elemento, así como unos cuantos de kriptón y de radón. La baja reactividad de los gases nobles es notable si se tiene en cuenta que las familias que están a cada lado, los metales alcalinos y los halógenos son altamente reactivos. Los gases nobles constituyen el punto de unión entre ambos extremos de la tabla, reunión que proporciona una estructura lógica al orden de los elementos de acuerdo con su masa creciente.

El descubrimiento de los gases nobles ejemplifica la importancia que tiene la observación cuidadosa de los detalles. Los primeros experimentos sobre la composición del aire, efectuados por Cavendish, indicaron que el aire está compuesto por 79 por ciento de nitrógeno, 21 por ciento de oxígeno (por volumen), y un pequeño residuo que supuso era bióxido de carbono y vapor de agua. Sin embargo, aunque se eliminaran de la nuestra original todos los gases conocidos, siempre quedaba formada de oxígeno o nitrógeno residual, o quizás alguna combinación desconocida de ellos. En 1894, al repetir los experimentos de Cavendish, John William Strutt Rayleigh y William Ramsay obtuvieron la misma burbujita residual y decidieron investigarla a fondo, rehusándose a aceptar las opiniones prevaleciente; esta actitud los llevó al descubrimiento del argón. Para 1908, Ramsay y varios colaboradores habían descubierto los otros gases nobles.

Variación paulatina de las propiedades dentro de cada grupo

Ya se explicó que las columnas verticales de la tabla periódica están formadas por un conjunto de elementos cuyas propiedades son similares; hemos llamado a estos conjuntos familias, pero el nombre técnico correcto es *grupos*.

La importancia y utilidad de la tabla periódica radica en que permite conocer los elementos que integran cada familia o grupo y el orden en que varían sus propiedades. Estas variaciones se deben a que los miembros de una familia, tanto de personas como de elementos químicos, son similares pero no idénticos. Al trabajar con estos grupos encontramos que si los elementos están ordenados por masas crecientes, todas las demás propiedades seguirán también un orden. Cuando se lee de arriba hacia abajo una columna de la tabla periódica, en realidad se están enumerando los elementos del grupo por orden creciente de masa molar, y la magnitud de las otras propiedades seguirá ese mismo orden.

En la TABLA 4 aparecen algunas de las propiedades físicas de los metales alcalinos, en las TABLAS 5 y 6, se proporcionan datos similares para los halógenos y los gases nobles, y en las Figuras 1 y 2 se presentan los puntos de fusión y de ebullición de los elementos de los grupos I A y VII A. Dichas tablas muestran que las propiedades de los elementos de cada grupo varían a medida que aumenta la masa molar, estas variaciones son graduales, aunque no siempre paulatinas, y unas veces ascendentes y otras descendentes. Lo importante aquí no es la dirección del cambio,

	I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII
1	Hidrógeno 1.0080							
2	Litio 6.940	Berilio 9.02	Boro 10.82	Carbono 12.01	Nitrógeno 14.008	Oxígeno 16.000	Fluor 19.000	1888
3	Sodio 22.997	Magnesio 24.32	Aluminio 28.98	Silicio 28.09	Fósforo 30.975	Azufre 32.066	Cloro 35.457	
4	Potasio 39.1	Calcio 40.08	Escandio 44.95	Titanio 47.90	Vanadio 50.95	Cromo 52.01	Manganeso 54.93	Hierro Niquel 55.85 58.69 Cobalto 58.94
	Cobre 63.54	Zinc 65.38	Galio 69.72	Germanio 72.60	Arsénico 74.91	Selenio 78.96	Bromo 79.916	
5	Rubidio 85.48	Estroncio 87.63	Itrio 88.92	Circonio 91.22	Niobio 92.91	Molibdeno 95.95	Tecnecio 99	Rutenio Rodio 101.7 102.91
	Plata 107.880	Cadmio 112.41	Indio 114.76	Estaño 118.70	Antimonio 121.76	Yodo 126.91	Telurio 128.61	Paladio 106.7
6	Cesio 132.91	Bario 137.36	Lantano 138.92	Hafnio 178.6	Tantalio 180.88	Tungsteno 183.92	Renio 186.31	Osmio Iridio 190.2 193.1
	Oro 197.2	Mercurio 200.61	Talio 204.39	Plomo 207.21	Bismuto 209.00	Polonio 210	Astato 211	Platino 195.23
7				Torio 232.12		Uranio 238.07		

Tabla 2. Tabla periódica de Mendeleev. Las masas molares corresponden a los datos actuales. Los elementos conocidos por Mendeleev y sus fechas de descubrimiento aparecen en las casillas sombreadas que representan los "huecos" en la tabla de Mendeleev.

sino que éste se presente y sea constante dentro de un grupo dado. Por tanto, podemos establecer como regla general que las propiedades físicas y químicas de los elementos varían paulatinamente dentro del mismo grupo, como se ve en la TABLA 4.

Serie de actividades de los metales

Cuando los metales comunes se distribuyen en orden decreciente en su tendencia a perder electrones, esto es, en su tendencia a ser oxidados por otros iones en solución, se obtiene lo que se conoce como "serie de actividades" o "serie de electroquímica" de los metales. Como lo muestra la TABLA 7, encabezan la lista los metales más activos y la terminan los menos activos. Esta lista incluye también al hidrógeno (posteriormente se explicará en valores numéricos de potencial lo determinante en este elemento), pues las reacciones entre metales y ácidos son comunes e importantes, como se señaló en los experimentos 3, 4 y 5.

Propiedad	Litio	Sodio	Potasio	Rubidio	Cesio
Número atómico	3	11	19	37	55
Masa molar	6.94	23.0	39.1	85.4	133
Punto de ebullición (K)	1599	1162	1030	952	963
(°C)	1326	889	757	679	690
Punto de fusión (K)	453	371	338.4	311.8	301.7
(°C)	180	98	63.4	38.8	28.7
Volumen atómico, sólido (ml/ mol de átomos)	13.0	23.7	45.4	55.8	70.0
Densidad de sólidos a 20°C	0.535	0.535	0.862	1.53	1.90

TABLA 4. Algunas propiedades de los metales alcalinos.

Es común imaginar a los metales reaccionar con los no metales, pero los metales reaccionan también con el ion positivo de otro metal, siempre y cuando ese metal esté por debajo del primero en la serie de actividades (ver TABLA 7). Como el zinc está encima del cobre en esta tabla en particular, pues el zinc desplaza al cobre de sus compuestos. Estas reacciones muestran que el zinc tiene mayor tendencia a perder electrones que el cobre, tal como se indica:

La reacción se escribe en forma iónica.



En esta reacción, el zinc cero se oxida a zinc dos más.
El cobre dos más se reduce a cobre cero.

Propiedad	Flúor (F ₂)	Cloro (Cl ₂)	Bromo (Br ₂)	Yodo (I ₂)
Número atómico	9	17	35	53
Masa molar	19.0	35.5	79.9	127
Punto de ebullición (K)	85	238.9	331.8	457
(°C)	188	34.1	58.8	184
Punto de fusión (K)	55	172	265.7	387
(°C)	218	101	7.3	114
Volumen atómico Sólido (ml/ mol de átomos)	14.6	18.7	23.5	25.7

TABLA 5. Algunas propiedades de los metales halógenos.

Propiedad	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
Número atómico	2	10	18	36	54	86
Masa molar	400	20.2	39.9	83.7	131	222
Punto de ebullición(K)	42	27.2	87.3	120	165	211
Punto de fusión (K)		27.8	83.9	116	161	202
Volumen atómico, líquido (ml/ mol de átomos)	318	24.6	28.5	32.2	42.9	50.5

TABLA 6. Algunas propiedades de los gases nobles.

Cuando un ácido actúa sobre un metal (**experimento 4**), cualesquiera de los elementos colocados arriba del hidrógeno, reacciona así:



El elemento Zn cero se *oxida* a ion Zn dos más.
El ion H más se *reduce* a elemento H cero.

Sin embargo, el cobre por estar debajo del hidrógeno no reacciona. Este tipo de reacciones de óxido reducción tiene aplicaciones de gran utilidad, como la obtención de metales a partir de sus compuestos.

Proceso óxido reductor (redox)

Los metales pierden electrones; los no metales ganan electrones.

Un metal en estado elemental (número de oxidación: cero) al combinarse, pierde electrones y se oxida convirtiéndose en ion.

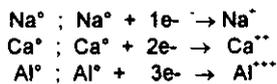
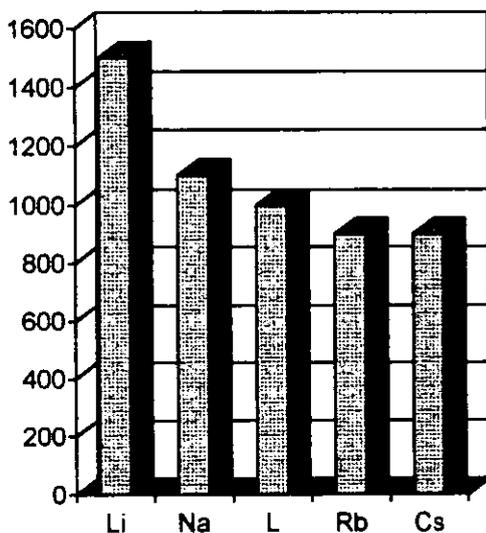
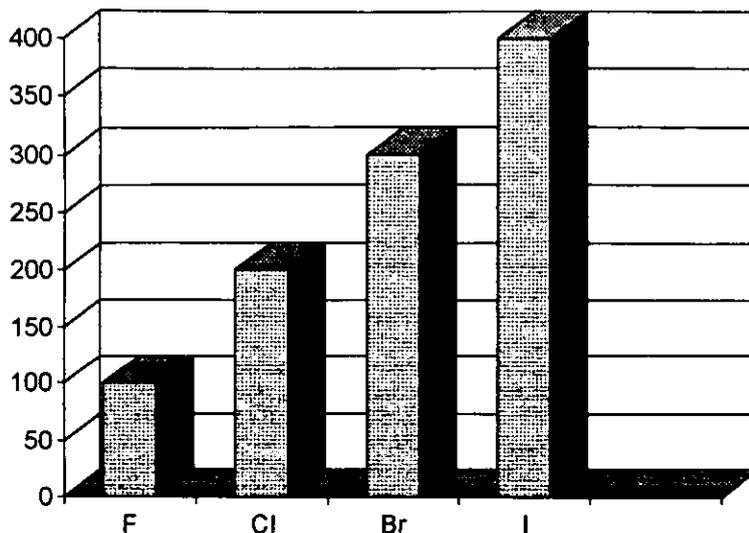


Figura 1.



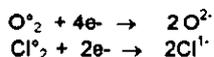
Tendencias en los puntos de ebullición °K

Figura 2.



Tendencias en los puntos de ebullición °K

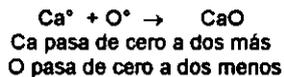
Un no metal en estado elemental, al combinarse, gana electrones y se reduce.



o cuando un elemento disminuye su número de oxidación, se reduce.



Ni la oxidación ni la reducción ocurren aisladamente sino que ocurren a la vez: si uno pierde, el otro gana y viceversa. Esta pérdida o ganancia se ejemplifica mediante la ecuación siguiente:

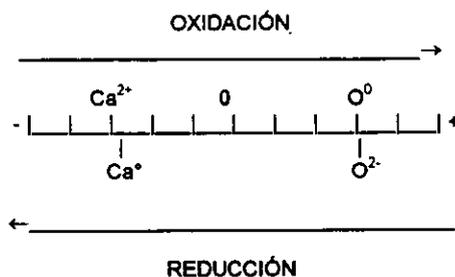


Ahora bien, este ejemplo puede ilustrarse gráficamente mediante la siguiente Figura 3, usando las indicaciones de las flechas en los procesos óxido reductores.

TABLA 7. Serie de actividades de los metales

Rb	reacción violenta		
K	con el H ₂ O		
Ca	reacción lenta con el H ₂ O		
Mg			
Al		desplazan	
Mn	reaccionan con el vapor de H ₂ O	H ₂ O de los	
Zn		ácidos	se combinan
Cr			directamente
			con el oxígeno
Fe			
Ni			
Sn			
Pb			se oxidan fácilmente
			se reducen con el H ₂
			a temperaturas elevadas
			formando metales libres
H			y H ₂ O
Cu			
Bi			
Sb			
Hg			
	los óxidos se descomponen		
Ag	al calentarse.		
Pt			
Au			

Figura 3.



Potenciales redox

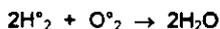
La versión de actividades químicas respecto a los potenciales, tanto de oxidación como de reducción se refieren a que los metales y los no metales tiene cierto valor de potencial, el cual está referido al par redox H^+/H^0 , que tiene valor de cero, los otros pares tendrán valores positivos y negativos.

En la Figura 4, las flechas de oxidación y de reducción indican que se tiene valores máximos y mínimos, en lo que se refiere a potencial: máximo F^0/F^- , mínimo K^+/K^0 .

Figura 4.

OXIDACIÓN				→
K^+	H^+	O^0	F^0	
K^0	H^0	O^{2-}	F^-	
-2.93	0	+2.43	+2.89	vottios
←				
REDUCCIÓN				

Entre los valores máximos de potencial están los elementos llamados halógenos (flúor, cloro, iodo, bromo) y el oxígeno, siendo el flúor el más oxidante de todos, por ello no existe libre en la naturaleza, sino combinado. El oxígeno se combina de manera espontánea en la Naturaleza con todos los elementos que se encuentran a su izquierda: por ejemplo, el oxígeno cero reacciona con el hidrógeno cero, para dar H^+ (uno más) y O^{2-} (dos menos), formándose así el agua:



Ésta es la razón por la cual existe el agua en la Tierra, piedras que contienen diversidad de elementos combinados o sin combinar. El oxígeno ataca a todos los elementos, se combina con todos, los oxida y él se reduce. Ahora bien, en la Figura 5 se incluyen los elementos con los que hemos trabajado en los experimentos; aquí la variante es la presencia del H^+ frente a una serie de todos ellos. Se sigue la misma secuencia de la Figura 4 respecto a la actividad del elemento.

Figura 5

														H^{1+}				
Li^+	K^+	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	Zn^{2+}	Fe^{2+}	Sn^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}	I^0	Cl^0	O^0	F^0					
Li^0	K^0	Na^0	Mg^0	Al^0	Zn^0	Fe^0	Sn^0	Pb^0	Cu^0	I^-	Cl^-	O^{2-}	F^-					
-3.040	-2.93	-2.7	-2.37	-1.7	-0.76	-0.44	-0.14	-0.13	+0.39	+0.59	+1.76	+2.43	+2.89					
														H^0				

El H^{1+} (H^+) oxida a todos los elementos que están a su izquierda y se reduce en forma de hidrógeno gaseoso H^0 . Al par H^+/H^0 se le da un valor arbitrario de cero vottios.

La forma H^+ indica la presencia de ácido, lo adecuado es expresarlo como ion hidrónico H_3O^+ (en el experimento 6, en especial es el ácido clorhídrico); se produce entonces el siguiente proceso redox:



y si reacciona con el zinc elemental

Zn° pasa a Zn^{2+} se oxida

Por esto el cobre no se ataca espontáneamente con el H^+ , el cobre está a la derecha de éste; asimismo, por ello las tuberías son de cobre por donde pasa agua que contiene el H^+ y que no reacciona espontáneamente, resultando de larga duración el material.

Ahora bien, la reacción natural entre el plomo y el H^+ es muy leve, porque están cercanos sus potenciales (los céspedes de los fregaderos en las cocinas son de dicho material); para que la reacción sea vigorosa, es necesario que estén alejados los correspondientes pares, para que se produzca una considerable *diferencia de potencial*. Compruébalo con una moneda que contenga zinc y sumérgela en una disolución de sulfato cúprico, verás que al poco tiempo, la moneda se recubre de un color rojizo y que la solución que originalmente era azul, se decolora. Esto implica una reacción de oxidación reducción, en donde la diferencia de potencial es suficiente, para que la reacción química se efectúe de manera espontánea y con bastante rapidez. Asimismo cuando en una solución de sulfato de cobre se introduce un trozo de zinc, los iones de cobre toman electrones de los átomos de zinc.

II. EXPERIMENTOS

Después de haber estudiado la forma como se comportan los elementos químicos en diversas circunstancias, y para poner en práctica los conocimientos que has adquirido, realiza los siguientes experimentos. En el siguiente experimento se determinan las propiedades químicas de los metales de la primera y de la segunda familia y de los no metales de la séptima familia.

0 SODIO Y CALCIO

1. GENERALIDADES

De acuerdo con la información obtenida en páginas anteriores, los metales de las familias IA y IIA de la clasificación periódica, son los más activos químicamente.

2. OBJETIVO

En este experimento se compararán las reacciones de varios metales con el agua.

3. HIPÓTESIS

Identificación de variables en el experimento, para definir las lee con cuidado la parte relativa al Procedimiento.

4. TRABAJO EXPERIMENTAL

La primera parte (PARTE A) de esta práctica la realiza el profesor a manera de demostración. La segunda parte (PARTE B) la realiza el estudiante.

Cuando hayas terminado de hacer la práctica, en este espacio realiza los dos dibujos que corresponden a ambas partes.

Material

1 lente o pantalla protectora de plástico
 (puede sustituirse por una hoja tamaño
 carta, de plástico transparente)
 1 vaso de precipitados de 250 ml y otro
 de 400 ml
 1 tubo de ensayo de 20 x 150 mm
 1 pinzas
 1 cuchillo
 toallas de papel
 1 cronómetro
 1 soporte universal que contenga un
 anillo
 1 tela de alambre con asbesto
 1 mechero

NOTA: La solución de Ca(OH)_2 en realidad es una suspensión, tendrás que filtrarla. Los metales como el Na^0 y el K^0 suelen estar guardados en baños de aceite o gasolina, porque son muy reactivos, al contacto con el aire se oxidan de manera exagerada

Sustancias

Sodio
 Potasio
 Litio

 Calcio
 Magnesio
 Soluciones al 10% de NaOH, KOH y
 Suspensión de Ca(OH)_2 filtrada
 Agua

Procedimiento**PARTE A. (Demostración del profesor).**

Usando los lentes de seguridad o la pantalla de plástico sigue los siguientes pasos.

1. Llena un vaso de precipitados de 250 ml, con agua hasta la mitad de su volumen más o menos.
2. Usa las pinzas para sacar un trozo de sodio de su recipiente, con un cuchillo corta un cubo de ese metal que mida alrededor de 3 mm de lado, eliminando el recubrimiento de óxido, de manera que todas las aristas presenten un brillo metálico. Limpiándolo bien con un trozo de toalla de papel con el propósito de eliminar cualquier rastro de aceite o gasolina.
3. Deja caer el trozo de sodio en el agua del vaso de precipitados y cúbrelo inmediatamente con la tela metálica. Utiliza el cronómetro para medir el tiempo transcurrido desde que empieza hasta que termina la reacción.
4. Cuando ésta haya terminado, sumerge en la solución resultante 2 trozos de papel tomasol, uno rojo y otro azul, y observa el cambio de color.
5. Vacía y enjuaga el vaso, repite el experimento con un trozo de potasio del mismo tamaño que empleaste en el caso del sodio.

PARTE B. (Experimentación del estudiante).

- I. A un vaso de 250 ml, añádele la mitad de su capacidad de agua.
- II. Utiliza las pinzas para sacar de su correspondiente recipiente un trozo de litio, del tamaño de un grano de arroz e igual que antes elimina con toallas de papel el aceite en que vienen guardado.

- III. Deja caer el trozo de litio en el agua contenida en el vaso de precipitados y mide con el cronómetro el tiempo del inicio y del final de la reacción.
- IV. Cuando la reacción ha concluido prueba la solución resultante con papel tomasol rojo y azul, y observa el cambio de color.
- V. Vacía y enjuaga el vaso y repite el experimento con calcio (pasos 1 a 4).
- VI. Vacía y enjuaga el vaso y repite el experimento con magnesio (pasos 1 a 4).
- Si queda algo de magnesio en el vaso, coloca éste en el anillo que tiene la tela de alambre, luego hiérvelo hasta que desaparezca el metal, toma el tiempo con el cronómetro. Otra vez haz la prueba de color con los papeles de tomasol rojo y azul.
- VIII. Prueba con soluciones NaOH, KOH y Ca(OH)₂ usando el papel tomasol rojo y azul, y observa cualquier cambio de color. Comenta tus resultados con tu profesor.

5. OBSERVACIONES

6. CONCLUSIONES

PREGUNTAS ADICIONALES

- a) Investiga cuál es la masa molecular de los siguientes elementos: litio, sodio, potasio, magnesio y calcio.
- b) Considerando los tres primeros mencionados, ¿qué relación hay entre sus masa y sus velocidades de reacción? (familia 1)
- c) ¿Qué ocurre con el calcio y el magnesio? (familia 2)
- d) Compara las velocidades de reacción de ambas familias.
- e) ¿Qué concluyes?

1 CLORO Y BROMO

1. GENERALIDADES

Los halógenos, grupo al que pertenecen el cloro y el bromo, forman parte de la familia 7. En el laboratorio es posible obtenerlos aisladamente, con relativa facilidad, al cloro y al bromo; para ello se utilizan dos reacciones químicas.

2. OBJETIVOS

- Obtener cloro (Cl_2) mediante la reacción de permanganato de potasio (KMnO_4) y ácido clorhídrico (HCl).
- Producir bromo (Br_2) empleando bromuro de potasio (KBr), ácido clorhídrico (HCl) y dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

3. HIPÓTESIS

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

4. TRABAJO EXPERIMENTAL

Obtención del cloro. Con la ayuda de tu profesor. Utilizando el material descrito montarás el aparato para obtener el cloro.

Material

- 1 tubo de ensayo de 20 x 15 mm
- 1 tapón con un agujero
- 1 tubo de vidrio doblado en ángulo de 90°
- 1 manguera para el tubo
- 1 vaso de precipitados de 250 ml
- 1 soporte con pinza
- 1 anillo
- 1 mechero
- 1 tela de alambre con asbesto
- 1 frasco de reactivo con tapón esmerilado

Sustancias

- HCl
- KMnO_4

Procedimiento

A partir de la reacción.



Pesa alrededor de 0.6 g (600 mg) de KMnO_4 , después colócalos en el tubo de ensayo y añade de 5 a 7 ml de HCl concentrado ; calienta con flama pequeña, asegurándote de que el aparato no tenga fugas. Deja que la salida de la manguera burbujee en un volumen de 75 ml de agua destilada, contenido en el vaso de precipitados. La reacción termina cuando el color guinda de la mezcla de reactivos cambia a incoloro. En ese momento retira la manguera del vaso y apaga el mechero. De esta manera obtienes cloro disuelto en agua; guárdalo en el frasco de reactivo con tapón esmerilado.

NOTA: se recomienda usar 1/500 partes de lo calculado para los reactivos.

Cuando retiras la manguera que burbujea en el agua contenida en el vaso de precipitados, debes evitar que la solución llene el tubo, debido a la diferencia de presiones que se origina de la reacción, y si no lo retiras pronto, el agua que se absorbe puede reventar el tubo de ensayo caliente.

Obtención del bromo

Material

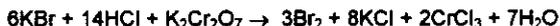
1 matraz Erlenmeyer de 300 ml
 1 refrigerante de serpentín
 1 vaso de precipitados de 250 ml
 2 soportes, uno de ellos con pinza, anillo, tela de alambre con asbesto y mechero; el otro con una pinza de tres dedos para sostener el refrigerante
 1 frasco de reactivo color ámbar con tapón esmerilado

Sustancias

KBr
 HCl
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Procedimiento

A partir de la reacción descrita, se obtiene bromo, el cual es sumamente corrosivo



Se hace indispensable que esta reacción la trabajes en una campana con extractor de aire.

Pesa la centésima parte de 6 moléculas de bromuro de potasio (7.14 g), mide el equivalente de 14 moléculas de HCl (5.61 g equivalen aproximadamente a 15 ml de reactivo) y de una molécula de dicromato de potasio (2.94 g).

Solicitando la ayuda de tu maestro, monta un aparato de destilación, coloca los reactivos sólidos en el matraz, asegurándote de que el aparato esté herméticamente sellado, añade el HCl y calienta con flama suave. Colecta el bromo obtenido, el cual se recoge en el vaso de precipitados de 250 ml, que contiene 100 ml de agua destilada, este producto se guarda en el frasco ámbar, mismo que debes tapan. La reacción termina cuando el color naranja del matraz cambia a incoloro.

5. RECOPIACIÓN DE DATOS

6. OBSERVACIONES

Tanto el cloro como el bromo, se usarán en el **experimento 2**.

7. CONCLUSIONES

Preguntas adicionales

Respecto a la obtención de cloro:

- ¿El ácido clorhídrico actúa como oxidante o como reductor? (Pregunta a tu maestro.)
- ¿El permanganato de potasio actúa como oxidante o como reductor?
- ¿Qué color tiene el gas cloro?

Respecto a la obtención de bromo:

- ¿El dicromato de potasio es un oxidante o un reductor?
- ¿Qué estado físico tiene el bromo?
- ¿Por qué el cloro y el bromo son oxidantes?

Respuestas

Respecto a la obtención del cloro:

- Como reductor, porque el cloruro (Cl^-) pierde su electrón y pasa a cloro al estado basal Cl^0 (y forma la molécula de Cl_2 , en donde el enlace de la molécula es de tipo covalente no polar).
- Como oxidante porque el radical permanganato (MnO_4^-), el elemento manganeso funciona con el "número de oxidación" $7+$ y al ocurrir la reacción químico este elemento pasa a valencia $2+$
- Verde

Respecto a la obtención de bromo:

- Es un oxidante, en el compuesto dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) el cromo tiene un número de oxidación $6+$ y cuando reacciona con las otras sustancias pasa a "número de oxidación" de $3+$.

- b) Líquido, sumamente peligroso, corrosivo, venenoso. (Consulta a tu profesor cómo debes hacer la práctica).
- c) Consulta, bajo el título de Halógenos, la bibliografía que se te sugiere al final del trabajo.

2 HALÓGENOS

1. GENERALIDADES

Investigación de las propiedades fisicoquímicas de los no metales. Determinar en orden creciente la actividad química de cada uno de ellos.

2. OBJETIVO

Mostrar las diversas actividades de los halógenos: Cl_2 , Br_2 , I_2 .

3. HIPÓTESIS.

4. TRABAJO EXPERIMENTAL

Realiza el experimento, luego elabora un dibujo del mismo.

Material

4 tubos de ensayo
 4 tapones de corcho para tubo de ensayo
 1 gradilla
 1 gotero
 1 pipeta
 1 probeta de 10 ml

Sustancias

KBr 1M*
 NaCl 1M
 Cl_2 , agua de cloro
 Br_2 , agua de bromo
 CCl_4

*1 M es igual a una solución 1 Molar, que significa pesar en gramos la masa molecular (peso molecular) de las sustancias y aforarla, es decir, llevarla a un volumen final de un litro.

Procedimiento

Identifica los tubos de ensayo numerándolos del uno al cuatro.

Tubo 1: 2 ml de KBr + agua de Cl_2

Tubo 2: 2 ml de KI + agua de Cl_2

Tubo 3: 2 ml de KI + agua de Br_2

Tubo 4: 2 ml de NaCl + agua de Br_2

A todos los tubos añádeles, con la probeta 1 ml de CCl_4 , tápalos y agítalos; déjalos en la gradilla y obsérvala.

NOTAS:

Para preparar KBr disuelve 1.19 g en 10 ml de agua.

Para preparar KI disuelve 1.66 g en 10 ml de agua.

Para preparar NaCl disuelve 0.58 g en 10 ml de agua.

No permitas que el CCl_4 toque tu piel. Utiliza el tapón para agitar, no uses tu pulgar.

5. RECOPIACIÓN DE DATOS

6. OBSERVACIONES

Llena el siguiente cuadro.

	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4
Color inicial				
Color final	Cloro añadido		Bromo añadido	
Resultado				
Color final	Al añadirles CCl_4			
Capa acuosa				
Capa de CCl_4				

7. CONCLUSIONES

Preguntas adicionales

Reacciones de desplazamiento:

a) Escribir las ecuaciones respectivas que muestran tanto la reacción molecular como la iónica, comprobando el desplazamiento ocurrido en cada uno de los tubos.

$\text{Cl}_2 + \text{KBr}$ _____

$\text{Cl}_2 + \text{KI}$ _____
 $\text{Br}_2 + \text{KI}$ _____
 $\text{Br}_2 + \text{NaCl}$ _____

b) A partir de los resultados obtenidos en la pregunta anterior, ordena los tres elementos (cloro, bromo y yodo), en orden de decrecimiento de actividad.

Más activo _____

Menos activo _____

c) ¿Cuál es el color del bromo y cuál el del yodo en la capa acuosa?

Bromo _____

Yodo _____

d) ¿Después de añadirle CCl_4 , esta solución acuosa permaneció tan coloreada como antes?

Bromo _____

Yodo _____

Prueba de solubilidad

a) Al añadir CCl_4 a los tubos y agitarlos, ¿qué pasa con el bromo y el yodo, y por qué reaccionan así?

b) ¿En qué sustancia es más soluble el bromo, en agua o en CCl_4 ?

c) ¿En qué sustancia es más soluble el yodo, en agua o en CCl_4 ?

d) ¿Qué color tenía el bromo en el agua? _____

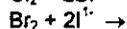
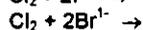
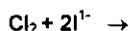
¿Y en CCl_4 ? _____

e) ¿Qué color tenía el yodo en el agua? _____

¿Y en CCl_4 ? _____

f) ¿Cuál es el color de la tintura de yodo (yodo disuelto en alcohol)? _____

g) Muestra el flujo de electrones en las siguientes reacciones:



h) A partir de las respuestas de las preguntas a) a d) de "Reacciones de desplazamiento" y a) a g) de "Solubilidad", formula una regla respecto a la actividad química de los no metales y su tendencia a ganar o perder electrones.

2. OBJETIVO

Observar la actividad del cobre y del hierro.

3. HIPÓTESIS

4. TRABAJO EXPERIMENTAL

Elabora un dibujo después de realizar el experimento

Material	Sustancias
2 tubos de ensayo	0.2 M de FeCl_3 (cloruro férrico)
1 gradilla	0.2 M de CuCl_2 (cloruro cúprico)
1 fibra o lija	alambre de hierro
1 pipeta	lámina de cobre

NOTA:

La solución 0.2 M de FeCl_3 se prepara disolviendo 3.25 g de la sustancia en 100 ml de agua.

La solución de 0.2 M de CuCl_2 se prepara disolviendo 2.7 g de la sustancia en 100 ml de agua.

Debes eliminar el óxido de la superficie de los metales con una lija o fibra.

Procedimiento

En un tubo de ensayo coloca 10 ml de cloruro férrico 0.2 M e introduce la lámina de cobre. En otro tubo de ensayo coloca 10 ml de solución de cloruro cúprico 0.2 M y añade el alambre de hierro.

- b) El color verde se produce porque el Cu^{2+} azul pasa por el Cu^+ verde y llega al Cu^0 rojo
- c) El color amarillo es del Fe^{3+} que es el producto final.
- d) Nada. (La reacción espontánea no ocurre en ese sentido, habría que forzarla.)
- e) Hierro más activo.
Cobre menos activo.
- El más oxidante es el cobre.
 - El más reductor es el hierro.

4 COBRE, MAGNESIO Y PLATA

1. GENERALIDADES

Considerar a estos metales en orden de actividad, así como su fuerza oxidante o reductora. Consultar la sección "Potenciales Redox" (página 13)

2. OBJETIVO

Diferenciar las actividades del cobre y del magnesio frente a la plata.

3. HIPÓTESIS

4. TRABAJO EXPERIMENTAL

Haz el dibujo del experimento

Material	Sustancias
2 tubos de ensayo	Lámina de cobre
1 gradilla	Cinta de magnesio
1 lija o fibra	Solución 0.2 M de hidróxido de amonio
1 pipeta	Solución 0.2 M de nitrato de plata

NOTA: La solución 0.2 M de hidróxido de amonio se prepara considerando la densidad y el porcentaje, si así lo indica el reactivo; usualmente el amoníaco concentrado contiene de 38 a 40

por ciento en peso y si no especifica más respecto a la densidad, se puede calcular con esta a continuación. Entonces:

17g - 1 000 ml - 1M

3.4 g - 1 000 ml - 0.2 M

38 - 40% promedio = 39%

39 g - 100

X = 9 ml

así que aproximadamente en 9 ml hay 3.4 g de NH_3

Procedimiento

Si tomas 1 ml de reactivo y añades 99 ml de agua, la solución que obtendrás es aproximadamente 0.2 M que para la prueba que se realizará es suficiente.

La solución 0.2 M de nitrato de plata se prepara disolviendo 3.4 g en 100 ml de agua libre de cloruro (agua destilada)

170 g - 1 000 ml — 1M

340 g - 1 000 ml — 2 M

3.4 g - 100 ml — 0.2 M

1.7 g - 50 ml — 0.2 M

Elimina el óxido de la superficie del cobre y del magnesio con la lija.

Introduce en los tubos de ensayo cada uno de los metales en 10 ml de la solución de nitrato de plata 0.2 M, y colócalos en la gradilla un minuto; tócalos para sentir su cambio de temperatura.

Finalmente, al tubo que tiene Cu^0/Ag^+ se le añade, gota a gota, según se aprecien cambios, la solución de hidróxido de amonio 0.2 M.

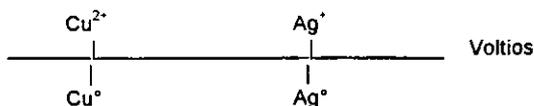
5. RECOPIACIÓN DE DATOS

6. OBSERVACIONES

7. CONCLUSIONES

Preguntas adicionales

a) ¿Qué observaste en el tubo de ensayo donde se encontraba sumergida la lámina de cobre? Escribe la reacción iónica y señala cómo es el flujo de electrones.



- b) Cuando se añade NH_4OH al ion Cu^{2+} , se forma primero un precipitado de $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Luego al añadir un exceso de NH_4OH se forma el complejo soluble de color azul intenso cuya fórmula es $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$. ¿Cómo se denominaría este compuesto?
- c) ¿Hubo alguna diferencia de temperatura en los dos tubos? ¿Por qué?
- d) ¿Cuál reaccionó más rápido con la solución de plata? ¿Cuál es más activo?
- e) Escribir las ecuaciones iónicas del Cu^0/Ag^+ y del Mg^0/Ag^+ y señalar en cada una de ellas el flujo de los electrones.
- f) A partir de los resultados de los experimentos 3 y 4, enlista, en orden decreciente de actividades, los elementos hierro, cobre, magnesio y plata, respectivamente.

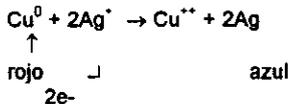
Más activo _____

Menos activo _____

¿Cuál tiene más fuerza oxidante y cuál más fuerza reductora?

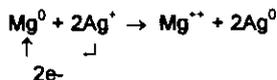
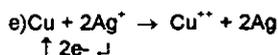
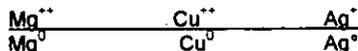
Respuestas

- a) Aparece Cu^{2+} de color azul



- b) Complejo tetramino cúprico.

- c) Si, el tubo que contiene el magnesio se calentó más que el otro tubo, porque el magnesio es más reactivo que el cobre, el magnesio reacciona más rápido, es más activo y más reductor; hay una diferencia considerable de potencial entre el magnesio y la plata, más que la diferencia de potencial entre el cobre y la plata.
- d) El magnesio es más rápido y más activo.

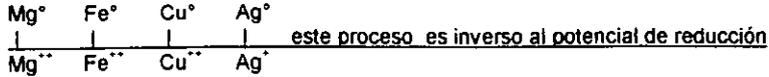


- f) Más activo Mg
Fe
Cu

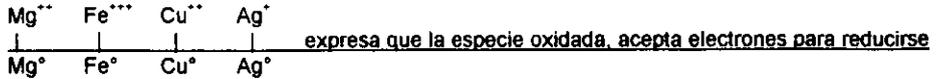
Menos activo Ag⁰
Ag⁺ es más oxidante

Mg° es más reductor

Potencial de oxidación:



Potencial de reducción:



Para completar los conocimientos, investiga en la bibliografía, que se encuentra al final de este anexo, los valores respectivos de los potenciales de reducción en cada uno de los pares. Estos valores ofrecen la explicación, puesto que cada par involucrado en la reacción tiene su correspondiente valor. Por ejemplo, el Cu⁺⁺/Cu° es un par cuyo ion Cu⁺⁺ es la especie oxidada, y el elemento Cu° es la especie reducida, su potencial de reducción vale +0.34 voltios.

5 COBRE, ALUMINIO, MAGNESIO Y PLOMO

1. GENERALIDADES

2. OBJETIVO

Comparar las actividades del cobre, aluminio, magnesio y plomo.

3. HIPÓTESIS

4. TRABAJO EXPERIMENTAL

Ahora elabora el dibujo correspondiente

Material	Sustancias
3 tubos de ensayo	Acetato de plomo de 0.2 M
1 gradilla	Alambre de cobre
1 lija o fibra	Hoja de aluminio
	Cinta de magnesio

NOTA: La solución del acetato de plomo 0.2 M se prepara de la siguiente manera:

325 g - 1000 - 1M
65.0 g - 1000 - 0.2 M

Se disuelven 6.5 g en 100 ml de agua destilada.

Procedimiento

Añade a los tres tubos de ensayo la solución de acetato de plomo 0.2 M. Sumerge en cada uno de ellos los diversos metales, procurando que su superficie esté libre de óxido, para ello límpialos con una lija.

5. RECOPIACIÓN DE DATOS

5. RECOPIACIÓN DE DATOS

6. OBSERVACIONES

7. CONCLUSIONES

Preguntas adicionales

- a) ¿Cuál reaccionó primero?
 b) Escribe las reacciones ocurridas en cada caso y señala el flujo de los electrones.
 c) A partir de los resultados obtenido en los experimentos 3, 4 y 5, ordena el cobre, el hierro, el magnesio, la plata, el aluminio y el plomo, de manera decreciente de actividades.

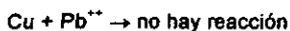
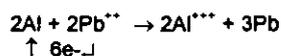
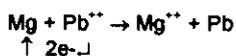
Más activo _____

Menos activo _____

¿Cuál tiene más fuerza oxidante y cuál más fuerza reductora?

Respuestas

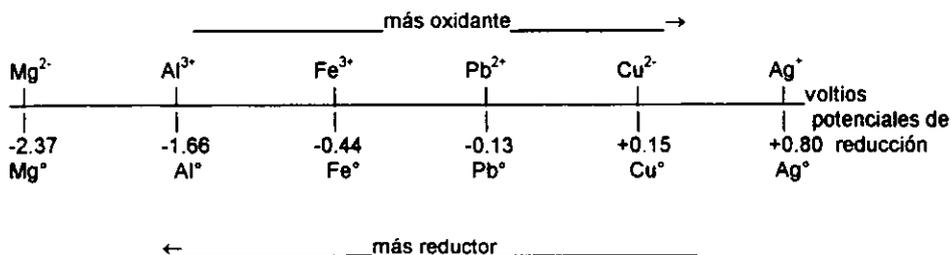
- a) El magnesio es el más activo, le sigue el aluminio; el plomo no reacciona.



- c) más activo Mg

Al
Fe
Pb
Cu
menos activo Ag

El más oxidante es la plata, Ag^+ el más reductor el magnesio, Mg^0 .
Ordenamiento en función de su fuerza oxidante y de su fuerza reductora.



6 METALES Y ÁCIDOS

1. GENERALIDADES

La reacción común que ocurre entre un metal y un ácido, es que el metal forma una sal con el ácido. Y que el H^+ que se desprende, adquiere un electrón y se reduce en forma de H^0 , de hidrógeno gaseoso. El H^+ está en forma de ión hidronio, H_3O^+ .

2. OBJETIVO

Observa la actividad del ion hidronio frente al cobre, al hierro, al aluminio, al magnesio, al plomo y al zinc, en función de la cantidad de gas hidrógeno producido por cada uno de ellos.

3. HIPÓTESIS

4. TRABAJO EXPERIMENTAL

Material	Sustancias
6 tubos de ensayo	Solución 0.2 M de ácido clorhídrico
1 gradilla	Lámina de aluminio
1 pipeta de 10 ml	Alambre de cobre
1 lija o fibra	Alambre de fierro
	Cinta de magnesio
	Lámina de plomo
	Lámina de zinc

NOTA: El HCl 0.2M se prepara conociendo la densidad y el porcentaje del reactivo.

Ejemplo: El reactivo tiene 35 por ciento en peso y tiene una densidad de 1.08 g/ml. Entonces la concentración por ml del reactivo es $0.35 \times 1.08 = 0.3748$ g.

Para preparar una solución de 0.2 M es necesario:

$$\begin{array}{r}
 \text{HCl} \\
 36.5 \text{ g} \text{ --- } 1 \text{ 000 ml} \text{ --- } 1 \text{ M} \\
 7.30 \text{ g} \text{ --- } 1 \text{ 000 ml} \text{ --- } 0.2 \text{ M} \\
 0.73 \text{ g} \text{ --- } 1 \text{ 000 ml} \text{ --- } 0.2 \text{ M}
 \end{array}$$

en 1 ml hay 0.3748 g y si se necesitan 0.73 g, entonces se establece la regla de tres.

$$\begin{array}{r}
 1 \text{ --- } 0.3748 \\
 X \text{ --- } 0.73
 \end{array}$$

En 2 ml hay aproximadamente 0.73 g; disuélvelos en 100 ml de agua y así se obtiene la solución 0.2 molar (0.2 M).

Limpia los metales con fibra o lija para eliminar el óxido.

Procedimiento

En seis tubo de ensayo vierte 10 ml de ácido clorhídrico 0.2 M, y en cada uno de ellos coloca un metal diferente.

5. RECOPIACIÓN DE DATOS

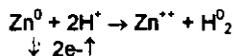
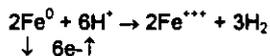
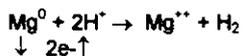
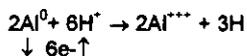
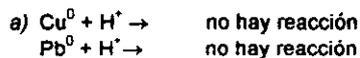
6. OBSERVACIONES

7. CONCLUSIONES

Preguntas adicionales

- a) ¿Cuáles fueron las reacciones en cada caso?
 b) Respecto a la cantidad de H₂ producido, ¿cuál es el más activo, y cuál el menos activo?
 c) Ordena el hierro, el cobre, el aluminio, el plomo, el zinc, el hidrógeno, el magnesio y la plata en orden creciente de actividad.

Respuestas

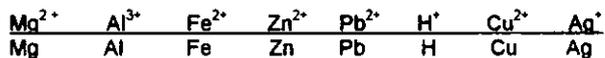


b) Cu, nada; Al, muy rápido; Pb, nada; Mg, vigoroso; Fe, débil, y Zn, rápido

c) Mg
 Al
 Fe
 Zn
 Pb
 H
 Cu
 Ag

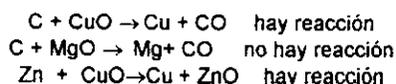
el Ag⁺ es el más oxidante, Mg⁰; el más reductor (menos oxidante).

d) Los pares involucrados en orden de reducción son:



III: PROBLEMAS

1. El carbono rojo elimina el oxígeno del óxido de cobre y del óxido de zinc, pero no del óxido de magnesio; el zinc elimina el oxígeno del óxido de cobre. De acuerdo con esto, establece ¿Cuál es el orden de actividad de estos tres metales? Señala primero el metal más reactivo.



- a) Zn —Mg —Cu
 b) Cu —Zn —Mg
 c) Mg —Cu —Zn
 d) Mg — Zn — Cu

()

2. ¿Y el carbono en qué orden estaría?

- a) Entre el Cu y el Mg
 b) Entre el Mg y el Zn
 c) Entre el Cu y el Zn

()

3. El bario es un elemento metálico que reacciona con el elemento no metálico cloro para formar el compuesto cloruro de bario. Cuando el cloruro de bario está fundido es conductor de corriente eléctrica. ¿Cuál de las sustancias siguientes se oxidará?

- a) Bario
 b) Cloro
 c) Nada
 d) Bario y cloro

()

4. Un determinado gas extinguió la llama de una vela inmediatamente, no ejerció acción alguna sobre el agua de cal, y el cobre no experimentó ningún cambio cuando se calentó dicho gas, ¿de cuál de los siguientes gases se trata?

- a) Aire
 b) Nitrógeno
 c) Bióxido de carbono
 d) Oxígeno

()

5. En la Tabla Periódica

- i) los elementos metálicos aparecen en ...
 ii) los elementos no metálicos aparecen en ...

- a) las columnas de la izquierda
 b) el centro

- d) la línea diagonal
e) la zona inferior

i () ii ()

6. En la clasificación periódica el sodio es el elemento situado debajo del litio en la familia uno, y el bromo está debajo del cloro, en la familia siete. Respecto a los compuestos elistados, ¿en qué caso se cede más energía?

- a) Cloruro de litio
b) Cloruro de sodio
c) Bromuro de litio
d) Bromuro de sodio

()

7. Un cierto elemento forma un óxido sólido que disuelto en agua forma una disolución ácida, ¿Cuál de las respuestas es la correcta?

- a) Sodio
b) Carbón
c) No metal
d) Metal

()

8. Mediante análisis se comprobó que un cierto compuesto contiene yodo y oxígeno en la relación de 254 g y 80 g, respectivamente. La masa atómica del yodo es 127 y la del oxígeno 16, ¿cuál es la fórmula del compuesto?

- a) I_2O
b) I_2O_3
c) I_2O_5
d) I_2O_7

()

9. Relaciona la columna de las fórmulas con la columna de los compuestos.

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1 Cloruro de cobalto (II) | a) $Zn_3(AsO_4)_2$ |
| 2 Sulfato de hierro (III) | b) $PbCrO_4$ |
| 3 Bromuro de mercurio (II) | c) $Cu_3(PO_4)_2$ |
| 4 Arseniato de zinc | d) PbO_2 |
| 5 Cromato de plomo | e) Cu_2O |
| 6 Fosfato cúprico | f) $COCl_2$ |
| 7 Óxido de cobre (II) | g) $HgBr_2$ |
| 8 Óxido de plomo (IV) | h) $Fe_2(SO_4)_3$ |
| 9 Cloruro de Sodio | |

10. Escribe la fórmula correcta para los siguientes compuestos:

Hidróxido de sodio _____
 Carbonato de amonio _____
 Carbonato de sodio _____
 Hipoclorito de calcio _____
 Sulfato de manganeso _____
 Clorito de potasio _____
 Nitrito de bario _____
 Perclorato férrico _____

número de oxidación del azufre: 2+
número de oxidación del oxígeno: 2-

b) $S^{\circ} + O_2^{\circ} \rightarrow SO_2$ anhídrido sulfurOSO
número de oxidación del azufre: 4+
número de oxidación del oxígeno: 2-

c) $2S^{\circ} + 3O_2^{\circ} \rightarrow 2SO_3$ anhídrido sulfúrico
número de oxidación del azufre: 6+
número de oxidación del oxígeno: 2-

Veamos ahora la familia quinta, como elemento tomaremos el nitrógeno:

a) $2N_2^{\circ} + O_2^{\circ} \rightarrow 2N_2O$ anhídrido HIPONitroso
número de oxidación del nitrógeno: 1+
número de oxidación del oxígeno: 2-

b) $2N_2^{\circ} + 3O_2^{\circ} \rightarrow 2N_2O_3$ anhídrido nitroso
número de oxidación del nitrógeno: 3+
número de oxidación del oxígeno: 2-

c) $2N_2^{\circ} + 5O_2^{\circ} \rightarrow 2N_2O_5$ anhídrido nítrico
número de oxidación del nitrógeno: 5-
número de oxidación del oxígeno: 2-

Tomaremos ahora como ejemplo de la familia cuenta al carbono:

a) $2C^{\circ} + O_2^{\circ} \rightarrow 2CO$ anhídrido carbonOSO, monóxido de carbono
número de oxidación del carbono: 2+
número de oxidación del oxígeno: 2-

b) $C^{\circ} + O_2^{\circ} \rightarrow CO_2$ anhídrido carbónico, bióxido de carbono
número de oxidación del carbono: 4+
número de oxidación del oxígeno: 2-

Al combinarse un óxido metálico básico con el agua se forman los hidróxidos metálicos o básicos correspondientes. El estado de oxidación del metal no cambia en el transcurso de la reacción.

a) $Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$ hidróxido de sodio o hidróxido sódico
b) $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ hidróxido de calcio o hidróxido cálcico
c) $Al_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3$ hidróxido de aluminio o hidróxido aluminico

Al combinarse los anhídridos con el agua forman los correspondientes ácido del no metal que los origina, conservando la misma forma en que fueron nombrados lo predecesores anhídridos. El estado de oxidación tanto en el anhídrido como en su ácido no cambia.

a) $Cl_2O + H_2O \rightarrow 2HClO$ ácido hipoCLORoso
b) $Cl_2O_3 + H_2O \rightarrow 2HClO_2$ ácido CLORoso
c) $Cl_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HClO_3$ ácido CLORico
d) $Cl_2O_7 + H_2O \rightarrow 2HClO_4$ ácido perCLÓRico

Al combinarse los hidróxidos con los ácido ocurre un intercambio de iones, se forma la sal del correspondiente metal y el agua. Los estados de oxidación del metal del no metal se conservan.

- a) $\text{NaOH} + \text{HClO} \rightarrow \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ hipoclorito de sodio
 b) $\text{NaOH} + \text{HClO}_2 \rightarrow \text{NaClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ clorato de sodio
 c) $\text{NaOH} + \text{HClO}_4 \rightarrow \text{NaClO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ perclorato de sodio

Los compuestos que sólo contienen dos elementos se llaman *compuestos binarios*. Para dar nombre a un compuesto binario, primero se menciona el elemento negativo al cual se le da la terminación *uro*. En seguida se nombra el elemento que tiene carga positiva. Por ejemplo, el compuesto formado por aluminio (Al^3) y nitrógeno (N^3), de fórmula AlN , se llama nitruro de aluminio. El compuesto de hidrógeno (H^+) y selenio (Se^{2-}), de fórmula H_2Se , se llama seleniuro de hidrógeno, (en épocas anteriores se le llamaba "ácido selenhídrico").

El agua también puede llamarse óxido de hidrógeno (H_2O). La sal de mesa es cloruro de sodio (NaCl). Algunos elementos tienen más de una carga, por tanto pueden formar varios compuestos con otro elemento, (aunque ya se menciona anteriormente se da la información siguiente). Por ejemplo, el nitrógeno y el oxígeno forman cinco compuestos binarios distintos entre sí. Existen dos maneras de caracterizar los nombres de ellos:

- 1) Se adiciona un prefijo al nombre de cada elemento. El prefijo indicará el número de átomos de ese elemento en una molécula de la sustancia. Por ejemplo el N_2O es óxido de dinitrógeno, el N_2O_3 es trióxido de dinitrógeno, y el N_2O_5 , pentóxido de dinitrógeno. Los prefijos utilizados del uno al ocho son: mono, di, tri, tetra, penta, hexa, hepta, y octa
- 2) Se escribe el número de oxidación del elemento con carga positiva después del nombre del elemento. **Se utilizan números romanos entre paréntesis**. Por ejemplo, el N_2O es óxido de nitrógeno (I), en N_2O_3 , es óxido de nitrógeno (III) y el N_2O_5 , es óxido de nitrógeno (V).

Generalmente se prefiere el segundo sistema, pero un gran número de compuestos se han identificado desde hace mucho con el primer sistema. Estos nombres comunes son los más utilizados. Entre ellos están el dióxido de azufre (SO_2), el trióxido de azufre (SO_3), y el disulfuro de carbono (CS_2).

Unos cuantos iones negativos, cuyos nombres terminan en *uro*, no forman compuestos binarios. Por ejemplo, el CN^- (cianuro).

Para dar nombre a los compuestos que contienen más de dos elementos se siguen varias reglas. Los compuestos más simples de este tipo están formados por un elemento y un ion poliatómico (los iones son los compuestos o elementos con carga eléctrica). Los nombres de estos compuestos se forman de la misma manera que los de los compuestos binarios. Sin embargo, la terminación del ion poliatómico no cambia. Por ejemplo, el NH_4Cl es cloruro de amonio, el AlPO_4 es fosfato de aluminio y el CuSO_4 es sulfato de cobre (II).

Considérese un compuesto como el sulfato de aluminio. La carga de aluminio es $3+$ y la del ion poliatómico sulfato es $2-$. Es necesario tener dos partículas de aluminio y tres de sulfato en el compuesto para mantener la neutralidad. **Una manera sencilla para mantener la electro neutralidad es determinar la proporción de los elementos, de tal manera que al sumar algebraicamente las cargas, éstas den cero.**

La indicación de dos partículas de aluminio en la fórmula es sencilla: Al_2 . En el caso del sulfato el ion poliatómico completo debe representarse entre paréntesis para indicar que se requieren tres partículas de sulfato. $(\text{SO}_4)_3$. Así que el sulfato de aluminio debe tener la fórmula de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Otro ejemplo es el sulfato de amonio: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

V. LECTURA

Antecedentes históricos de los elementos

*Por lo visto el futuro no amenaza a la Ley
Periódica con destruirse, lo único que presagia
es añadirse y desarrollarse*
Mendeleev
agosto 10 de 1905

De esta manera expresa su opinión un gran personaje de la historia de la Química, autor de la actual clasificación periódica de los elementos.

A continuación se presenta una cronología del desarrollo de la clasificación de los elementos.

384 -322 a.C. Demócrito de Abdera y Leucipo (460-370 a.C.) son los precursores que tratan aspectos referentes a la naturaleza atómica de la materia.

***1495-1555.** Theoprastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), más conocido como Paracelso, alquimista y médico alemán, uno de los fundadores de la medicina experimental, definió las investigaciones efectuadas por Alberto el Magno (1206-1280) respecto a la llamada "tría primaria" que reunía tres sustancias: mercurio, azufre y sal, las cuales se consideraban componentes principales de la materia.

1677. Roberto Boyle (1627-1691), físico y químico nacido en Lismore, Irlanda, enunció la Ley de Compresibilidad de los gases y descubrió la intervención del oxígeno en las combustiones. En 1664 definió al *elemento* como una sustancia básica que puede combinarse con otros para formar compuestos, y que una vez aislado, éste no puede ser descompuesto en sustancias más simples.

1760. Revolución industrial en Inglaterra. Este nombre recibe por el perfeccionamiento de la técnica tanto en la agricultura como en la industria, así como el crecimiento del capitalismo. Se desarrollaron la industria de la lana, el vidrio, la porcelana y la metalurgia. Se introdujo la técnica de someter el hierro colado a la acción del oxígeno; se sustituyó la leña por el cobre y se construyó el primer barco de hierro.

1768. Andrew Meikle, agricultor escocés, inventó la trilladora.

1769. El ingeniero francés Nicolás-Joseph Cugnot construyó un vehículo de tres ruedas con máquina de vapor para arrastrar un cañón, su velocidad era de 5 km./h.

1769. El industrial inglés Richard Arkwright patentó una máquina de hilar hidráulica llamada *water frame*.

1776. Guerra de Independencia en Estados Unidos de América.

* A partir de ésta, la fechas son después de Cristo (d. C.)

1777. En las minas británicas empezó a funcionar la máquina con condensador separado, inventado por el ingeniero escocés James Watt. El condensador separado permitía que el vapor - que reforzaba la presión atmosférica para mover el émbolo - se enfriase fuera del cilindro.

1778. James Watt diseñó una máquina copiadora con una prensa de base plana que proporcionaba copias a partir de un papel absorbente tratado con una solución fijadora.

1783. Los hermanos Jacques-Étienne y Joseph-Michel Montgolfier realizaron el 5 de junio una demostración con un globo de aire caliente en Aunonay (Francia). Jacques-Alexandre-César Charles realizó el 27 de agosto en el Campo Marte de París, un vuelo de prueba en un globo lleno de hidrógeno. Este primer vuelo fue tripulado el 1 de diciembre de París a Nesle (43 km.) por el propio Charles.

1789. Revolución Francesa.

1789. Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), químico francés que estableció la Ley de Conservación de la Materia. A él debemos la nomenclatura química, el conocimiento de la composición del aire y el descubrimiento del oxígeno en la respiración y en las combustiones; creó la tabla de sustancias simples, fijó el concepto moderno de elemento en contraposición al concepto clásico elaborado por los griegos e instituyó una tabla de elementos.

1800. Alessandro Volta, físico italiano, inventó la pila eléctrica.

1801. en México, Andrés Manuel del Río, químico y mineralogista español, descubrió el vanadio en el mineral llamado vanadinita.

1807. El alumbrado público fue introducido en Pall Mall y Golden Llanc, Londres. El alumbrado de gas doméstico fue instalado por William Murdoch, quien desarrolló dos teorías: la primera enunciaba que si los átomos de los elementos son aparentemente diferentes en propiedades, podrían estar formados a partir de una misma sustancia fundamental; la segunda cuestionaba si las semejanzas que se presentaban entre ciertos elementos podrían atribuirse a sus átomos.

1808. John Dalton (1766-1844), físico, químico y naturalista inglés, considerado el creador de la teoría atómica, estudió la "perversión" del sentido de los colores (daltonismo), las propiedades de los vapores y la dilatación de los gases.

1810. Sir Humphry Davy demostró el funcionamiento de la lámpara de arco ante el Royal Institution de Londres, fué el creador de la lámpara eléctrica.

1828. Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), químico sueco, instituyó la notación atómica por símbolos, fundada en la noción de los equivalentes, y determinó, con precisión la de gran número de cuerpos simples. Descubrió el selenio, el cerio y el torio, estableció la medición de los pesos atómicos y el concepto de valencia.

1829. Johann Wolfgang Doebereiner (1780-1849), químico alemán fue autor de la clasificación de los elementos en tríadas.

Ejemplo:

Ca	Li	Cl	S
Sr	Na	Br	Se
Ba	K	I	Te

En 1817 Doebereiner apreció que dentro de cada grupo de elementos semejantes por sus propiedades químicas, conociendo del peso atómico de los extremos, se conoce el de en medio.

1850. Max Von Pettenkofer (1818-1901) sugirió que entre los elementos químicamente semejantes, las diferencias de pesos atómicos eran constantes o múltiplos de una constante. Es decir, que el peso de elementos semejantes difiere por múltiplos de 8.

Ejemplo:

Li7	Na23	K39
Mg24	Cu40	Sr80

1850. William Odling (1829-1921), ordenó los elementos hasta entonces conocidos, en 13 grupos con base en las semejanzas de propiedades físicas y químicas de cada grupo, y por el orden de sus pesos atómicos.

1860. Stanislao Cannizzaro (1826-1910). Químico italiano nacido en Palermo. En París publicó su primer trabajo sobre el cloruro de cianógeno y la obtención de la cianamida. Propuso la utilización de un único peso atómico para los elementos, resolviendo así la aparente contradicción entre las reglas de Avogadro, Dulong y Petit. Sus más notables trabajos se refieren al esclarecimiento e importancia de la hipótesis de Avogadro; es autor de la reacción que lleva su nombre.

1862. Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886), químico y geólogo. Estudió la clasificación de los elementos por orden de pesos atómicos en forma de espiral o tornillo y encontró que los elementos con propiedades análogas ocupaban posiciones relacionadas entre sí.

1865. John Alexander Reina Newlands (1837-1898). Newlands manifestó con su Ley de las Octavas, nombre basado en las octavas musicales, que los elementos químicos ordenados según su peso atómico creciente formarían grupos que mostrasen que el primer elemento de esta serie es análogo al octavo; el segundo al noveno, el tercero al décimo, y así sucesivamente.

1869. Dimitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907), Mendeleev escribe: "ya era aparente durante el periodo 1860-1870 que las relaciones entre los pesos atómicos de elementos análogos estaban gobernados por una ley sencilla y general. Cuando ordené los elementos de acuerdo con sus pesos atómicos, se comprobó que es ésta una periodicidad de sus propiedades. Doy el nombre de ley periódica a la relación mutua entre las propiedades de los elementos que tienen las características de una función periódica". El éxito de su ordenamiento estriba en la recurrencia de propiedades físico-químicas a intervalos preciso. Propuso una estructura de tabla periódica o sistema periódico de los elementos químicos, la cual quedó completa hasta 1945.

1870. Julius Lothar Meyer (1830-1895). A partir de sus investigaciones sobre los volúmenes atómicos de los elementos, estableció su ley periódica.

1875. Paul Émile Lecog de Boisbaudran (1838-1912). Descubre el galio, samario y disprosio; estableció los fundamentos de la ciencia de la espectroscopia.

1879. Fredrik Nilson (1840-1889) descubre el escandio en 1879.
El único mineral conocido de escandio es la tortveitita.

1886. Clemens Alexander Winkler (1838-1904) descubrió el germanio en 1886 e hizo las investigaciones preliminares para el descubrimiento del indio.

1889. Marie Sklodowska Curie (1867-1934) en julio de 1898 aisló el polonio. En diciembre de 1898, madame Curie descubrió el radio. Fue distinguida con el Premio Nobel de Química en 1911.

1893-1898. Willian Ramsay (1852-1916). Descubrió los elementos conocidos como gases nobles, químicamente inertes y conjugó la teoría cinética de los gases con la termodinámica. Fue Premio Nobel en 1904.

1905. Alfred Werner (1866-1956) propone la tabla que presenta el aspecto de forma larga de clasificación de acuerdo con su modelo de valencias, incluyendo el concepto de valencia; lo asume como norma para su clasificación química en su teoría de Coordinación que aplicó a las estructuras de los compuestos de cobalto y cromo.

1913. Frederick Soddy (1877-1956) investigó el origen de los isótopos (*isos*=igual, *topos*=lugar) para relacionar las variedades de los elementos radiactivos con su similitud en las propiedades químicas. Estudió que los elementos isotópicos son, por lo tanto, químicamente idénticos, aun cuando sus propiedades radiactivas y sus pesos atómicos sean diferentes.

Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915). Estableció el concepto de *número atómico*. Traza una gráfica en función de la frecuencia y el número atómico, dice: "ahora que los pesos atómicos aumentan en promedio dos unidades, esto determina que (el número de cargas) aumenta de uno a otro elemento en sólo una unidad electrónica. Por tanto los experimentos concluyen que este número de cargas es igual al que ocupa ordenadamente en la Clasificación Periódica y que la carga del núcleo es igual al número atómico".

Niels Henrik David Bóhr (1885-1962) hace las siguientes proposiciones:

- a) El electrón del hidrógeno describe una órbita, la cual es una circunferencia; puede tener varias órbitas con diferente radio, las cuales se describen como estados estacionarios o niveles de energía. Los átomos en su estado normal (estacionario) que no absorben ni emiten energía, se llaman cuantos de luz (fotones), la emisión de un fotón es el salto de una órbita a otra más cercana al núcleo del átomo; la absorción de un fotón es el paso a una más alejada. Aplica también la teoría cuántica al modelo atómico, de éste explica las líneas espectrales de los gases.
- b) Los núcleos atómicos son "modelo de gota líquida", imagina a los núcleos pesados (a partir del número atómico 82); si su temperatura (energía cinética media) sobrepasa un cierto valor límite, una parte de la gota (un fragmento de núcleo tal como un neutrón o una partícula alfa) vence la energía de superficie (tensión superficial) y se evapora. Esta teoría se aplicó a la fisión nuclear en 1939.

Establece por vez primera una relación entre cuatro de las constantes básicas de la Naturaleza :

- La velocidad de la luz c
- La masa de electrón (m)
- La carga de electrón (e)
- El cuanto elemental de acción (h)

1923. Dirk Coster y George von Hevesy descubren el hafnio. Perey descubre el francio (87).

1925. Walter Kark Friedrich Noddack, I Tacke y Berg descubren el renio. Para entonces ya hay 88 elementos conocidos: de éstos, 81 son estables; siete son radiactivos; y

permanecen los cuatro huecos que habían sido previstos por Mendeleev y que son el 43, el 61, el 85, y el 87.

Ernest Orlando Lawrence (1901-1958) sintetiza el elemento 43: el tecnecio por bombardeo del molibdeno con partículas de alta aceleración. Inventó el ciclotrón. Premio Nobel en 1939.

1940. Ewin Mattison, McMillan y P.H. Abelson descubren el neptunio (93).

Emilio Gino Segré, Coson y McKenzie obtienen el elemento 85 (astatino), que quiere decir inestable, bombardeando el 81 (talio).

1947. Aparece publicada la tabla corta de Mendeleev propuesta por Werner, la cual consta de ocho grupos.

BIBLIOGRAFÍA

Básica

- CHOPPIN, R.G., *Química*. México. Publicaciones Cultural, 1991.
- COTTON, F.A., Wilkinson, G., *Química inorgánica básica*. México. Limusa, 1991.
- DICKSON, T.R. *Introducción a la Química*. México. Publicaciones Cultural, 1992.
- HESS, G.G. y Kask, M., *Química general experimental*. México. CECSA, 1982.
- HOLUM, J.R. *Prácticas de Química general*. México. Limusa-Noriega, 1991.
- LONGO, F.K., *Química General*. México. McGraw-Hill, 1975.
- NUFFIELD FOUNDATION, *Química*. México. Reverté, 1970.

Complementaria

- ALYEA, H.N., *Armchair chemistry*. Estados Unidos de América. 3ª Edición, 1979.
- ANDREWS, D.H., y Kikes, RIJ., *Química fundamental*. México. Editorial Limusa, 1982.
- Babor, J., Lehrmann, A. *Química general*. Barcelona. Manuel Marín, 1945.
- BRESCIA, F. et al., *Fundamentos de Química*. México. CECSA, 1992
- Diccionario Enciclopédico Quillet*. México. Cumbre. 1979.
- DILLARD, R.R., *Química, reacciones, estructura, propiedades*. México. Fondo Educativo Interamericano, 1977.
- Enciclopedia Británica*. Estados Unidos de América. 1973.
- Glasstone, S., *La energía atómica*. México. CECSA, 1960.
- GRAY, H. *Principios básicos de Química*, Reverté, 1980.
- "*Inventos que cambiaron al mundo*". México. Selecciones del Reader's Digest, 1983.
- Keenan, C., y Wood, J., *Química general universitaria*. México. CECSA, 1983.
- KEENAN, W., et al., *Química general universitaria*, México. CECSA, 1973.
- HOGG, G.G., *Química, un enfoque moderno*. México. Reverté, 1970.
- HOLUM, J.R. *Introducción a los principios de Química*. México. Limusa, 1991.
- KASK, V. *Química. Estructura y cambios de la materia*. México. CECSA, 1980
- LEWIS, J.R., *Química elemental*. México. CECSA, 1980.

- MADRAS, S., et al., *Química. Curso preuniversitario*. México, McGraw-Hill, 1990.
- MAHAN, B.H., *Química. Curso universitario*, Fondo Educativo Interamericano, 1977.
- MORTIMER, C.E., *Química*, Grupo Editorial Iberoamérica, 1983.
- RUCCI, R.H., *Química general*, Fondo educativo Interamericano, 1977.
- ROSENBERG, J., *Química general*, McGraw-Hill, 1991.
- SMOOT, R.C., y Price, J., *Química. Un curso moderno*, CECSA, 1986.
- SNYDER, M.K., *Química, estructuras y reacciones*, CECSA, 1971.
- WHITTAKER, R.M., *Química general*, CECSA, 1984.