

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA



**Algunas Consideraciones Sobre la
Enseñanza de las Ciencias**

T E S I S
Que Para Obtener el Título de:
INGENIERO QUIMICO
P r e s e n t a

Carlos Topete Barrera

México D. F.

1978



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.

TESIS 1978

N.º M.T. ~~419~~ 211

FECHA _____

REC _____

9 _____



JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE ING. ENRIQUE VILLARREAL D.
VOCAL DR. MIGUEL SALOMA TERRAZAS
SECRETARIO DR. ANIBAL BASCUÑAN BLASET
1er. SUPLENTE M.C. ANTONIO REYES CH.
2o. SUPLENTE ING. RICARDO MEJENES Q.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: BIBLIOTECAS DE LA
U.N.A.M.

SUSTENTANTE: CARLOS TOPETE BARRERA.

ASESOR DEL TEMA: DR. ANIBAL BASCUÑAN BLASET

A ROCIO

MI COMPAÑERA Y ESPOSA

A ALONDRA

MI HIJA.

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1	2
CAPITULO 2	21
CAPITULO 3	63
CAPITULO 4	83
CAPITULO 5	96
CAPITULO 6	109
GLOSARIO	136

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

- 1.0 ANTECEDENTES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.
 - 1.1 Antecedentes históricos de la enseñanza.
 - 1.2 La enseñanza de las ciencias y lo tradicional.
 - 1.2.1 La enseñanza de las ciencias y los estudiantes.
 - 1.2.2. La enseñanza de las ciencias y el maestro.
 - 1.3 La enseñanza de las ciencias y la sociedad moderna.
 - 1.4 La enseñanza de las ciencias y la política educativa.
 - 1.5. La enseñanza de las ciencias y la reforma educativa.
- 2.0. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y EL METODO CIENTIFICO.
 - 2.1. Antecedentes históricos del método científico.
 - 2.2 Teoría del conocimiento y método científico.
 - 2.2.1 Postulados básicos de la teoría del conocimiento.
 - 2.2.2 Desarrollo del proceso cognoscitivo o del conocimiento científico.
 - 2.2.3 Método científico.
 - 2.2.3.1 Observación.
 - 2.2.3.1 Experimentación.
 - 2.3 Naturaleza del método científico.
 - 2.4. Descripción del estudio de Marshall D. Herron: La naturaleza del método científico y los nuevos programas de ciencia.
 - 2.4.1. Marco de referencia para el estudio del Método científico en la enseñanza de las ciencias.

- 2.4.2. Fuentes de descripción de la Investigación científica
- 2.4.3. Análisis de los puntos de vista de Jhon Dewey, Albert Einstein, Charles S. Pierce.
- 2.4.4. Análisis que el programa CHEMS da al tratamiento del método científico.
- 2.4.5. Puntos de vista de los maestros acerca del método científico.

3.0. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LOS VALORES.

- 3.1. Ciencia y humanismo.
- 3.2. Enseñanza de las ciencias con enfoque de valores.
- 3.3. Enseñanza de las ciencias y humanismo científico.
- 3.4. Ciencia y sociedad.

4.0. LA POBLACION ESCOLAR Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

- 4.1. Población escolar y problemática estudiantil.
- 4.2. Población escolar y diseño de planes de estudio.
- 4.3. Población escolar y estudiantes de niveles socio-económicos bajos.
- 4.4. Población escolar y situación familiar.
- 4.5. Población escolar y adolescencia.

5.0. LOS PLANES DE ESTUDIO Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

- 5.1. ¿Que es el plan de estudios?
- 5.2. Elementos que componen el plan de estudios
- 5.3. Filosofía educativa y planes de estudio
- 5.4. Análisis y problemas de los elementos que componen el plan de estudios.
 - 5.4.1 La sociedad y los planes de estudio.

- 5.4.2. El estudiante y los planes de estudio.
- 5.4.3 La disciplina y el plan de estudios.
- 5.4.4. El maestro y el plan de estudios.

6.0. LOS PROGRAMAS Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

- 6.1. La disciplina y los programas.
- 6.2. Diferentes bases estructurales de los programas
- 6.3. Análisis de un programa tradicional de Química.
- 6.4. Descripción del programa Chemical Bond Approach.
- 6.5. Descripción del programa Chemical Education Material Study.
- 6.6. Descripción del programa The Chemistry Noffield Course.

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION.-

El propósito de este trabajo es dar respuesta a las siguientes preguntas acerca de la enseñanza de las ciencias: ¿realmente lo que se enseña satisface las necesidades de los estudiantes?, ¿Por qué se hace énfasis exagerado en el contenido de las disciplinas y los demás elementos que forman el plan de estudios tales como la sociedad, el estudiante y el maestro casi no se toman en cuenta?, ¿Por qué no se enseñan las implicaciones sociales, económicas y políticas de la ciencia?, ¿Por qué solo se enseñan hechos, leyes, conceptos sin un contenido social, nacional o histórico, ¿Por qué los programas se llevan a cabo sin tomar en cuenta las diferencias individuales, sino que tiende a igualar a todos en la mediocridad?, ¿Por qué nunca hay experimentos fallidos, sino que se conocen los resultados de antemano?, ¿Por qué no se enseña lo realmente desafiante del método científico como es el saber como medir, plantear problemas el hacer hipótesis razonables, como interpretar los datos y que hacer con ellos, sino que nada más se dan una serie de reglas de antemano determinadas como dogmas?, ¿Por qué no se hace énfasis en las diferencias entre los modelos proporcionados por la ciencia y la realidad, sino que se confunde el modelo con esta?.

Algunas de estas preguntas me fueron sugeridas durante mi práctica profesional enseñando Química y Física.

C A P I T U L O I

ANTECEDENTES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

1.0. ANTECEDENTES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

Este capítulo trata de analizar como es la enseñanza tradicional de la ciencia, que aspectos no toma en cuenta, cuales son las tendencias en el futuro para la enseñanza de las ciencias.

1.1. ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA ENSEÑANZA:

A traves de la historia, los fines de la enseñanza se han visto determinados por la estructura social prevaleciente en cada época.

En la antigüedad, la educación entre los griegos estaba encaminada a las artes militares y hacia el encubrimiento de la razón como máxima virtud del hombre, entre los romanos para el orden, entre los judios para el pacto y para los cristianos para la santidad. En la Edad Media, la educación sirve para afirmar la jerarquía en la sociedad; los únicos que tenían educación eran los hijos de los nobles, los siervos no tenían ningún acceso a ella. En esta época los aspectos científicos no fueron abordados. No fue hasta el Renacimiento, con Bacon y Galileo, fundadores de la ciencia moderna, en que la educación y la ciencia toman otro derrotero, la educación ponía énfasis en la individualidad, predominaron los Aristotélicos, para quien todo se explicaba en función de la individualidad. En el siglo XVII, la educación llevada por educadores como Comenio, Rousseau y Froebel toma otros caminos y en ella se pregonaba -

la comunión entre el hombre y la creación.

Fué a raíz de la revolución Francesa que empieza a perfilarse la educación y la enseñanza moderna tal y como la conocemos hoy día: Su objetivo principal era la educación para el pensamiento independiente y se empieza a creer en los individuos como seres libres y autónomos.¹

Este perfil de la educación se mantiene hasta el periodo comprendido entre las dos guerras mundiales, las que empiezan a producir cambios socioeconómicos profundos y establecen la libertad política de los pueblos.

1.2. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LO TRADICIONAL.

Hasta ahora, nuestra educación ha sido exclusivamente verbalista, literaria, es decir, desvinculada de la práctica y la producción y los cursos científicos, aunque numerosos, est n por así decirlo, fuera de esta. Los profesores de materias científicas no est n destinados a impartir educación alguna, (entendiendo por ésta la transformación de hábitos y actitudes mentales) sino a enseñar su propia especialidad, es decir, los contenidos sistemáticos de éstas.

Es conveniente señalar que la adquisición de cierta cultura científica implica el conocimiento de los resultados de la ciencia, pero asimismo implica obtener una clara comprensión del método científico y estar capacitado para aplicarlo a problemas concretos.

La enseñanza media actual consiste en el amontonamiento - de un número excesivo de materias, generalmente inconexas, y con programas excesivamente frondosos.

Indudablemente, cuando el programa es muy extenso, es imposible poner el énfasis necesario en los métodos mediante los cuales se elabora el conocimiento. El método, científico que es frecuentemente mencionado, parece ser una - creación intelectual que está desvinculada de los caminos por los cuales la ciencia ha progresado actualmente. Los aspectos que usualmente se desprecian, o se olvidan con - mucha frecuencia y que constituyen realmente los desafiantes del intento científico son: el reconocimiento del problema, el aprender a medir, el manejar adecuadamente las mediciones, el plantear hipótesis razonables y pruebas ex - perimentales convincentes.²

Al no hacer énfasis en los métodos, la enseñanza se convierte en un proceso de fijar en la mente datos que no se asimilan y que no guardan entre si ninguna relación. Los alumnos aprenden de memoria una serie de datos y frases - las cuales, luego de aprobar el examen se olvidan sin dejar en el estudiante común, ni un rastro provechoso.

La enseñanza media tal como se imparte en América Latina, tal como la conocemos, tiende a dar al estudiante un enci - clopedismo superficial y poco coherente, sin capacitarlo intelectualmente.³

Lamentablemente, en la enseñanza científica tradicional se ha hecho muy poca o ninguna distinción entre los resultados de las mediciones (hechos reales) y los principios científicos que solo son en realidad representaciones intelectuales (abstracciones), en las que se confunde el modelo con la realidad, es decir, al mapa con el territorio y en consecuencia se estudia el mapa en vez del terreno. En el campo de la Química, si a un estudiante de preparatoria se le pregunta qué es un átomo, tal vez dará una descripción detallada diciendo que tiene órbitas, electrones, protones y neutrones; en cambio, si formulamos la misma pregunta a un químico, su respuesta va acompañada de expresiones tales como: "yo creo", "nuestro criterio actual", "quizá", "tal vez". En el primer caso el estudiante habla como si lo hubiera visto. Más adelante se llevará un desengaño y se desilusionará de las enseñanzas de sus profesores, cuando descubra que se le ha enseñado la teoría atómica como si el modelo propuesto fuera una realidad.

Desde el punto de vista científico, vemos que sólo hay una explicación correcta de la naturaleza a pesar de que hasta que no se hallan hecho todas las observaciones pertinentes son posibles muchas respuestas provisionales.

Si la información nueva no se ajusta a una de las interpretaciones existentes, ese esquema se desecha, y de este modo aparecen y desaparecen las teorías científicas.

En realidad los datos subsecuentes prueban muchas veces - que todas las interpretaciones anteriores son incorrectas, lo que exige un ordenamiento enteramente nuevo de la información disponible.⁴ Es en este sentido que el maestro debe orientar la formación de los educandos.

Los diseñadores de curricula han sostenido tradicionalmente que la motivación es un requisito previo para el aprendizaje. Esa motivación se atribuye en gran medida a la capacidad que posee el alumno para percibir una relación entre lo que estudia en la escuela y la vida cotidiana. Por tanto, la enseñanza de la ciencia se hace señalando su aplicación a hechos cotidianos (manejar un auto, hornear, pegarle a un balón, pescar). Por desgracia esto ha tenido un efecto indirecto pernicioso, porque contribuye a formar estudiantes incapaces de distinguir entre la ciencia que es el descubrimiento del conocimiento y la técnica, o sea, la aplicación del conocimiento.

Existe otra forma de motivación que se denomina "hechizo del enigma", la que consiste en entretenimientos como ajedres, crucigramas, rompecabezas, aquí Polya dice que el placer de resolver un problema es como cualquier otro placer que nos produce sensación, Bruner dice que es a través de esta situación problemática y de juego que el alumno va descubriendo patrones y regularidades y es como llega a elaborar conceptos o leyes. Este concepto de la motivación rechaza la necesidad de subrayar la aplicabilidad de la ciencia en un contexto social.

En la enseñanza de cualquier rama de la ciencia debe darse destacada preferencia a los métodos respecto de los conocimientos, ya que cuando se antepone los resultados a los métodos, el contenido de la materia pierde la importancia y el interés que debería despertar. Recordemos que el conocimiento científico es orgánico, es decir, muestra las vinculaciones entre los distintos capítulos. En efecto, la profundidad que exige el carácter orgánico del conocimiento es de métodos y de principios y no de meros datos y postulados.

En la práctica educativa y en la social, se ha visto que el conocimiento mas firmemente adquirido por el hombre es el elaborado por él mismo aplicando el método científico.

A medida que el hombre aplica el método científico al campo cada vez mas amplio de las actividades humanas, esta logrando una mayor capacidad intelectual y por consiguiente está logrando una mayor libertad.

1.2.1 ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LOS ESTUDIANTES.

Un aspecto negativo de la enseñanza media es que tiende a nivelar a todos en la mediocridad o en el elitismo en aras de una educación igualitaria. Deben de existir tantos tipos de enseñanza como tipos de grupos con aptitudes e inclinaciones diferentes haya. En general se pueden considerar cuatro grupos dominantes:

- 1.- el constituido por aquellos que manifiestan un carácter netamente intelectual (vocación por el estudio científico sistemático per se).
- 2.- los que desean aprender para aplicar los conocimientos a actividades prácticas y no tienen dotes intelectuales para sentir la necesidad de buscar nuevos conocimientos y comprender nuevas relaciones.
- 3.- aquellos que tienen aptitudes intelectuales y manuales para la técnica industrial o las actividades financieras.
- 4.- el constituido por todos aquellos de aptitudes artísticas.

De lo anteriormente expuesto se desprende que es indispensable que dentro de cada tipo de enseñanza existan -- planes de estudio elástico que permitan satisfacer las diferencias naturales de aptitudes y vocaciones considerando a las primeras como a las capacidades innatas o adquiridas y las segundas como el impulso interno que lleva a la acción.

Otro aspecto muy negativo es el de la atomización de materias similares, que hace que se produzca en la mente de los jóvenes una desvinculación de los conocimientos que adquieren no satisfaciendo sus demandas y sus necesidades de conocimiento. Otra característica es que los programas siempre se escriben antes y no después de haberlos evaluado, vale decir, los programas deben escribir

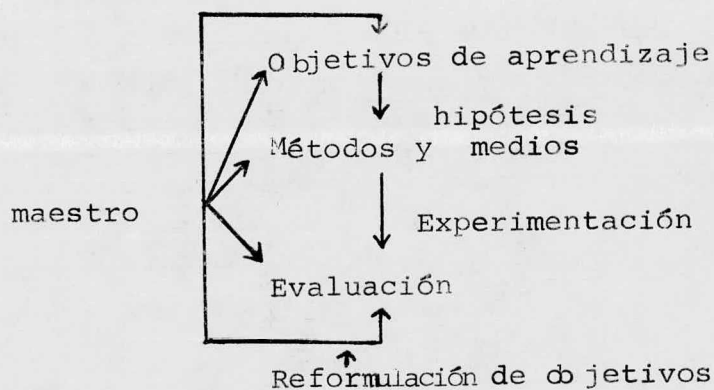
se después de haber desarrollado el curso y no antes.

En nuestra enseñanza media la existencia de programas analíticos detallados produce un efecto moral nocivo en los estudiantes, en realidad estos bien saben, que en la mayoría de los casos no conocen muchísimos temas contenidos en el programa de las materias que han aprobado.⁵

1.2.2 LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y EL MAESTRO.

El maestro es el guía del proceso de enseñanza-aprendizaje, sistematizador de la enseñanza.

Esquema del papel del maestro en la clase.



Cuando la finalidad del proceso educativo es desarrollar o modificar hábitos mentales y enseñar métodos, no es importante la cantidad de conocimientos cubierta en un curso, sino lo bien que el estudiante conoce lo que ha aprendido, desde el punto de vista del análisis y la síntesis de los conceptos manejados. Lo importante es que el maestro enseñe al estudiante a "aprender a estudiar" y no li

mitar sus clases a proporcionar información o a decirle al estudiante lo que debe hacer y como debe hacerlo en forma demasiado detallada.

Para que pueda enseñarse la ciencia poniendo el acento en los métodos y procedimientos que se utiliza en la elaboración del conocimiento científico, es necesario que el maestro conozca cómo se formó la ciencia, y no que solamente tenga una erudición general sobre la misma.

El anacrónico sistema, que desgraciadamente esta todavía muy generalizado, de exigir lecciones aprendidas de memoria de un determinado libro o texto que frecuentemente deja mucho que ver y que desear, no requiere por supuesto ni preparación, ni condiciones especiales por parte del maestro, es muy fácil ser repetidor de un libro de texto - pero con eso no se es maestro.⁶

El maestro debe sentir verdadera vocación por la materia que enseña, haber efectuado estudios especiales en la misma, tener amor por la enseñanza, dedicarse con exclusividad a ella y al estudio o a la investigación.

1.3. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LA SOCIEDAD MODERNA.

Nosotros vivimos en una era caracterizada por su progreso científico y tecnológico. Sin embargo, la influencia de la ciencia sobre la economía y la política internacional son aspectos que nunca se tocan en la enseñanza de la ciencia.⁷ Por otra parte, en la sociedad actual se utilizan --

los principales resultados concretos del progreso científico: autos, computadoras, elevadores, radios, T.V., teléfono, aviones; y a pesar que la vida de nuestras ciudades se desarrolla en medios saturados por los resultados de la investigación científica la actitud y el método que han hecho posibles estas conquistas se encuentran por lo general ausentes.

Uno de los mas grandes problemas educacionales es cómo preparar a los jóvenes para enfrentarse con un medio intelectual y cultural caracterizado por el constante cambio. Por siglos, el curriculum de las ciencias ha sido diseñado con la idea en mente de que el mañana no será muy diferente del ayer.

La creencia en los efectos de la ciencia moderna sobre el desarrollo económico, ha creado mitos en las metas tradicionales de la educación en la ciencia, rindiendo un número grande de materias obsoletas en nuestros cursos. Una brecha seria de credibilidad se ha desarrollado entre el plan de estudios de las ciencias y el caracter de nuestra sociedad; los diseñadores de curricula de la ciencia han estado muy lejos de hacer consideraciones entre ciencia y tecnología, sociedad e individuo. Esto contribuye indudablemente a la corriente del sentimiento anticiencia entre los estudiantes y la población.

La empresa científica como parte de la educación general

tiene significado unicamente en un contexto social y cultural. Lo que ahora se necesita es diseñar un plan de estudios que traiga un entendimiento de la empresa científica y tecnológica y de sus conexiones con la sociedad y el individuo.⁸

La era de la ciencia moderna ha generado muchos problemas críticos de significación social como las poluciones ambientales, de agua-aire, sonido, guerras, etc. y por otra parte no ha resuelto problemas tan vitales como los del vestido, el hambre, de la vivienda y sigue habiendo miseria y enfermedades. Estos aspectos de la ciencia y la sociedad nunca se han tocado en la enseñanza de las ciencias ni se tocarán mientras no cambien las políticas educacionales.

Los cursos tradicionales de ciencias, en los que se hace énfasis sobre la disciplina específica y se limita a estudiar sus leyes básicas y las teorías que describen su estructura, dejan a los jóvenes fuertemente incapacitados para enfrentarse a sus propias demandas o a las demandas y problemas de la sociedad moderna. Como resultado de lo anterior, la gente joven adquiere la impresión de que la ciencia esta divorciada de la vida moderna y que tiene significado unicamente para el profesional científico.

El mal entendimiento del público y los estudiantes y la antipatía hacia la ciencia y los científicos es una refle

xión amarga sobre los métodos por los cuales enseñamos previamente las ciencias.

Por otra parte las observaciones demuestran claramente la operación de la moda y el oportunismo económico en la selección del campo que se va a estudiar, lo que influye en la real autenticidad del aprendizaje de las ciencias.⁹

1.4. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LA POLITICA EDUCATIVA.

Respuestas a las crisis educativas.

Ante la actual crisis educativa han surgido una serie de respuestas que tienden a solucionar dichas crisis, de las cuales haremos una breve descripción.

Tendencia a la expansión.- La tendencia a expandir los sistemas educativos se presenta hoy prácticamente en todos los países del mundo, los criterios que determinan esta expansión pueden ser: la capacidad de recursos financieros, la demanda ocupacional y la demanda social de la educación. Mas educación genera mayor demanda educativa y de niveles mas costosos. En los países en desarrollo, donde el crecimiento demográfico presiona a una expansión escolar vertiginosa es en donde más claramente se percibe que los recursos financieros son insuficientes para mantener los niveles de escolaridad establecidos como mínimos.

La tendencia tecnológica está representada por la aplicación al proceso educativo de los nuevos medios de comunicación, sobre todo del radio y la T.V., así como también de otros medios audiovisuales, como son las máquinas ins-

tructoras, las computadoras, los satélites artificiales y tiene diversos objetivos como son mejorar el proceso educativo, individualizar el aprendizaje, reentrenar a los maestros, disminuir la deserción, etc. Pero los límites de las aplicaciones tecnológicas como una solución a la crisis se hacen evidentes; por una parte el costo de esta tecnología es muy elevado, rara vez su aplicación redunde en ahorro de personal docente, sino mas bien resulta en un mejoramiento cualitativo del aprendizaje a costo muy considerable. Por otra parte se ha comprobado también que hay un atraso en el desarrollo de la teoría y de las técnicas pedagógicas con respecto al desarrollo del instrumental ya disponible. Finalmente, parece haber, de hecho, una asociación entre la confianza en la tecnología y ciertos marcos de referencia sociológica de carácter desarrollista. Mientras la fe en el progreso indefinido por la ciencia y la tecnología no se cuestionen desde puntos de vista externos al imanentismo científico, es difícil esperar que los medios tecnológicos sean susceptibles de orientarse en forma radicalmente distinta.

Este substratum filosófico-científico-social establece por ahora las mas serias limitaciones al empleo de estos medios para resolver la crisis de los sistemas educativos. Por esto es que la crisis educativa actual es un caso de valores y no de tecnología.

Tendencia de la flexibilización.- Otra tendencia claramen

te ~~i~~ndentificable en las políticas de reforma de los sistemas educativos contemporaneos, consiste en flexibilizar su funcionamiento interno y consiste en suprimir algunas - normas y requisitos (certificados de exámenes, graduación rigurosa de la escolaridad, eliminar la rigidez de las estructuras de los planes de estudio y de los métodos). Sin embargo se ha comprobado que el sistema educativo funciona como reflejo del aparato burocrático y del sistema social en su conjunto con la finalidad de impedir el aprendizaje y dificultar el acceso a una escolaridad superior.

Esta manera de funcionar esta condicionada principalmente por la necesidad del sistema social de filtrar a los individuos mas aptos identificados con el Status quo, conforme a criterios teóricos de méritos para los empleos sociales de mayor prestigio y remuneración. La adopción de estas políticas, sin embargo, suele hacerse en un horizonte circunscrito de modernización pedagógica por lo que si bien cabe esperar de ellas la superación de algunas rutinas burocráticas es dudoso que logren superar significativamente las situaciones críticas que el sistema educativo genera en su interacción con el resto del sistema social.

La tendencia de compensación.- La conciencia creciente de las inquietudes sociales y del papel que el sistema educativo desempeña en afianzarlas, esta dando lugar a una tendencia muy definida de compensación educativa, esta tendencia se manifiesta principalmente en la asignación de re-

cursos educativos para beneficiar más a las clases o a las regiones menos favorecidas socialmente. Las medidas compensatorias no logran sino modernizar la pobreza, las causas estructurales de las desigualdades siguen operando en contra de las necesidades aun cuando éstas logren ciertos éxitos estrictamente escolares.

La tendencia de la desescolarización.- Una tendencia mucho más radical, que solo indirecta y tímidamente empieza a - afectar de alguna manera la política educativa, principalmente reforzando la importancia de la educación informal, - es la llamada desescolarización. Los aspectos mas enfaticamente criticados son: la obligación de asistir cotidiana-- mente y por largos períodos a la escuela, el escaso fruto del aprendizaje, la insuficiencia permanente de educación escolar, y la no costeabilidad indefinida del sistema educativo. Como tendencia, la desescolarización se apoya en - la afirmación de valores humanos, pero no puede decirse todavía que se apoye en una teoría social estructural.

La tendencia a la concientización.- La búsqueda de una educación desalineante a base de de profundizar y desarrollar la conciencia de las clases oprimidas ha hecho su aparición en diversas épocas, en que se atribuye al sistema educativo el rol de procurar el apoyo de las mayorías a un sistema político que surge de una revolución popular. Estos intentos históricos sin embargo, han circunscrito la concientización a los límites de la conciencia de clase e inclusi

va se ha visto contaminado con la adoctrinación política. Lo que distingue la actual tendencia de educación concientizadora que ha surgido en varios países de América Latina es su objetivo de liberación a base profundización de conciencia, que cuestiona las formas actuales de poder y de control social, esta tendencia se encuentra en contradicción con la organización burocrática de la educación pública que debe, por definición reafirmar el poder político establecido.

1.6 LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y LA REFORMA EDUCATIVA.

Por una educación democrática.

Asegurar oportunidades iguales a todos y cada uno, no consiste como en general se cree, en garantizar un trato idéntico a todos, en nombre de una igualdad formal, sino en ofrecer a cada individuo un método, un ritmo y una forma de la enseñanza que le acomoden.

Frente al cambio científico.- El dominio del pensamiento científico y de los lenguajes de la ciencia deviene tan indispensable al hombre medio como el dominio de los demás medios del pensamiento y la expresión, por lo cual interesa menos poseer un acervo de conocimiento que hallarse iniciado en la metodología científica. Por todas estas razones, comenzando por las necesidades actuales de trabajo y del dominio de lo real, hasta llegar al dominio de uno mismo, de la adquisición del método científico, hasta la formación de la ética profesional, la formación en el espíritu cientí-

fico y en las ciencias aparece como de las finalidades fun
damentales de todo sistema educativo contemporáneo.
Existe tanto en el exterior como en el interior del univers
o pedagógica todo un potencial de innovaciones científicas,
técnicas, sociales culturales y organizativas capaces de mo
dificar profundamente los datos de base y la organización -
de los sistemas educativos. La luz aportada por las investig
aciones sobre el cerebro, los avances de la teoría de la
información, los trabajos sistemáticos de los institutos de
lingüística, psicotécnica, los resultados obtenidos por la
psicología de grupo y por los equipos de antropólogos -
culturales, los modelos construídos por los analistas de -
sistemas y los cibernéticos, constituyen otras tantas adquis
iciones, a las cuales muchas veces solo les falta mecanism
os y medios de transferencia para venir a vivificar los -
sistemas escolares tradicionales.

Abolir las barreras artificiales entre los diferentes ci--
clos, tanto como entre los niveles de enseñanza, así como
las diferencias entre la educación formal sistemática y la
no -sistemática constituye parte de la reforma educativa.

Contra la capacitación rígida.- La educación debe tener -
como finalidad, poner a los jóvenes en situación de adap--
tarse a tareas diferentes y a perfeccionarse sin cesar a -
medida que evolucionan las formas de producción y las condi
ciones de trabajo. Debe tenderse así a optimizar la -
movilidad y a facilitar la reconversión profesional.

Otro aspecto de importancia es la diversificación de la -
educación y la promoción muy amplia de estrucutras de con
tenido y de categorías de usuarios.¹¹

B I B L I O G R A F I A .

- 1.- Ulich Robert; La educación en la cultura occidental; Paidós .
- 2.- Nash Leonard K: An historical approach to the teaching
Science J. Of Che. Educ. 147 mayo 1957
- 3.- Cernuschi Felix: Como debe orientarse la enseñanza de
las ciencias Ed.Eudeba.
- 4.- Marshall J. Stanley: Tendencias actuales en la educación
Científica Centro de ayuda técnica
O.E.A.
- 5.- Cernuschi Felix: op. cit.
- 6.- Cernuschi Felix : op. cit.
- 7.- De Hart Paul: Scientific Enlightenment for an age of Science.
The Science teacher; enero de 1970 .
- 8.- De Hart Paul: op. cit.
- 9.- Hutchinson Eric: Fashion in Science and in the Teaching of
Science J.of Che. Educ. 45 , 600, (1968).
- 10.- Universidad Autónoma de Nuevo León: Reforma Universitaria
y nuevos métodos de enseñanza. Respuestas a la crisis de la
educación. Pablo Latapi.
- 11.- Universidad Autónoma de Nuevo León. op. cit. Informe Faure.

C A P I T U L O 2

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y EL METODO CIENTIFICO

2.0. La Enseñanza de las Ciencias y el Método Científico.

Este capítulo empieza con antecedentes históricos del método científico desde los Griegos, pasando por Bacon y Descartes, después trata de la teoría del conocimiento (gnoseología) y el método científico tratando de tener un marco teórico, en el siguiente subtema, naturaleza y enseñanza del método científico se señala el carácter pluralista del método científico y la gama de concepciones que hay de este y analiza cuales son las deformaciones de este, luego describe el estudio de Marshall Hérron- La naturaleza del método científico y los programas de ciencia que aporta muchos elementos para el análisis del método científico sobre todo en cuanto a la posición de los programas, el estudiante y el maestro ante el método científico.

2.1. Antecedentes Históricos del Método Científico.

Los Griegos fueron los primeros en elaborar conocimientos de una manera sistemática y científica, por esto ellos son los fundadores de la ciencia y entre las principales contribuciones que hicieron al conocimiento tenemos:

- fueron los primeros en dar explicaciones de la naturaleza, sin invocar la ayuda de ningún poder sobrenatural.
- trataron de explicar a la generalidad de los fenómenos -es decir cuando encontraban alguna explicación para un fenómeno en particular ésta servía para todos los fenómenos del mismo tipo.
- hicieron la diferenciación entre los sentidos y la razón.

-empezaron a introducir la experimentación para confirmar sus observaciones.

-introdujeron los sistemas cuantitativos (de contar) para medir sus observaciones.¹

Por otra parte, después de la época obscurantista que pasa la humanidad durante la Edad Media, surge el Renacimiento, y con este podemos decir que aparece la base de la ciencia moderna, cuyos principales fundadores son Francis Bacon (1566-1626) y Descartes (1569-1650).

En su *Novum Organum*, Bacon expone el desarrollo del método lógico aplicado a la ciencia natural, en el cual afirma que la lógica debe enseñar a refutar los sofismas y a eliminar los efectos debidos a los hábitos mentales que, cual fantasmas o ídolos, impiden frecuentemente el análisis acertado de las cosas e inducen al error. Bacon distingue cuatro especies de ídolos o fantasmas que pueblan nuestro pensamiento:

-Los ídolos de la tribu; provenientes de la naturaleza humana; que, por ejemplo, inducen al pensamiento humano a buscar en la naturaleza regularidades, limitaciones o extensiones que no son sino expresiones de sus deseos o de sus fantasías.

-Los ídolos de la caverna; provenientes de los prejuicios personales, impuestos por la tradición, por las costumbres y por la educación, que mantienen al hombre encadenado como en la caverna de Platón.

-Los ídolos de la plaza pública; provenientes de la convi-

vencia humana, que trae aparejado varias fuentes de error, de las que la más importante es el lenguaje, y el sentido confuso de las palabras.

-Los ídolos del teatro; provenientes del prestigio de la autoridad ajena y de los sistemas filosóficos imperantes, que Bacon compara con comedias imaginarias o farsas teatrales que se presenta a nuestro espíritu.

Eliminando los fantasmas o ídolos que pueden acarrear errores, queda por reunir el material experimental, para luego ordenarlo y elaborarlo, pues la mera acumulación de experiencias no da lugar a conocimientos utilizables. Al criticar los sistemas filosóficos, Bacon compara a los empiristas, y a los racionalistas, con las hormigas que no hacen sino acumular cosas y con las arañas que extraen de su propio cuerpo la tela que tejen respectivamente.

Expresan que en el estudio de la naturaleza ha de procederse como las abejas, que reúnen, ordenan y elaboran.²

Descartes descubre el sistema del racionalismo y propone como principio fundamental la unidad de la razón. En sus obras "Discurso del Método" y "Reglas para la Dirección del Espíritu", Descartes expresa la forma en que se captura la verdad. Son cuatro las reglas que se precisa seguir en la captura de la verdad:

-Reglas de la evidencia; no aceptar nunca como verdadero lo que con toda evidencia no reconociese como tal; es decir, se evitará cuidadosamente, la precipitación y los prejuicios, no dando cabida en los juicios sino a aquellos

que se presentan al espíritu en forma tan clara y distinta que no sea admisible la más mínima duda.

- Regla del análisis, dividir cada una de las dificultades que hallase en mi paso en tantas partes como fuera posible, y requiera su más fácil solución.
- Regla de la síntesis.-Ordenar los conocimientos; empezando por los mas sencillos y fáciles, para elevarme poco a poco y como por grados hasta los mas complejos, estableciendo cierto orden en los que naturalmente no lo tienen.
- Regla de la prueba.-Hacer siempre enumeraciones tan completas y revisiones tan generales que se pueda tener la seguridad de no haber omitido nada; la enumeración verifica el análisis y la revisión la síntesis.³

2.2. Teoría del conocimiento y método científico.

2.2.1 Postulados básicos de la teoría del conocimiento.

La base del conocimiento científico como acción recíproca entre el sujeto cognocente y el objeto cognoscible se encuentra en la actividad práctica, así el hombre descubre y determina las manifestaciones del universo y lo que es mas, provoca la producción de otras manifestaciones que a su vez inducen nuevas acciones humanas y así sucesivamente.⁴

Solo hay conocimiento en la medida en que hay interacción sujeto-objeto, por tanto una teoría del conocimiento tiene que ser la teoría misma de la actividad práctica del sujeto en su confrontación dialectica con el objeto. Empero la relación sujeto-objeto no es una relación cualquiera, es

una relación en la que el objeto subordina al sujeto -realismo gnoseológico- y no en la que el sujeto subordina al objeto- idealismo gnoseológico-⁵

Los postulados primordiales del conocimiento científico se pueden expresar de la siguiente manera:

- El universo existe objetivamente, de modo independiente a la conciencia, la imaginación y la voluntad humana y comprende a todos los procesos que tienen en común esa cualidad primaria de existir objetivamente entre los cuales está incluido el hombre.
- Todos y cada uno de los procesos existentes incluyendo - el universo mismo, son susceptibles de llegar a ser conocidos por el hombre ya sea de manera directa o indirecta.
- El desarrollo entero de los procesos existentes es predecible y verificable incluyendo los acontecimientos extremos de su surgimiento y su desaparición.⁶

Para Kursanov los postulados básicos de la teoría del conocimiento son:

- El fin del proceso cognositivo es la aplicación social.
- El único criterio de verdad de un conocimiento es la práctica.
- El conocimiento es infinito e inagotable.
- No hay nada que no sea susceptible de conocerse.⁷

Según el profesor E. Villarreal las características de una teoría del conocimiento deben ser:

- Que tenga como principio y fin la realidad.
- Que conciba el conocimiento como el resultado de la práctica

ca esto es de la confrontación de los modelos elaborados por el hombre con la realidad, en una aproximación sistemática e infinita del pensamiento al objeto.⁸

2.2.2. Desarrollo del proceso cognositivo o del conocimiento científico.

El profesor Elí de Cortari parte del Universo, que es un conjunto de procesos que existen objetivamente e independientemente de la voluntad humana. El hombre divide en dominios de las ciencias o disciplinas a un conjunto de procesos gobernados por un grupo determinado de leyes y propiedades en común y por un cierto nivel de existencia: Por otra parte, cada proceso existente está compuesto de elementos que en un nivel más profundo muestran su propia singularidad como procesos relativamente independientes y a la vez cada proceso es también uno de los elementos componentes de otros procesos de mayor amplitud, entonces cada proceso es una síntesis de sus elementos integrados y a la vez participa en las diversas síntesis que se producen continuamente en el seno del proceso mayor al cual pertenecen. Pues bien, en correspondencia con esa característica de la existencia objetiva en la ejecución de la actividad científica se establecen constantemente síntesis de las determinaciones logradas a través del desarrollo racional y de los resultados experimentales. En la síntesis se reúnen diversos elementos conocidos primero por separado, conjugándolos en una unidad. Pero el resultado obtenido, la síntesis, no es solamente una agrega--

ción de elementos; por lo contrario, es un complejo unitario que posee nuevas cualidades, las cuales no se manifiestan en sus componentes, porque sólo se producen en su conjugación y por su conjugación.

Por otra parte en la actividad científica, se hacen operaciones de análisis para desentrañar y determinar la composición elemental de los procesos existentes, que consiste en desmembrar las determinaciones sintéticas encontradas para poner al descubierto sus parte integrantes para poner de manifiesto las nuevas propiedades que se han producido como resultado de la combinación de los elementos. El análisis no es ni se agota con la simple enumeración de las determinaciones elementales contenidas en el conjunto, ni se detiene tampoco en el desglosamiento de las cualidades ya conocidas, sino que requiere de las nuevas cualidades o propiedades surgidas de la combinación.

El avance del conocimiento sigue un desarrollo en el que se alternan sucesivamente la síntesis y el análisis infinitamente. Primero se analiza las manifestaciones inmediatas a la existencia, descubriendo sus aspectos elementales, luego dichos elementos se sintetizan en la reconstrucción racional de la existencia que se formula en la hipótesis explicativa. Después, cuando la hipótesis queda comprobada se analiza racionalmente para encontrar los elementos necesarios de una síntesis superior y así prosigue continuamente su avance el conocimiento científico de la síntesis racional al análisis experimental, y del análisis ex-

perimental del desenvolvimiento sintetizador de la razón y del análisis racional a la síntesis experimental.⁹

Según el profesor Villarreal teniendo en cuenta que el objeto subordina al sujeto y que ambos son parte de la realidad con base en esto se puede plantear el proceso práctico que da origen al conocimiento científico de la siguiente forma: el sujeto se enfrenta a la realidad de sus sentidos, obtiene de los objetos y fenómenos determinadas sensaciones aprendidas son analizadas mediante el entendimiento. "El entendimiento determina-distingue los distintos objetos, así como los elementos de esos objetos". A continuación, las sensaciones aprendidas son analizadas mediante el entendimiento y son reagrupadas por la razón en un proceso de síntesis dialéctica. El razonamiento, es decir "la razón" comprueba, pone de manifiesto que el elemento no puede existir fuera del conjunto ni el órgano fuera de lo vivo. La razón es la integradora, la ordenadora de las sensaciones, de este modo se comprenden las sensaciones aprendidas, mediante la razón se comprende el significado que tienen las partes en la unidad del todo. Después de las sensaciones comprendidas, acto seguido, el imperativo mental de elaborar definiciones da lugar al proceso generalizador de la conceptualización es decir de los conceptos que se configuran con datos específicos aportados por las vías congoscitivas de información y por elementos obtenidos en experiencias previas. Es importante aclarar que el concepto es una forma del pensamiento que refleja los -

objetos en sus caracteres generales; la representación, en cambio, como expresión de la percepción refleja las particularidades externas de un caso concreto, el concepto es una generalización, una síntesis, y la representación es una particularidad. Posteriormente con base en los conceptos se proyectan los modelos intelectuales o materiales que han de llevarse a la práctica para su confrontación con la realidad en donde las contradicciones entre el modelo y ésta, dará lugar al movimiento dialéctico que genera nuevas verdades al respecto y, mediante la retroalimentación, permitirán la actualización constante de los conceptos y su aplicación práctica,¹⁰ la que aunada a conocimientos previos ayudan a reformular los conceptos y por ende los modelos que al ser nuevamente confrontados en la práctica con la realidad generan nuevos conocimientos y esto es lo que asegura el fin abierto del proceso de conocimiento científico.

2.2.3. Método científico.

Los métodos científicos son los procedimientos rigurosamente planeados que se utilizan para descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, distinguir las fases de su desarrollo, desentrañar sus enlaces internos y sus conexiones con otros procesos, esclareciendo las acciones recíprocas entre los procesos, generalizando y profundizando los conocimientos así adquiridos, demostrándolo con rigor racional, obteniendo su comprobación en el experimento y en la observación.¹¹

El método comprende tres partes que son inseparables pero que pueden distinguirse: investigación (análisis, sin tesis, racionalización), sistematización (integración - del conocimiento nuevo al sistema) exposición reunión y ordenamiento lógico del conocimiento.¹²

El método científico desde sus orígenes se ha referido a la manera rigurosa y sistemática en que debe abordarse la realidad para su investigación y su estudio lo que incluye también la técnica de manejo de la información que descubrir y crear, es decir, inventar, elaborar teorías etc. Así pues el método científico es la técnica de abordar la realidad que mediante la dinámica de la - observación y la experimentación en el marco del realismo gnoseológico -el sujeto se subordina al objeto- permite acercarse sistemáticamente a la resolución dialéctica de las contradicciones entre los modelos del conocimiento y la realidad.¹³

2.2.3.1.Observación.

La observación para el profesor Elí de Gortari, significa el establecimiento de relaciones cualitativas de lo - observado, lo que posteriormente con la reiteración de - las observaciones y el incremento de su exactitud llevaral al discernimiento de relaciones cuantitativas entre los procesos que aunados con los procedimientos de contar y medir ponen de manifiesto conexiones profundas y - ordenaciones simples que conducirán a la reproducibilidad exacta del hecho o fenómeno.¹⁴

Para el profesor Villarreal observar, desde el punto de vista de la teoría del conocimiento, significa fijar la atención sobre las sensaciones a que dan lugar un objeto o fenómeno sin que el observador haya propiciado las condiciones en que se encuentra el objeto o se realizó el fenómeno. Sin embargo, en la práctica es difícil distinguir la observación pura de la experimentación, pues siempre hay algún tipo de interacción objeto-sujeto que en determinadas circunstancias puede parecer observación cuando en realidad se trata de un experimento.¹⁵

2.2.3.2 Experimentación.

Experimentación por otra parte, es una actividad cíclica que consta de varias fases que son: la hipótesis, la predicción de sus consecuencias, la planeación y el diseño de los experimentos, su ejecución, la obtención de resultados, la confrontación de los mismos con las predicciones y la interpretación, de las conclusiones, es cíclica porque sus resultados generan nuevas hipótesis iniciándose un nuevo ciclo.¹⁶

Para el profesor Villarreal, experimentar es provocar artificialmente un hecho para observarlo mejor, la experimentación tiene la ventaja de permitir tanto la observación en el momento en que se desea, como de fijar nuevas condiciones externas que hayan de producir modificaciones observables en los hechos estudiados.¹⁷

2.3. Naturaleza del método científico.

La ciencia es un cuerpo de conocimientos acumulados y sistematizados, asociado a esto está el método científico y la actitud científica; lo primero es el producto de la ciencia y lo segundo es el proceso de la ciencia. Tradicionalmente en las escuelas se ha sobreestimado este producto de las ciencias (materiales y subestimado u olvidado el proceso;¹⁸ no sólo no se olvida sino que la enseñanza del método científico se reduce a una serie de normas o reglas de antemano determinadas, que el estudiante se aprende de memoria y a las que no le halla ningún significado práctico.

La idea de un método que contenga principios científicos, inalterables y absolutamente obligatorios, que rijan los asuntos científicos, entra en dificultad al ser confrontada con los resultados de la investigación histórica; en este momento, nos encontramos con que no hay una sola regla por plausible que sea, ni por firmemente basada en la epistemología que no sea infringida en una ocasión u otra; ¹⁹ por ejemplo Aristóteles con Galileo, Newton con Huygens o De Broglie y Ptolomeo con Copérnico.

La falibilidad del conocimiento científico, y por consiguiente la imposibilidad de establecer reglas de oro que nos conduzcan directamente a verdades finales, no es sino el complemento de aquella verificabilidad que habíamos

encontrado en el núcleo de la ciencia. Vale decir, no hay reglas infalibles que garanticen por anticipado el descubrimiento de nuevos hechos y la invención de teorías, asegurando así la fecundidad de la investigación científica, ¿significa esto que la investigación científica es errática o que no tiene leyes?, y, por consiguiente, que los científicos lo esperan todo de la intuición o de la iluminación?: tal es la moraleja que algunos científicos y filósofos eminentes han extraído de la INEXISTENCIA de leyes que nos aseguren contra la infertilidad y el error. Por ejemplo, Bridgman, el expositor del operacionismo, ha negado la existencia del método científico, sosteniendo que hay tantos métodos como hombres de ciencia. Ciertamente en la investigación se abre camino en la selva de los hechos y los científicos sobresalientes elaboran su propio estilo de pesquisa. Sin embargo, esto no debe hacernos desesperar de la posibilidad de descubrir pautas normalmente satisfactorias para plantear problemas y poner a prueba hipótesis. Los científicos que van en pos de la verdad no se comportan ni como soldados que cumplen obedientemente las reglas de la ordenanza (opinión de Bacon y Descartes) ni como los caballeros de Marck Twain que cabalgan en cualquier dirección para llegar a tierra santa (opinión de Bridgman). No hay avenidas hechas en ciencia pero hay en cambio una brújula mediante la cual a menudo es posible estimar si se está sobre una huella promisoria, esta brújula es el método científico, que no produce automáticamente el saber, -

pero que nos evita perdernos en el caos aparente de los fenómenos, aunque sólo sea porque nos indica cómo no plantear problemas y cómo no sucumbir el embrujo de nuestros prejuicios predilectos.²⁰

Existen muchos y variados puntos de partida de la investigación científica que afirman el caracter pluralista del método científico. Ocasionalmente la investigación es guiada por consideraciones filosóficas, así fué como procedió Oested (1821), quien buscó deliberadamente una conexión entre la electricidad y el magnetismo, obrando sobre la base la convicción " a priori" de que la estructura de todo cuanto existe es polar y que todas las fuerzas de la naturaleza están conectadas orgánicamente entre si; llegando a la conclusión que la electricidad produce magnetismo y este, a su vez, electricidad. Algunas veces el científico opera por analogías; por ejemplo, la teoría ondulatoria de la luz le fue sugerida a Huygens (1690) por una comparación con las olas. Ni siguiera la fantasía teológica ha dejado de contribuir, (aunque por cierto en mínima medida): recuérdese el principio de la mínima acción de Maupertois (1747) formulado en la creencia de que el Creador había dispuesto todo de la manera mas económica posible.²¹

Cualquiera que sea el punto de partida del método científico, tiene que ser filosófico. Lo que intenta el científico de sus interacciones experimentales con la naturaleza que estudia y de sus ideas teoricas que desarrolla es

extraer nuevos conocimientos efectivos y nociones guía, que le sirvan para entender y justificar el uso de las formas de organizar el trabajo.

Parece ser que la iniciación del proceso de investigación para adquirir conocimiento nuevo empieza con la creación de un modelo y termina cuando este modelo, después de haber sido modificado, da una explicación satisfactoria de la realidad. El modelo es la base del diseño de experimentos; estos arrojan resultados sobre el modelo y lo modifica: Las predicciones que obtenemos del modelo son específicas y las observaciones experimentales que hacemos se refieren a ellas, y el único modelo que incluiría todas las propiedades de un objeto o fenómeno sería este mismo objeto o fenómeno. Hay dos diferencias importantes entre los modelos internos involucrados en la actividad cerebral y los modelos que produce la investigación; la primera de estas proviene del hecho de que para los científicos la construcción y el uso de sus modelos es consciente, y por ende controlable e incluso planeable, la otra es el hecho de que la investigación científica es, por sobre todo, una obra social.

Nuestra manera de concebir el mundo y nuestras ideas de como cambian y se desarrollan, no son invenciones originales de cada quien, las absorbemos del medio ambiente. Pero, en donde más se nota el carácter social de la investigación, es en el modo de trabajo de los científicos; ellos hacen sus investigaciones en colaboración,

es es una característica universal, es en este sentido en que los resultados de la investigación son acumulativos y permiten el avance de la ciencia, el trabajo del científico difiere de la labor artística, por muchos - elementos creativos que contenga; por otra parte un resultado solo puede ser científico si se puede integrar al patrimonio social del conocimiento. Otra característica del trabajo del científico consiste en la necesidad de la crítica, tan generalmente aceptada entre los científicos que confirma su carácter social; esto tiene implicaciones que van más allá de la ciencia, pues significa que en la ciencia no vale el argumento de autoridad.²²

Sin embargo, tal y como se conoce hoy la investigación - que consiste en llevar a cabo una simplificación racionalista y rígida del proceso ciencia, que no permite el mas ligero contacto entre el sentido del humor, las características personales y la actividad científica, haciendo que las imaginación e incluso el lenguaje se vean restringidos. Es obvio que tal actitud ante la investigación produzca una división tanto en los dominios del conocimiento como en el de la conciencia, esto no puede reconciliarse con una actitud humanística de la ciencia.

Por otra parte, el método científico, tal como lo entienden numerosísimas personas, tiene una aureola de magia, - que es la antítesis de la ciencia. El tipo popular estereotipado del hombre de ciencia es el de un mago junto a la complicada cristalería de laboratorio, mezclando escrupu--

losamente líquidos que cambian de color. Esta es una falsa imagen del científico, que se ha creado en el público, por los medios masivos de comunicación.²³

Por otra parte la sociedad denomina científico a todos aquellos conocimientos que pueden incorporarse a la burguesía, mientras que los conocimientos populares, tales como la homeopatía, la acupuntura o algún invento de aficionados, no son reconocidos como científicos, porque no surgen de las instituciones oficiales que la sociedad ha supuesto que son las que determinan la validez de un conocimiento oficial.²⁴

2.4 Descripción del estudio de Marshall D.Herron, la Naturaleza de la investigación científica y los nuevos programas de ciencias.²⁵

2.4.1 Marco de referencia para el estudio del método científico en la enseñanza de las ciencias.

Recientes trabajos de especialistas en programas para la enseñanza de las ciencias, han traído un amplio cambio en el contenido de estos. Uno de estos es el de llevar al estudiante a un entendimiento acerca de la naturaleza de la investigación científica; sin embargo, se han hecho pocos esfuerzos para evaluar la adopción de estos materiales. Hay dos razones, una de ellas es la obscuridad con que los nuevos cursos tratan el método científico, y la otra es la carencia de una concepción sólida acerca de lo que es la naturaleza del método científico.

Uno de los problemas que se enfrentan al tratar de diseñar este marco, consiste en determinar qué puntos de - vista del método científico deben tomarse en cuenta, ya que existen todo un espectro de concepciones del método científico.

Algunas diferencias entre las diversas versiones del M. C,** se originan de las diferencias dentro de la ciencia misma, otras surgen de las diferencias en los principios filosóficos y los métodos con los que se hace ciencia. - Por otra parte, también hay diferencias que surgen de las distintas intenciones de aquellos que construyen dichas concepciones algunas versiones del M.C.

Por ejemplo se construyen para estudiar el papel de la - lógica en el ordenamiento de la actividad científica, - - otros estudian la forma en que se comunican los resultados científicos. Otros estudian el papel del método científico en las resoluciones científicas.

Sobre el final del espectro de estas versiones nosotros en contramos, por ejemplo, la descripción de cinco pasos del M.C., común en casi todos los libros de texto de ciencias hace unos pocos años. Este punto de vista de los cinco pasos del método científico, basado probablemente en una su persimplificación de John Dewey en su obra "How we Think", no es tan equivocada como simplificada y general como para ser útiles.

**M.C. = método científico.

Por esto no contribuye a que el alumno comprenda las diferencias importantes existentes entre los procesos de investigación; para él son lo mismo ya que tienen el mismo enfoque. En el extremo opuesto de este espectro, encontramos puntos de vista como el de Bridgman: quien niega la existencia del M.C. Argumenta que existen tantos métodos como hombres de ciencia, y que, únicamente puede ser descrito por el propio científico en términos de lo que está haciendo en una instancia particular: Más adelante argumenta que el proceso de descubrimiento es demasiado complicado, tanto como para poder hacer un análisis que lleve a la conclusión cosas tales como el M.C. posiblemente podrían no existir.

El problema que surge por esta diversidad de criterios y de inespecificidad acerca del método y de la ciencia, es cómo y qué detalles deben ser examinados para el propósito de la enseñanza de las ciencias. Una restricción que debemos tomar en cuenta, es que dichas versiones deben ser específicas y flexibles, lo bastante como para tomar en cuenta las variaciones en los modos de investigación de las diferentes disciplinas científicas.

Schwab dice que las investigaciones científicas son guiadas por estructuras substanciales, las que dentro de una disciplina en particular están parcialmente enlazadas al fenómeno, dichas estructuras son inventadas por el investigador y son diseñadas para ajustarse a un plan dado en un momento dado de su investigación. Así, por ejemplo, el

físico que trabaja sobre partículas de alta energía y el biólogo que trabaja con el flujo de energía, trabajan en un contexto de estructuras guía muy diferentes y los fenómenos que estudian son diferentes. Como consecuencia, esto trae a su investigación diferentes puntos de vista de los fenómenos, lo que afecta sus decisiones acerca de como operar sobre ellos. También es de peculiar importancia, en cada disciplina, el significado y validez de los procesos de investigación que han surgido en el pasado - de dicha disciplina ya que estos confirman o rechazan las estructuras guías.

Lo que se está argumentando es que la I.C.* debe ser diferente en la biología, la química o la física.

La descripción del marco teórico debe ser bastante específica, como para mostrar las diferencias inherentes en la estructuración conceptual de las disciplinas, así como de las diferencias de cada fenómeno natural investigado.

La literatura con respecto a la naturaleza de la ciencias es por demás complicada, debido a que existen puntos de vista profundamente diferentes del que nosotros tenemos en mente; están los puntos de vista de los científicos, de los filósofos de la ciencia, de los científicos políticos, de los sociólogos, de los psicólogos, aunado a esto están los puntos de vista de los educadores quienes insisten en que cualquier programa debe contemplar los siguientes objetivos:

*I.C.= investigación científica.

- un conocimiento de las relaciones dinámicas entre ciencia y tecnología, así como con las instituciones políticas y sociales.
- habilidad de traer ciertas técnicas intelectuales científicas, para sobrellevar los problemas individuales.
- una apreciación del papel del especialista científico y un conocimiento del grado de confiabilidad que es puesto sobre su investigación, y
- un resultado psicológico sobre la familiaridad del individuo con una parte importante de su medio ambiente.

2.4.2. Fuentes de descripción de la investigación Científica.

Una fuente sería el conjunto de los materiales escritos por aquellos que se ocupan en el proceso de la I.C.. La clase de exposición que es necesaria para dar dirección al esquema, generalmente no es encontrada en la literatura científica corriente, una razón obvia es que casi todos los científicos están más interesados en hacer investigación que en describir qué están haciendo: Cualquiera que sea la razón, los materiales que buscamos no son suministrados por la comunidad científica en una cantidad necesaria. La posición que toma Marshall D. Herron en su estudio, es que casi la mayoría de las fuentes de material son las de los académicos que dedican su atención a una adecuación con los puntos de vista filosóficos .

La primera fuente de sus materiales de análisis es la literatura de la filosofía de la ciencia, suministra

da por aquellos filósofos, ocupados en la descripción y análisis de las actividades científicas, más que de aquellos cuyos propósitos primarios son el uso de la ciencia como un ejemplo genuino para la base o ejemplificación de una posición filosófica o un esquema cosmológico. Los escritos de muchos filósofos de la ciencia no sostienen una versión completa de la actividad científica, ellos tienden a analizar una parte o un segmento de la investigación científica. Por ejemplo, algunos estudian la naturaleza del conocimiento humano como tal, otros estudian el papel de la lógica en el ordenamiento de la actividad científica, la manera en que sus descubrimientos son presentados a sus colegas, otros están interesados en el origen de las concepciones de la naturaleza del universo físico y la revolución intelectual acompañada por cambio en esta concepción, aún todavía hay otros que exploran el papel del lenguaje entre los aspectos teóricos y operacionales de la investigación científica. Sin embargo, un análisis de la literatura revela que ciertos elementos comunes pueden ser identificados en el tratamiento que hacen muchos autores. Esto nos permite sintetizar un conjunto de elementos claves, los que nos permiten caracterizar el M. C. y a los que designaremos como categorías o lugares comunes del M.C.. El problema está en decidir en que pondremos énfasis como los seleccionamos y con que base o criterio. Para esto, nosotros adoptaremos un enfoque similar a --

aquel que ha probado ser útil en el desarrollo de otros sistemas de clasificación. Es decir, nosotros empezaremos por postular las mas generales categorías de los elementos comunes del M.C. Estas categorías serán usadas para ilustrar a un nivel elemental cómo pueden funcionar tales categorías en la descripción y en la diferenciación de unas pocas concepciones del M.C.

Entendemos por investigación científica aquella forma -- disciplinada de satisfacción de la curiosidad humana, que involucra a los científicos en un proceso de autocorrección y revisión continua, y que resulta en un cuerpo generalmente justificado de hechos y teorías. El cuerpo de hechos y teorías que proceden de tales actividades pueden o no suceder a el investigador, a la operación que él realiza y a las concepciones que organiza y controlan su operación sobre el o los procesos.

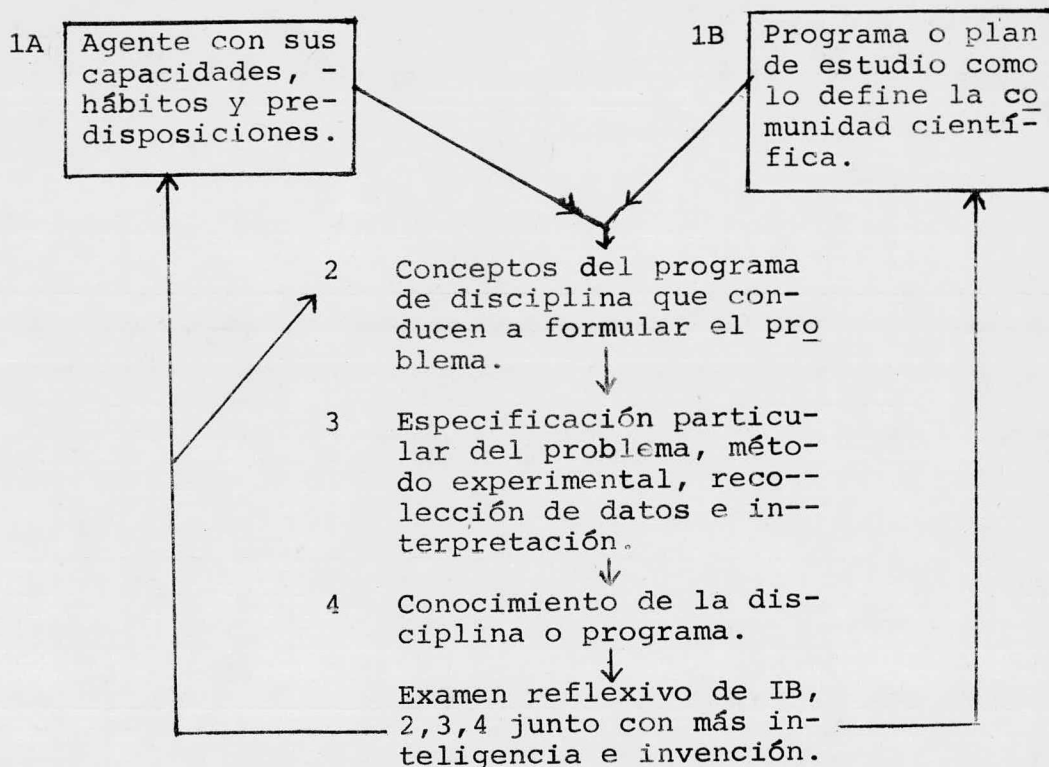
En suma, tenemos un conjunto de cuestiones puestas por un agente, preseleccionadas por un plan o programa, unidas - en forma tal que determinan los productos terminales y reflexivos. Así estan implicadas las siguientes cinco categorías generales de los elementos comunes: la disciplina o el plan de estudio, el agente, el método, el fenómeno - (datos, hechos) y el conocimiento científico.

Para ilustrar cómo se usa este sistema de categorías podemos empezar a considerar un sistema que tenga como punto de partida al agente, el cual se asume que tiene cier

tas capacidades, hábitos, predilecciones y bases epistemológicas. Aristóteles, por ejemplo, empieza con un agente, que por naturaleza desea conocer, y quien tiene la capacidad de discriminar entre particularidades, y de hacer generalizaciones inductivas acerca de ellos. El agente, el mismo se encuentra confrontado a un plan de estudio parcialmente limitado por variables como el medio ambiente y el campo de trabajo; además, lo está por las limitaciones de la comunidad científica en la cual ha sido educado y en la cual debe trabajar: Así, vemos que el agente está predispuesto, en favor de aquellas concepciones guadoras en su disciplina que sigan su línea de formación o con aquellas otras que se encuentran en voga. En consecuencia, el programa de estudio viene a ser modulado y reformulado por el agente en términos de su base epistemológica adoptada y por varias predilecciones originales de su propia y única experiencia, aunado a sus limitaciones culturales.

Podemos asumir que en la comunidad científica de un campo dado existe un consenso acerca de los problemas más importantes y sin solución. La concepción individual del programa de estudios determina la forma de estos problemas, y la manera en que ellos son especificados en una instancia determinada, la forma en que el problema particular es especificado, determina a su vez los datos necesarios para resolver el problema, y define parcialmente

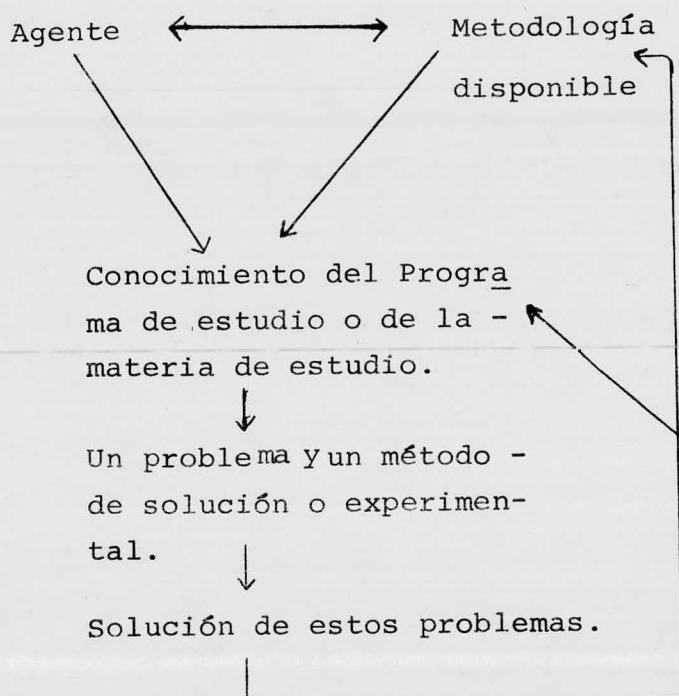
la técnica experimental que debe ser adoptada para obtener los datos requeridos. Cuando este plan de ataque ha sido implementado y se han colectado e interpretado los datos relevantes en términos de las nociones guía y con un previo conocimiento del programa de estudio, los resultados pueden funcionar en dos caminos: uno de ellos es que la solución de este problema sea de única respuesta al problema específico, y entonces simplemente se añade una revisión general del conocimiento del programa de estudio de la disciplina, pero hay otro camino en que los resultados son anómalos y vienen a ser cada vez más duros por asimilarse a la estructura de la disciplina. Esto hace que sea necesario un examen reflexivo de la disciplina lo que conduce a una revisión a pequeña escala de la forma en que el problema ha sido formulado. Este construir interno, esta dinámica de revisión, es el componente especialmente importante, en vista de que puede ser defendido como una característica de la investigación científica. En la siguiente figura se muestra una representación esquemática de este proceso.



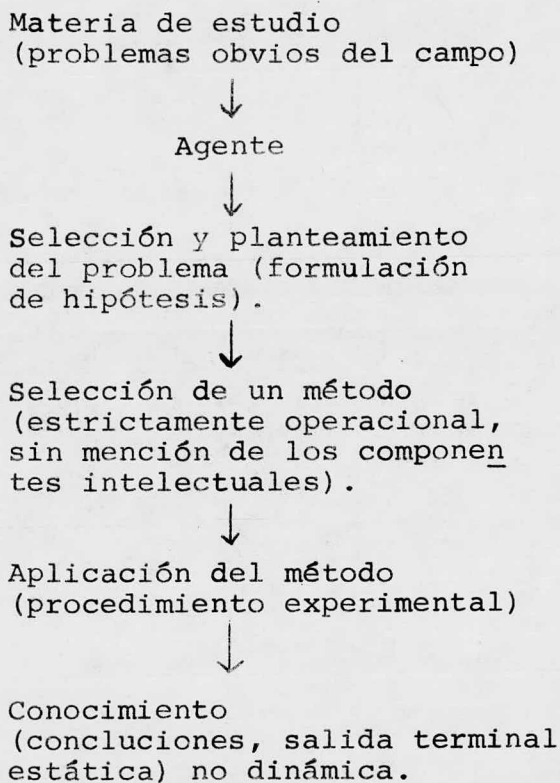
Consideremos otra concepción de la I.C. en la que se tiene una interacción entre el agente y una metodología disponible. Por metodología queremos decir ciertos modos de pensar, ciertos principios así como la disponibilidad de instrumentos de investigación. Esta interacción entre el agente y la metodología, cuando se combinan con el conocimiento del programa de estudio, conducirá a una selección reflexiva de la relación entre el problema (fenómeno) y el método; los resultados obtenidos retroalimentarán a ambos; el conocimiento de la metodología y al conocimiento del programa de estudio.

Una limitación de este esquema es que no hace una formulación creativa del problema y la invención de nuevos -

métodos en la solución del problema. El siguiente esquema ilustra este proceso:



Otros puntos de vista toman como punto de partida los problemas obvios de una disciplina particular. Lo único que se presupone y se requiere es una familiarización con la disciplina o la materia. El papel jugado por el agente es la formulación de hipótesis y la selección o invención creativa del método de acumular datos; estos datos son evaluados y las conclusiones son acerca de si las hipótesis, son verdaderas o no. Esta concepción de los cinco pasos se encuentra en los libros de texto. La representación de este proceso se muestra en la siguiente figura:



Una restricción de esta concepción de la I.C. consiste en que no permite la formulación de nuevos problemas.

Esto se debe principalmente al hecho de que las estructuras de la disciplina son tratadas como fijas y como verdades eternas, con lo cual se hace aparecer al problema como obvio y dado, aunque ni exista dicho problema.

El resultado neto en los estudiantes de este tratamiento del M. C. es que simplemente no pueden concebir que exista persona inteligente que no crea en la existencia de los átomos o las moléculas; de la misma manera en que los

antiguos rechazaron la teoría de Copérnico, en favor de la Ptolomeo, enmarcados en cada caso, ya sea por supersticiones, ignorancia o predisposiciones religiosas.

Al mismo tiempo, sin embargo, éstos mismos estudiantes pueden citar muy pocas evidencias observables, del catálogo de verdades literales que le han sido enseñadas. No se cuestiona la confiabilidad de la ciencia y los científicos, aunque con el paso de los años surgen cambios - en la forma en que los hechos científicos son vistos por la comunidad científica.

2.4.3 Análisis de los puntos de vista de John Dewey, Albert Einstein y Charles. S. Pierce.

Estos puntos de vista fueron escogidos porque parece que sostienen una variedad de usos y suministran un punto de vista coherente y razonable acerca de la I.C.

John Dewey.- Para él, el punto de partida de toda investigación es una situación existencial indeterminada. Sin embargo, en la I.C. el investigador no espera ser interrumpido por la ocurrencia de una inquietante situación indeterminada, (algo que no tiene definición), más que - ésto, la situación problemática para Dewey se pone con el expreso propósito de ganar y probar conocimiento.

El establecimiento intencional del problema y las variaciones de las condiciones de existencia que es como Dewey

define la experimentación enfatiza el papel que juegan las estructuras conceptuales o las formas lógicas en la guía y en la manipulación de los factores ambientales. Una de sus características es que relaciona las características de los modos de pensar y los conceptos, eliminando la dicotomía entre inducción y deducción (síntesis y tesis). La formulación del problema, implica una posible solución, como la situación problemática es definida a propósito, la realidad es examinada, y un conjunto de características o hechos son selectivamente discriminados, perfilándose así posibles modos de solución. Entonces, son postuladas nuevas acciones para modificar los antecedentes, y en esta forma se producen nuevos datos, los que se retroalimenta y sirven para reformular el problema, sugiriendo una serie de nuevas operaciones, y los datos obtenidos de las nuevas operaciones son usados para refinar y revisar las estructuras conceptuales guía. De manera que una formulación completa y exacta solo se alcanza cuando sea alcanzada la solución. El proceso continua con la revisión de las formas lógicas que guían a la selección de nuevo material relevante para la reevaluación y el refinamiento de lo creativo.

Así, para Dewey, las formas lógicas no surgen a priori; por lo contrario, ellas están funcionalmente determinadas y evaluadas en términos de las demandas de un problema en

particular. Por ejemplo: masa, tiempo y espacio no son verdades eternas, ellas son concepciones que funcionan como contenido de proposiciones universales cuya aplicación a la existencia es funcional.

El conocimiento empieza con la creación de un modelo y termina, según Dewey, cuando la investigación termina satisfactoriamente. En otras palabras, cuando el modelo creado al principio, termina por explicar a la realidad o parecerse a ella.

El conocimiento incluye un cuerpo de ase^{er}ciones garantizadas, que han sido acumuladas como resultado de pasadas investigaciones, y las formas lógicas por medio de las cuales las ase^{er}ciones han sido acumuladas.

En el sistema de Dewey, el conocimiento no tiene sentido, a no ser que no sea en el proceso de investigación, en que este tiene su origen.

ALBERT EINSTEIN.- Empieza asumiendo que el mundo externo es independiente de cualquier observador, que la acumulación de conocimiento de este mundo externo depende de la intuición y experiencia del investigador, debido a que la experiencia es la cotidiana y esta es inevitablemente incompleta y compuesta por fragmentos que no son coherentes y no están interrelacionados sistemáticamente.

La confiabilidad física, que es la significancia de los datos en el sentido de la percepción, es únicamente comprendida por ciertos medios "altamente controlados" que constituyen el método; por lo tanto, la verdad de la confiabilidad física es conocida como el método de la ciencia.

Los esquemas de guías conceptuales de la física son para Einstein de carácter tentativo. El no considera que estas estructuras sean abstraídas de la experiencia sensorial; por lo tanto, él desarrolla tres distinciones entre lo real, la experiencia del investigador con y su percepción del mundo externo y las concepciones libremente creadas traídas para explicar el mundo, él diferencia la percepción del mundo externo real: por la forma de la totalidad de la experiencia de los sentidos y por la totalidad de conceptos y proposiciones que nosotros usamos para tratar con el mundo.

Para Einstein el punto de partida de la I.C. es la interacción del investigador como observador con los datos suministrados a él por los sentidos, siempre y cuando este investigador tenga las siguientes atribuciones: que tenga intuición y una estructura interna cognitiva o simplemente pensamiento creador.

"El primer paso hacia el establecimiento de un mundo externo real, consiste en mi opinión (Einstein) en la construc

ción de un cuerpo de objetivos (conceptos) de varias - clases. El concepto no es descubierto o percibido, pero sí es construído. El pensamiento, y en especial el científico, es esencialmente constructivo y especulativo por naturaleza, este debe tratar con la totalidad de las impresiones que son tomadas (seleccionadas no dadas) que - son representativas en la construcción de la teoría física, por esto todas las impresiones deben ser consideradas como igualmente relevantes. Como no hay diferencia verdadera entre una sensación representativa y una ilusión nunca se puede garantizar la aceptabilidad de la conceptualización de un complejo particular de impresiones, esto es determinado solamente por el éxito en ayudarnos a orientarnos a nosotros mismos dentro de la confusión - de los datos sensoriales. El movimiento hacia una construcción libre de conceptos es lógicamente inexacto; esto, únicamente se hace por la prueba de los hechos y por el desarrollo de una tecnología experimental.

CHARLES S. PIERCE.-

De acuerdo con Pierce el objeto de la I.C. es el asentamiento de la opinión o la producción de creencias más que la prueba de una verdad absoluta. El proceso empieza con el establecimiento de una duda, y termina con el establecimiento de un hábito de acción, entendiéndose por este una tendencia para actuar de cierta manera que demuestre una

confianza operacional en la creencia establecida.

La duda es usada para designar cualquier pregunta pequeña o grande, existencial o imaginaria, y es descrita como un estado de insatisfacción del cual nosotros luchamos para liberarnos a nosotros mismo, para pasar al estado de creencia, el que marca la solución del problema. La creencia es la que guía nuestras acciones y les da forma a esas acciones. De pronto, pasa alguna experiencia que es inexplicable en términos de la creencia anterior y surge la duda, la que trae otra vez la lucha por alcanzar el estado de creencia. Esta duda que surge, es la duda roedora que es similar al término de situación existencial indeterminada de Dewey.

Pierce asume que existe una conexión entre el carácter de la mente humana y los fenómenos naturales en las regularidades conque estos ocurren, esto conduce al término de abducción que ocurre cuando un número de posibles hipótesis es adoptado por sobre otras porque algo nos dice que es lo correcto; por ejemplo, alguna regularidad.

Aristóteles toma esta capacidad como innata en el hombre. Esto tiene una conexión con lo que remarca Einstein, en el sentido de que una incomprensión acerca de la naturaleza es su comprensibilidad.

Pierce argumenta que el proceso de evolución tiene, como resultado, una virtual unión, entre la mente y las regularidades encontradas en los fenómenos de la naturaleza, en

tre los cuales la mente ha evolucionado.

- 2.4.4 Análisis o enfoque que da el programa del curso CHEMS (materiales de estudio de la educación química) al Tratamiento del método científico.

Este programa mantiene decididamente una orientación empírica, ya que se pone el énfasis en la importancia de las observaciones exactas en la experimentación controlada y en el desarrollo de modelos, todo lo cual permite que el fenómeno observado sea explicado, y que se predigan relaciones entre los fenómenos observados. Para la mayor parte de este curso, el enfoque del M.C., se centra acerca de las funciones de los modelos (teorías, leyes o reglas).

Sin embargo, el enfoque tiende a ignorar el uso de la palabra control, el que implica la creación de un sistema de referencia que dicte qué es lo que debe ser observado y por lo tanto qué forma de control debe adoptarse. Este punto no es incluido lo suficiente en lo que ellos quieren decir por modelos, de hecho un examen cuidadoso de este material trae a la luz una diferencia significativa entre estos materiales y cualquier posición filosófica discutida anteriormente, hay una carencia de atención en lo creativo o constructivo de los factores creativos que guían la I.C., La impresión que se recibe a primera vista es que las verdades o hechos acerca de las propiedades incambiables de la naturaleza vienen hacia nosotros desde el fenómeno. Aquí, el papel del estudiante consiste en observar

al fenómeno exacta y objetivamente, determinando el valor de la incertidumbre estimada en sus observaciones. Entonces él describe el fenómeno encontrado en un sistema ya entendido (modelo) que es similar a alguno observado, en seguida compara a los dos sistemas, modificando el modelo inicial cuando se haga necesario, hacerlo a fin de describir o explicar las nuevas observaciones, olvidando o asumiendo que las estructuras substanciales son rígidas y no dinámicas, o se les relega al Status de meros modelos.

Los 41 ejercicios o práctica de laboratorio fueron analizados de acuerdo a su contenido o a los postulados que establece, y se encontró que caen dentro de 3 categorías:

- Ejercicios, a través de los cuales se esperaba que el estudiante descubriera (es decir que el estudiante hiciera generalizaciones inductivas acerca de ciertos principios específicos o regularidades en los fenómenos químicos).
- Ejercicios que involucran inferencia o resolución de problemas que no tienen solución única, los llamados ejercicios de fin abierto (open-ended).
- Ejercicios para ilustrar o para dar al estudiante la oportunidad de observar algunos fenómenos en particular, junto con ejercicios que intentan dar al estudiante capacidad de desarrollo en las técnicas de laboratorio.

De los 41 ejercicios 50% parece ser de la variedad ilustrativa-demostrativa; 6 fueron de fin abierto (si uno - considera que en los cursos normales no se llega mas - allá del capítulo 18 estos problemas se reducen a 2) y el 25% es de descubrimiento o inducción de generaliza-- ciones o regularidades.

2.4.5 Puntos de vista de los maestros acerca del enfoque del método científico en el material del curso o programa.

La posición tradicional del maestro en el salón es de - autoridad, él es el último filtro en el que los materia - les curriculares pasan del productor (planeador o dise - ñador de Curricula) al consumidor. El estudiante puede leer la comunicación escrita del más remoto arquitecto del curso y así parecer un consumidor directo, pero es el maestro quien actúa como último interprete, el está en la posición de ampliar o acortar los propósitos de - quienes diseñaron el curso.

En el estudio de Marshall D.Herron se tomo una muestra - de 49 maestros y la técnica que se usó fué la entrevista con grabadora, y en la encuesta había cuestiones como: - ¿cual es la percepción del maestro acerca del contenido del M.C. en lo que toca al contenido de los materiales - de estudio?, ¿Cual es el punto de vista sostenido, por - el propio maestro, acerca de la Investigación Científica?

Se pudieron clasificar cinco tipos o clases de respuestas.

En la primera clase están aquellos entrevistados que no dirigen por sí mismos cuestiones o problemas relacionados con el papel del M.C. en el salón de clase, ellos presentan tal cual vienen la orientación del contenido del curso, y no mas. En la segunda clase están aquellos en los que el entrevistado recogió frases como: investigación, modelos o método científico. Por ejemplo, a uno de ellos se le preguntó que es para usted el método científico, y contesto acerca de la enseñanza de esquemas conceptuales contra fragmentos de información de hechos, y enseñar a los estudiantes cómo pensar críticamente, mas que una simple memorización. Estos entrevistados no fueron capaces de relacionar estas frases coherentemente en una forma sistemática.

Preguntas como: ¿usted piensa que el contenido del programa hace claro que los alumnos piensen acerca de la estructura y la naturaleza de la ciencia?. Es decir, una persona como usted, a través de este material se puede familiarizar y transmitir este contenido del M.C. a sus muchachos.

Entrevistado: bueno, no, yo no recuerdo que ellos especifiquen cuál es la naturaleza de la ciencia, yo no conozco si cualquier científico tiene una buena definición de la ciencia.

Entrevistador: ¿usted piensa que ése es realmente un objetivo apropiado?. Hay muchas cosas en la clase, mucho contenido que cubrir: ¿Piensa usted que es una demanda realista?

Entrevistado: yo confío en que ésto es lo único que se debe enseñar, y que tenemos que enseñar filosofía de la ciencia a expensas del contenido. No vamos a hacer físicos o químicos a los 17 años.

La tercera clase contiene poca coherencia, pero dieron una referencia muy general del M.C. Tales respuestas se reducen al nivel tradicional de los cinco pasos del Mé-todo Científico.

La cuarta clase incluye a aquellos individuos cuyas verbalizaciones concernientes al M.C. fueron juzgadas comparables, con el nivel de los materiales que ellos enseñan concientemente (es decir, control experimental, hacer modelos etc.). Estos maestros fueron capaces de llamar la atención y discutir aquellas partes del material en que aquellas ideas eran relevantes.

Sin embargo, ellos no fueron capaces de ver los materiales en un contexto mas grande; es decir, ir significativamente mas allá del nivel de discusión de los materiales del curso.

Unicamente 2 maestros de 49 demostraron tener esta competencia y una quinta clase fue designada especialmente pa

ra esas respuestas.

Del estudio de Marshall D.Herron se sacó que existe una correlación positiva entre la experiencia en la enseñanza y el nivel de las respuestas. Es decir, los maestros nuevos, recientes en este tipo de programas, mostraron más tendencia hacia la orientación, que del M.C. tiene el contenido del programa, que aquellos maestros con más experiencia en la enseñanza.

Sin embargo, la investigación debe seguir, parece haber definitivamente un factor de prestigio que opera con los maestros la que se manifiesta en varias formas; una de ellas es que los maestros fueron impresionados por el hecho de que estos nuevos materiales, se originaron por especialistas y autoridades en la materia, representativos de cada campo. La lógica es muy fácil: si los expertos estaban tan interesados, para enseñar a los maestros de enseñanza media superior a elaborar los nuevos currículos, ¿quien duda de su validez?.

B I B L I O G R A F I A.

- (1) Benjamín Farrington, *Ciencia y Filosofía en la antigüedad*, ed. Ariel
- (2) Desiderio Papp y JOse Babini, *La ciencia del renacimiento*, ed. Escape-calpe.
- (3) Francisco Larroyo, *Descartes*, Ed. Porrúa.
- (4) Eli de Gortari, *Método Experimental*, Lab. Ciencia Básica. Fac. de Química.
- (5) Enrique Villarreal, *La Teoría del Conocimiento y la Información* Lab. de Ciencia Básica. Fac. de Química.
- (6) Eli de Gortari, Op. Cit.
- (7) Kursanov, *Materialismo Dialéctico*, Mir. Moscú.
- (8) Eli de Goratari, Op. Cit.
- (10) Enrique Villarreal Op. Cit.
- (11) Eli de Gortari. *El Método Dialectico*. Ed. Grijalbo Colección 70.
- (12) Eli de Gortari, *La Metodología Una Discusión*, U.A.N.L.
- (13) Enrique Villarreal Op. Cit.
- (14) Eli de Gortari. *El Método Experimental* Lab. C. Básica. Fac. de Química.
- (15) Enrique Villarreal. Op. Cit.
- (16) Eli de Gortari Op. Cit.
- (17) Enrique Villarreal Op. Cit.
- (18) Arthur Carim, *La Enseñanza de las Ciencias por el Descubrimiento* Ed. Uthea.
- (19) Paul K. Feyerabend, *Contra el Método*. Ed. Ariel
- (20) Mario Bunge Op. Cit.
- (22) T.A. Brody *El Método científico en las Ciencias Naturales* Inst. Fis. (UNAM).
- (23) Arthur Carim Op. Cit.
- (24) Andre Gorz. *El Caracter de Clase de la Ciencia y de los Trabajadores Científicos*. Revista Foro No. 2 UNAM.
- (25) Marshall D. Herro. *The Natura of Scientific Inquiry* School -
Revier Febrary, 1971.

C A P I T U L O 3

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LOS VALORES.

3.0.-LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LOS VALORES.

En este capítulo se intenta hacer notar la carencia que tiene la actual enseñanza de las ciencias en relación con los valores en que debe hacer énfasis la ciencia, se intenta contestar a la pregunta de si intervienen los juicios de valor en las ciencias. También se anotan las implicaciones sociales de la ciencia, sobre todo en aspectos como la contaminación aire-agua, la guerra química y bacteriológica, y principalmente sobre lo que ha hecho la ciencia por resolver los problemas de habitación, de vestido, de alimentación y de salud. Asimismo se pretende analizar someramente si están satisfechas estas necesidades o no.

Finalmente se describe un artículo de Andre Gorz en donde se analizan las relaciones entre ciencia y sociedad.

3.1.-Ciencia y humanismo.

¿Como reconciliar las concepciones humanísticas y científicas del Hombre?. De acuerdo con las primeras el hombre se orienta hacia una jerarquía de valores y debe juzgarse a estos valores en terminos de la adecuación de sus respuestas. De acuerdo con las segundas, el hombre es una parte de la naturaleza y esta una vasta gama de eventos, neutral en su carácter y predecible en principio.

La característica de las ciencias físicas es que ignoran todos los juicios de valor, tales como los juicios estéticos

o morales, únicamente están interesadas en los puros hechos.⁽¹⁾ Como consecuencia, en esta segunda posición se somete el pensamiento a los hechos. Si el ser humano es parte de la naturaleza y si la naturaleza, como parece decir la ciencia, es una nube de moléculas, átomos, electrones y su mutua interrelación, ¿puede ser real la vida moral?, ¿donde cabe el valor en el mundo de los hechos que revela la ciencia?⁽²⁾

Recordemos que los primeros estudios que se empezaron a hacer sistemática y oficialmente fueron los humanísticos, y que no fue hasta el siglo XV ó XVI que empezaron los estudios sistemáticos de la naturaleza. Para Sócrates, la ciencia no era tan importante ya que lo principal era el conocimiento de la naturaleza del hombre y el fin del hombre. Existen varias causas por las cuales los estudios científicos de la naturaleza empezaron del siglo XV en adelante, entre ellas estan:

Que existía una vieja tradición en las instituciones interesadas en política, leyes, diplomacia y teología.

Que las ciencias naturales fueron concebidas de una manera tal que existia una oposición entre el hombre y la naturaleza.

Que la revolución protestante incrementó las discusiones en las controversias teológicas.

Que la revolución industrial fue acompañada de la exigencia de una revolución en la forma de hacer ciencia, y

Que el feudalismo fue deste rado por la aplicación de la nueva ciencia, al transferir el poder de las tierras a los centros manufactureros urbanos en donde los éxitos tecnológicos y científicos se multiplicaban.⁽³⁾

Fué Bacon quien expuso que a través del conocimiento se tiene poder sobre la naturaleza a fin de que el hombre alcance sus fines, él fue quien reconcilió el interés por el estudio de la naturaleza y las humanidades, pero la hipótesis de Bacon fracasó. Ello se debió a que en vez de surgir un humanismo científico, como él pensaba, toma su lugar el capitalismo. La ciencia y la técnica utilitaristas en sus tendencias, alejadas de las auténticas necesidades humanas y dedicada a la acumulación de capital, incrementan la explotación del hombre por el hombre, y es aquí donde surge la duda acerca del valor de las ciencias físicas para el hombre.

3.2.- Enseñanza de las ciencias con enfoque de valores⁽⁴⁾

En medio de muchos triunfos científicos y tecnológicos, - como el lanzamiento del cohete a la luna, los avances en energía nuclear y en la cibernética, ha habido muchos hombres que se hacen preguntas acerca del valor de estos eventos. Particularmente acerca de algunas zonas habitacionales de los barrios bajos con las habitaciones infestadas de ratas, en donde hay mal nutrición, enfermedades, polución del aire y en donde el incremento de desacomodo de la habitación humana se hace crítico. Es aquí donde surgen preguntas de valores acerca de las prioridades de la ciencia, ¿donde deben poner sus energías - la ciencia y la tecnología ¿qué están haciendo los maestros de ciencias acerca de los valores?. Parece que ellos están lejos de tratar con los valores. Muchos de nosotros bajo el pretexto de la neutralidad y la objetividad de la ciencia, simplemente hemos tratado de evitar los temas ardientes y controversiales de la ciencia que enseñamos. Quizá los temas como la guerra bioquímica, la contaminación de lagos, rios, aire, los detergentes no degradables, etc. no los debemos tocar, porque son temas sobre los que surgen cuestiones de valores y tenemos que enfrentar nuestros propios valores con los de los alumnos, y quizá el tener que exhibir la carencia de un buen criterio nos haga sentir ruborizados de nuestros propios valores.-

Cualquiera que sea el caso, lo que se quiere proponer es que los temas que involucran valores deben formar parte de la enseñanza de las ciencias; al mismo tiempo no debe haber tópico en una clase de ciencias que no puede ser enseñado aprovechando la oportunidad de considerar los valores implicados en su contenido. Solamente los hechos aislados de todo contexto socioeconómico, ético, político deben desterrarse de cualquier cosa a la que demos el nombre de enseñanza de las ciencias. - El enfoque, consistente en señalar únicamente los hechos, pudo haber sido suficiente en los primeros tiempos en que el mundo era menos complejo y confuso, pero ahora que estamos frente al holocausto nuclear, frente al ecocidio, simplemente ya no podemos enseñar a los estudiante el cómo y el porqué de los fenómenos científicos sin haber levantado un proceso de cuestionamientos sobre los tópicos que ellos estudian. En el mundo de hoy vemos que dentro de dos o tres años hablaremos de los viajes interestelares o del combustible nuclear, pero lo que nosotros queremos es que el estudiante entienda y tenga una posición propia cuando va al campo y regresa a la ciudad, o cuando va a los barrios bajos, a ciudades perdidas y regresa a casa, o cuando ve a los trabajadores domésticos o a los campesinos que porque no saben leer toman un camión equivocado. Queremos que ante estos contrastes, el alumno sugiera en dónde deba hacerse énfasis en la enseñanza de la ciencia y en la ciencia misma como medio de conocer

la naturaleza y como base de la tecnología.

Pero ¿cómo podemos tratar con valores en la enseñanza de la ciencia evitando la adoctrinación con nuestros propios valores, inculcados por la sociedad y muchos de los cuales - los sentimos fraudulentos?. Lo que podemos hacer es tratar - de enfrentar al alumno a un desafío, a fin de que el mismo tome una posición mediante estos cuestionamientos, sin tratar de imponer nuestra posición.

Merril Harmin ha señalado que cualquier disciplina puede ser vista en tres niveles. El primer nivel es el de los hechos, el segundo nivel es el de los conceptos y el tercero es el de los valores. El nivel de los valores, usualmente requiere el uso de información aprovechable del nivel I y II - el que no se encuentra en los libros de texto. Esta información puede venir de publicaciones especializadas. Pero, más que nada, viene de fuentes tan variadas como son: la experiencia personal, la observación del comportamiento humano, la literatura y el arte. Un elemento importante del tercer nivel es que involucra al estudiante en temas de valores de su propio medio ambiente, este nivel fuerza a los estudiantes a elaborar tópicos relevantes, porque les pide tomar una posición y a veces les impele a hacer algo acerca del problema surgido. Esto no es solamente enseñar las cien verdades, o las verdades a medias. Esto es enseñar al estudiante valores

de su propia vida, y generalmente, la información que ello requiere viene de la vida de los estudiantes. Y no se debe insistir en que haya una respuesta que deba ser aceptada por todos los estudiantes. Lo esencial es que el maestro tome una posición acerca de los temas de valores, y esto debe hacerlo sin demandar a los alumnos que adopten su punto de vista.

Algunas veces el maestro empieza con contenido de la materia y contruye llevando la discusión hacia temas de valores.

Otras veces, él motiva al estudiante y lo impulsa al estudio de la materia empezando con un enfoque de valores. Lo que realmente es importante es que el estudiante no se forme juicios a priori acerca de la ciencia sin un conocimiento adecuado de ésta y que de antemano rechace todo conocimiento y toda posible dedicación al estudio de la ciencia.

Como ilustración de cómo se debe enseñar con enfoque de valores, veamos el tema de las leyes del movimiento de Newton, el que casi siempre forma parte de los programas de ciencias correspondientes a el bachillerato:

"Nivel de Hechos"

- 1.-¿Que son las leyes de Newton?
- 2.-¿Cuándo fueron formuladas estas leyes?
- 3.-¿Cuál es la llamada primera ley?
- 4.-¿Cómo se derivan las fórmulas de las leyes?, etc.

Nivel Conceptos

- 1.- Via experimentos de laboratorio demuestra que conoces estas leyes.
- 2.- ¿Cómo se usan estos principios en algunas invenciones recientes?
- 3.- ¿Intenta inventar algo útil aplicando una o todas las leyes?
- 4.- Describe la aplicación de estas leyes en máquinas simples.

Nivel de valores.

- 1.-¿Que relación hay entre estas leyes y tu propia vida?
- 2.-¿Los cinturones de seguridad se usan en función de algunas de estas leyes?, ¿el auto que usas tiene cinturones? ¿los usas?
- 3.- Al chocar un auto contra una pared, es como si ésta - recibiera un golpe con un martillo de una tonelada - ¿que preferirías ser, la pared o el martillo?.
- 4.-¿Tu crees que los científicos tienen la obligación de ver si sus descubrimientos, como el automóvil, no sean usadas para herir al hombre?.
- 5.-¿Que crees que los productores de coches deben hacer para asegurar la vida?, ¿te gustaría empezar con una petición sobre este tema?

Algunos otros ejemplos del nivel III de temas de valores.

- a.-¿Cuánto cloro u otros reactivos son necesarios para conservar limpia una alberca privada?, si tu tuvieras una alberca ¿invitarías a tus vecinas?, ¿con qué frecuencia?
- b.-¿deben los científicos usar seres vivientes, matarlos si es necesario, para sus experimentos?; cuando tu te muestras, ¿darías tus ojos a la ciencia?
- c.-¿preferirías comer manzanas agusanadas, en lugar de usar insecticidas que pueden ser tóxicos?, ¿qué otra alternativa propondrías?.
- d.-¿es la pasta de dientes mas efectiva que el jabón y el agua en contra de la caries?. Se ha comprobado que la pasta de dientes es más cara que algunas sustancias que venden en las farmacias; ¿tu usarías éstas?; ¿deben las ciudades fluorar el agua?
- e.- Si la comunidad donde vives tiene un terreno pantanoso ¿podría quedarse así o debería ser drenado para usarle como lugar de recreación o como lugar para poner todos los desperdicios?

Sin embargo hay que tener presente cómo opera el oportunismo económico y social en la elección que hacen los estudiantes del campo de estudio. Se sabe que lo que los estudiantes quieren es alcanzar posiciones económicas, tener un buen coche, una mujer bonita, vestir bien, una casa elegante

ir a restaurantes finos. Estos son los valores que la sociedad les ofrece, más que un enfoque humanista. Sin embargo, con una enseñanza con enfoque de valores se piensa cuestionar todo esto.

3.3.-Enseñanza de las ciencias y humanismo científico.

“La evolución sin fin en las ciencias hace que los métodos tradicionales de enseñanza sean cada vez menos aceptable. Nosotros no podemos confiar en absorber la explosión del conocimiento, atestando los cerebros con más y más hechos científicos o quitando materias obsoletas del plan de estudios. Por otro lado, la ciencia no debe convertirse en un mero ejercicio de escuela. Por el contrario, la enseñanza de la ciencia debe basarse en la búsqueda práctica de soluciones a los problemas que surjan del medio ambiente, ya sea que provengan directamente de la realidad o que deriven del modelo.

Es a través del humanismo científico que se busca un nuevo orden en educación, y es humanista, en el sentido en que el humanismo científico rechaza toda idea preconcebida, subjetiva u abstracta del hombre. El tipo de hombre con el que trata es el hombre concreto, un hombre puesto en un contexto histórico y en un período dado. De aquí que este humanismo depende del conocimiento objetivo, el que es esencial y primariamente dirigido para ponerlo al servicio del hombre.

El contenido del universo del hombre ha cambiado; quiera o no, el hombre es precipitado a un mundo empapado en ciencia.

La ciencia no es un conglomerado de briznas de aprendizaje o de instrumentos intelectuales que son ajustados sobre un individuo quien persiste en todas sus actitudes y comportamientos tradicionales. Nosotros todavía no hemos entendido completamente que la ciencia substancialmente es un factor decisivo en el entrenamiento de todas las partes de la personalidad y en el encuentra sus anhelos. Desde este punto de vista, la objetividad es de un valor decisivo, ya que elimina la subjetividad y pone a lo espontáneo en el lugar que le corresponde.

Las relaciones humanas tienen algo de provechoso, cuando en una averiguación común acerca de la verdad existen deseos de aceptación de la realidad y los hechos prevalecen sobre los clisés y las emociones se ponen bajo la razón.

Debemos darnos cuenta de que el acceso al conocimiento resulta de una batalla ganada en contra de la rutina y la inercia, en contra de las ideas ya hechas y las categorías, en contra de la complejidad y obscuridad del objeto que estamos tratando de entender.

Debemos estar conscientes de que todo nuevo conocimiento es el punto de partida de una nueva búsqueda, debemos re-

conocer la labor de las generaciones pasadas en la parte de verdad que nosotros hemos adquirido y debemos evitar hacer juicios sin verificar antes los hechos. Estos axiomas son contrarios a las mentes dogmáticas y metafísicas, y son plenamente aceptables para las mentes abiertas y libres de prejuicios que fundamentan sus juicios en la realidad objetiva.

Es indispensable que cada individuo sea educado para entender la relatividad y la interdependencia de los varios momentos de la existencia, ya sea de su propio punto de vista o de aquellos de la comunidad. El pensamiento dialéctico es el instrumento usual para aprehender la realidad de este modo. Este es un campo fértil en que se puede sembrar la tolerancia. Esto no implica pusilanimidad o crueldad, más que esto, implica aceptar las diferencias entre los hombres. De acuerdo con esto el individuo debe evitar imponer sistemáticamente sus creencias y convicciones, su ideología, su visión del mundo, su comportamiento y sus costumbres como modelos válidos para todas las civilizaciones y tiempos o para todos los modo de vida.

Por naturaleza, el hombre parece oscilar entre dos lenguajes; seguridad y aventura. El porqué del primero puede explicarse diciendo que busca protección. El porqué del segundo, se puede explicar diciendo que el tiene que enfrentarse al -

riesgo y aceptarlo, y nos referimos a todas las formas de riesgo: el riesgo de estar equivocado, así como el riesgo involucrado en el descubrimiento de ser descubierto, y enfrentarse también a la gran experiencia de la vida. Hay que pagar un precio por cada uno de estos sentimientos contrastantes. El precio de ser creativo es incomparablemente más grande, en vista de que todas las capacidades humanas deben ser dedicadas a esto. En cambio, el precio de la seguridad es relativamente modesto. Por otra parte la creatividad no significa dejar el campo abierto a toda expresión libre y espontánea de la naturaleza humana. El camino de la creatividad y la invención también sigue el curso de una disciplina libremente aceptada. Negar el papel de la disciplina y rechazar todas las reglas está fuera del propósito de la creatividad, aunque en el largo camino creativo la disciplina y las reglas deben ser compatibles con las facultades y las capacidades del individuo. De aquí que éstas serán las que el individuo perfeccione para su propio uso.

Esta creatividad no conformista, este espíritu de búsqueda es particularmente aparente en muchas ciudades del mundo entre la gente joven. Los jóvenes, aunque esto no es del todo verdad, están advertidos de las realidades de este mundo, cuyos valores éticos, ya han sido diariamente despreciados por sus compañeros más viejos, aún antes de que ellos mismos empe

zaran a protestar en contra de ellos.

Ellos, los estudiantes, se dan cuenta que los diálogos a los que generalmente son invitados para compartir postulados, son más acerca de la conservación del statu quo y de las actitudes paternalistas, que acerca del deseo de buscar nuevas verdades. El malestar de los jóvenes es debido principalmente al abismo que existe entre las transformaciones que ocurren en el mundo real y la manera caótica e inadecuada en que las instituciones se adaptan a ellas. Así, en las ciudades donde este fenómeno tiene lugar en forma de cambios culturales o aún políticos, los jóvenes se unen en grupos autosuficientes en la averiguación de los nuevos valores para un nuevo mundo que finalmente surge de la cultura del silencio y de la opresión, despojados ellos mismos de la maquinaria socio-económica y del dominio intelectual.⁽⁵⁾

3.4.- Ciencia y Sociedad.⁽⁶⁾

Dice André Gorz: "Cuando sostengo que nuestra idea de la ciencia y nuestra forma de practicarla son burguesas, tengo en mente los tres aspectos siguientes:

- 10.-El lenguaje y el objeto de la ciencia.- Los métodos de enseñanza y todo el programa escolar son concebidos en tal forma que la ciencia se vuelve inaccesible. Es-

to no se debe ni con mucho a las dificultades intrín-
sicas del proceso científico. En lo fundamental se -
debe a la ruptura de la relación entre el desarrollo
de la teoría y la práctica, a la ruptura entre el co-
nocimiento sistemático y la vida cotidiana, y enton--
ces podemos atrevernos a decir que la ciencia ha sido
socialmente definida como un conjunto de conocimientos
sistemáticos que no guardan ninguna relación con las -
necesidades, los sentimientos y las actividades del pue-
blo.

El capitalismo ha impulsado a un nivel sin precedente -
la división entre la teoría y la práctica, entre el tra-
bajo intelectual, y ha creado un verdadero abismo entre
la teoría y la práctica, entre el trabajo manual y el -
trabajo intelectual, y ha creado un verdadero abismo en-
tre la especialización profesional y la cultura popular. El ti-
po de conocimiento científico que se enseña a la mayoría no -
solamente es ajeno a la cultura popular, sino que es imposible
que se integre a un conjunto cultural cualquiera; es decir, es
de hecho culturalmente estéril y hasta destructivo. La formación
científica que imparte la enseñanza tradicional burguesa es aje-
na a la vida cotidiana y a la actitud autónoma de aquellos que
reciben esa formación. De manera que nuestros conocimientos son
inútiles cuando tratamos de tomar el control de nuestra vida in-



dividual y colectiva. No nos sirven para nada, cuando se trata de dirigir y controlar por nuestra propia cuenta la vida de nuestro barrio, de nuestra ciudad y aún de nuestra familia.

2.- La definición de lo científico y del campo de la ciencia.

Para definir lo que es y lo que no es científico, nuestra sociedad aplica criterios implícitos bastante particulares; denomina científico a todas aquellas capacidades y conocimientos susceptibles de ser sistematizados e incorporados dentro de la cultura académica de la clase dominante, y considera no científico a las habilidades y conocimientos que pertenecen a una cultura popular en vías de desaparición. Por ejemplo; la homeopatía, la acupuntura, la herbolaria son considerados como acientíficos. También, como por ejemplo solamente, cuando un cuerpo de ingeniosos investigadores diseña un motor que se supone que es fruto de largos estudios es reconocido, como de alto valor, pero si lo diseñara un grupo de aficionados y obreros mecánicos sería considerado acientífico y no reconocido por la crítica. Es decir, la sociedad no concede la etiqueta de ciencia y de científico a ninguno de aquellos conocimientos, capacidades o habilidades que no estén integradas a las relaciones de producción capitalista. Esto es, los conocimientos poseen algún valor siempre y cuando sean útiles al sistema y producidos de acuerdo a las

normas establecidas por el mismo.

3o.- El contenido ideológico implícito de la ciencia.

Este contenido se manifiesta en cuanto al tipo de soluciones que se propone encontrar, en cuanto a la forma en que plantea ciertos problemas y, en la forma que deja de plantearse otros. Así, por ejemplo, la medicina consagra enormes esfuerzos a la búsqueda de remedios que atenuen las enfermedades, y casi no se ocupa de la medicina preventiva; por otra parte la medicina protege el monopolio del saber médico, ya que en la enseñanza se destina poco esfuerzo para dar los medios que permitan a la gente que se haga responsable de su propia salud. Esta sería la única solución sensata para el problema general de la salud personal y pública. Es decir, dar a todos, o cuando menos a quien lo desee, la posibilidad de tratar las enfermedades comunes, de controlar nuestras condiciones de trabajo y de los medios de vida, según nuestros deseos y necesidades.

Por otra parte sabemos que la ciencia tiene como pretensión aparente la neutralidad ética y política, la indeferencia ante estos problemas y sólo se ocupa de acumular conocimientos, acumula cualquier tipo de conocimientos; o sea, que recoge un 90% de conocimientos inútiles y un 10% de conocimientos útiles al sistema.

La finalidad no está en producir una ciencia de vanguardia cuyos resultados sean recompensados con el premio Nobel. La finalidad es difundir el conocimiento entre el pueblo y - la clase obrera, China y Vietnam son ejemplos. La tentativa china que pretende hacer de los expertos hombres igual a todo el mundo y de cada hombre su propio experto, puede y debe entenderse como un buen propósito.⁽⁶⁾

B I B L I O G R A F I A :

- 1.-Whitehead A.N. : The aims of education and other essays.
- 2.-Jones W.T. Las ciencias y las Humanidades: Ed. Fondo de Cultura, México, pag 15-65.
- 3.-Dewey Jhon : Democracy and Educación.
- 4.- Harmin Merril y colaboradores: Teaching Science with a focus on Values.
The Science Teacher enero de 1976.
- 5.-Faure Edgar: Learning To be, Ed Alianza UNESCO.
- 6.-Gorz Andre: El caracter de clase de la ciencia y los trabajadores científicos.
Revista Foro Universitario No.2

CAPITULO 4

LA POBLACION ESCOLAR Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

4.0. LA POBLACION ESCOLAR Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

Este capítulo intenta por una parte, enfatizar los elementos de la población escolar que se deben tomar en cuenta en el diseño de planes de estudio y por otra, poner de manifiesto cual es la situación actual de la población estudiantil.

4.1 Población escolar y problemática estudiantil.

¿Qué es lo que piden los estudiantes y por qué?. Los estudiantes piden participación en la definición de políticas académicas, y en la selección y jerarquización del contenido de los programas. ¿Por qué? Porque han observado la diferencia que existe entre el contenido de lo que se enseña y la realidad social; se separan los hechos y los datos de su significado,¹ se estudia el modelo y no la realidad. Los estudiantes saben que pronto van a dejar de ser dependientes, que pronto van a perfilarse como seres independientes, es por esto que ellos requieren un conocimiento que les permita dominio del mundo, de la situación real y de lo que va a pasar.

Por otro lado se sabe que los estudiantes están en contra de la atomización de las disciplinas, de los grados, de los ciclos, de los departamentos sistemáticamente segregados, porque esta situación denota inconsistencia con los problemas actuales, ya que ahora se requiere un enfoque interdisciplinarios y trabajo en equipo.

¿Como son los estudiantes?. Se sabe que en ellos opera el oportunismo económico y social, tanto como la moda en la selección del campo de estudio. También se sabe que por cada 5 o 7 humanistas hay 2 o 3 técnicos lo que indica desprecio por el trabajo manual, no quieren desempeñar un trabajo duro, desean una actividad intelectual.

4.2. Población escolar y diseño de planes de estudio.²

Si la idea central de la enseñanza es modificar conocimientos, habilidades, hábitos y actitudes, técnicas y valores en los estudiantes, es necesario que los diseñadores de planes de estudio conozcan las características propias del sujeto de aprendizaje.

En el diseño de planes de estudio generalmente no se considera las características de la población escolar a la que mas tarde serán aplicados. Es decir, cuando se diseña un plan de estudios no se toma en consideración todas aquellas características de los estudiantes como son: sus necesidades, sus recursos, las habilidades, hábitos y técnicas de estudio que maneja, sus intereses, sus valores, su nivel socio-económico; Lo anterior trae como consecuencia que los planes de estudio actuales tienden a nivelar a todos en la mediocridad porque no satisfacen las necesidades de unos ni de otros.

Sin embargo, en la actualidad los diferentes modelos de

diseño de planes de estudio tienden a tomar en cuenta - las características de la población escolar.

Desde el punto de vista del diseño de planes de estudio, el análisis de la población escolar consiste en determinar la naturaleza y la frecuencia con que aparecen las - características de cada una de las personas que componen la población escolar; esto implica que los diseñadores - de planes de estudio tienen que conocer: a.- cuales son las características susceptibles de identificación y qué posibilidades reales existen de estudiarlas, b.- de que manera estas características influyen en la determinación y selección de los objetivos generales del plan de estudio y c.- de que manera afectan a la capacidad de aprendizaje y como pueden mejorarse.

Actualmente todos los modelos de diseño de planes de estudio tienen como elemento básico al estudiante, aunque con diferente nombre (sujeto de aprendizaje, egresado, - alumno etc). Según el modelo de la Comisión de Nuevos Métodos de Enseñanza de la UNAM los aspectos de este elemento básico (sujeto de aprendizaje) que deben analizarse son:

- definición de la participación de los estudiantes - en el proceso de aprendizaje.
- el proceso de aprendizaje conforme a los principios psicológicos.

- necesidades educativas.
- recursos con que cuenta el estudiante.
- nivel socio-económico.

Interesa en especial lo referente a las necesidades, los recursos y el nivel socio-económicos de los estudiantes, categorías éstas que los caracterizan como miembros de una institución educativa y que los clasifica en clases o grupos y por lo tanto requieren de una definición precisa que indique cómo pueden identificarse y ser objeto de estudio.

Por necesidad educativa Kaufman Robert entiende "La discrepancia medible entre donde estamos actualmente y donde deberíamos de estar". Para Ralph Tyler, necesidad es la carencia o diferencia entre la realidad y la aspiración. En términos generales se considera que las necesidades del estudiante se obtienen analizando la preparación académica con la que egresan de las instituciones anteriores correspondientes y comparándola con niveles deseables o ideales. En este contexto se puede afirmar que los estudiantes tienen necesidades educativas cuando su bagaje académico es insuficiente para iniciar el proceso de enseñanza aprendizaje que comprende el plan de estudio.

En cuanto a los recursos de los estudiantes se pueden establecer los siguientes:

- Las técnicas de estudio adquiridas anteriormente que pueden manejar.

- El acceso a los materiales auxiliares de la enseñanza, (libros , material de laboratorios y actividades extraescolares)
- El tiempo de que dispone para estudiar.
- Las habilidades psicomotoras y cognoscitivas*

Por último, el nivel socio-económico de los estudiantes es tan importante que determina sus necesidades y recursos: Se sabe que existe una correlación positiva entre el nivel socio-económico del estudiante y sus posibilidades tanto de tener acceso al sistema escolar como de permanecer con éxito en el.

Dada la importancia que tienen las características de la población escolar es conveniente presentar el siguiente procedimiento para analizar una población escolar:

- Hacer una evaluación de las necesidades educativas a través de pruebas de aprovechamiento, predeterminando los requisitos académicos, seleccionando una muestra de estudiantes, dándole tratamiento estadístico a los resultados y estableciendo alternativas de solución.
- Con respecto a los recursos de los estudiantes se pueden analizar a través de pruebas psicológicas, test de aptitudes específicas, test para habilidades y muchas otras pruebas más.
- En cuanto a nivel socio-económico se pueden utilizar cues

* Ver glosario.

tionarios o encuestas con los indicadores socio-económicos adecuados.

4.3. Población escolar y estudiantes de niveles socio-económicos bajos.

Parte de la población escolar que prevalece en nuestro medio está normalmente constituido por alumnos de escasos recursos económicos que en algunos países denominan desventajados (disadvantage) y presentan las siguientes características:

- Escasos recursos económicos
- Escasos recursos culturales
- Escaso lenguaje
- Escasa capacidad de abstracción
- Reaccionan muy emocionalmente, es decir, involucran sus sentimientos en formas del pensamiento abstracto y se ven impedidos a actuar objetivamente.
- Escasa salud
- Poca coherencia familiar en sus hogares
- Tienen poca confianza en si mismos.

Algunas preguntas como: ¿Cuántas veces te encuentras con tus amigos en casa? ¿hay periódicos en tu casa?, ¿hay un diccionario en tu casa?, ¿que tipo de revistas hay en tu casa? son indicadores de los recursos culturales con los que cuenta el alumno. Un examen de vocabulario, que se puede hacer tomando un diccionario, escogiendo bien la

muestra y pidiéndole al alumno que de el significado de las palabras, también nos puede decir la escasez o abundancia de lenguaje que posee. Los indicadores económicos, sociales y culturales pueden determinarse preguntas planteando tales como: ¿cuáles son los ingresos de los padres, ¿cuál es el grado de estudios de los padres? etc.

Los alumnos desaventajados son alumnos que desde su infancia han carecido de experiencias que enriquezcan su vida, no tienen facilidad de ver los letreros, de ir a un restaurante o de ir al cine, a los museos, a las exposiciones, en fin, de acudir a actividades que les suministren experiencias de aprendizaje. Ellos generalmente provienen de barrios bajos, pequeños poblados o del campo.³

Algunos autores, con respecto a la capacidad de aprendizaje del alumno, sostienen que el problema radica en la inteligencia, otros que radica en la extracción socio-económica de que provienen, otros que radica en la carencia de experiencias de aprendizaje.

Los primeros sostienen que siempre que el alumno piensa abstractamente involucrar sus sentimientos y emociones, que confunde lo subjetivo con lo objetivo, que carece de capacidad de análisis y que tiene muy poca capacidad de relacionarse consigo mismo.

Los segundos sostiene que debido al extracto socio-económico de que provienen es que tienen carencia de experiencias de aprendizaje y en consecuencia dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se puede citar a Pablo Latapí que dice: "Hay que considerar que en la medida en que las oportunidades educativas de los individuos estén determinadas por su origen social y económico, en esa medida la educación será mas bien un mecanismo para la transmisión de las desigualdades de una generación a la siguiente".

En México las fuertes desigualdades sociales y económicas gravitan fuertemente no sólo sobre la igualdad de acceso a las oportunidades educativas, sino también sobre la igualdad de perseverancia en la educación, sobre la igualdad de éxito social y económico, de tal manera que hay una selección automática en el proceso de ascenso escolar debida a las desigualdades sociales. ⁴

4.4. Población escolar y situación familiar.

Las expectativas que los padres tienen de los hijos influyen fuertemente en la capacidad de aprendizaje estas últimas si aquellos no tienen confianza ni esperan nada de sus hijos les transmiten un sentimiento de incapacidad.

De un estudio que se hizo sobre los padres de hijos que tenían éxito se obtuvo la siguiente información:

- Los padres tenían demandas bien definidas, es decir los -

padres les hacían saber a los niños desde chicos qué es -
lo que esperaban de ellos.

- Les enseñaban a ser independientes, es decir a tomar sus propias decisiones.
- Los padres tenían confianza de la capacidad del niño.

Las demandas de los padres de los alumnos desaventajados o eran muy altas o muy bajas, no tenían confianza en la capacidad del niño o los hacían dependientes en vez de in dependientes.

En otro estudio⁵ se vio que los niños que tienen experiencias de fracasos crónicos debido a la poca confianza que se tenía en ellos, a la falta de atención y a la represión se comportaban como si esperaban fracasar en toda tarea in telectual, en su conducta no había señales de ansiedad, no tenían aprehensión y cuando cometían errores y se les hacia notar no mostraban ninguna perturbación.

Los niños que tienen muchos conflictos y sentimientos de culpa con respecto a los motivos de hostilidad inhiben sus tareas académicas con el fin de atenuar la ansiedad asociada con la hostilidad.

De aquí que se recomienda que el ambiente escolar sea lo más adecuado, que haya respeto mútuo entre los alumnos mismos y el maestro y una atmósfera no represiva, porque ésto evita las posibles humillaciones que acompañan al fracaso, evitando así la hostilidad que surge de la competencia.

Una manera de crear este ambiente escolar, es evitando las posibles tensiones, tales como la constante amenaza de los exámenes, y haciendo que haya una libertad de elección de temas de estudio. También, dando metas al grupo como tal, se crea un sentimiento de participación colectiva que permiten hacer sentir una sensación de integración al grupo.

4.5 Población escolar y adolescencia.

La adolescencia tiene como fenómeno característico y dominante los cambios morfológicos y fisiológicos que constituyen el proceso de crecer. Asociado a esto también hay una serie de cambios intelectuales y emocionales.

A esta edad el estudiante se enfrenta a un desafío de sus propias fuerzas, se enfrenta a problemas de independencia y autonomía y tiende a identificarse con estereotipos o con adultos como ídolos.

A esta edad les es difícil seleccionar un campo de estudio definido: porque seleccionar para ellos significa rechazar el conocimiento de otros campos,⁶ pero cuando se entregan a un campo en especial se entregan apasionadamente y es por esto que en esta edad se perfilan los grandes hombres.

Es en este caso en que los maestros juegan un papel muy importante en el proceso de enseñanza aprendizaje, es aquí - en donde ni la mejor película ni la mejor máquina pueden reemplazar el trabajo del maestro. Es aquí en que el auténtico maestro sabrá reconocer cual será la mejor técnica -

pedagógica para que todos sus alumnos salgan adelante.

El maestro debe asegurarse de que antes que el alumno dé una respuesta, piense, nunca debe decirle estas equivocado, sino hay que hacerle ver en qué es lo que está equivocado, hay que tratar de entender el porqué de su respuesta, para entender que es lo que pasa en su modo de pensar.

El maestro debe de ayudar a desarrollar en el alumno una capacidad de pensar abstractamente, esto significa que - cuando piense abstractamente no involucre sus sentimientos ni sus emociones, debe ayudarle a relacionarse con - él mismo, a que tenga confianza en si mismo, debe expresar interés por ellos, ser afectivo, sonreir, también que cuando pida que compare, le dé diversos patrones de comparación para que su respuesta no se reduzca a si o no y así ayude a su capacidad de análisis.

B I B L I O G R A F I A

1. Glazman Raquel: Los estudiantes en el Plan de Estudios Deslinde No. 6 Serie nuevos métodos de Enseñanza, UNAM.
2. Castillo Francisco: Análisis de la Población Estudiantil en Diseño de Planes de Estudio. Deslinde No. 11, serie nuevos Métodos de Enseñanza, UNAM.
3. Kunick Noemi y Ben-Gal Shaga: Conferencias de los Profesores. Universidad Hebrea de Jerusalem, Octubre 1976.
4. Latapi Pablo: Mitos y Verdades de la Educación Mexicana.
5. Shulman Leo S: Aprendizaje por descubrimiento.
6. Ponce Anibal: Apuntes de viaje, Diario Intimo de una Adolescente. Ed. E.1 viento en el mundo Buenos Aires 1970.

C A P I T U L O 5

LOS PLANES DE ESTUDIO Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

5.0. LOS PLANES DE ESTUDIO Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Este capítulo trata, por un lado de los diferentes modelos de diseño de planes de estudio con el objeto de observar cuales son sus alcances y limitaciones y como abordar la realidad o como esta influencia a los modelos, y por otro, trata de hacer un análisis de los elementos que componen un modelo de plan de estudio.

5.1. ¿Que es el plan de estudios?

Según el diccionario de pedagogía el plan de estudios es la ordenación general por años y cursos de las materias y actividades que han de desarrollarse en la escuela.

Para Robert Gagné el curriculum (plan de estudios) es una secuencia de unidades de contenido, ordenadas de tal forma que el aprendizaje de cada una de ellas pueda realizarse como un solo acto siempre que las capacidades descritas en secuencia por unidades anteriores hayan sido aprendidas por el estudiante.

Para la comisión de nuevos métodos de enseñanza de la UNAM el curriculum es el instrumento mediante el cual la institución define el tipo de organización de los estudios que deben realizar los alumnos para dominar una profesión, es también esta institución la que determina los requisitos que los estudiantes deben reunir para cursar con éxito los estudios, a la vez debe definir la forma de evaluación de los resultados alcanzados por los estudiantes lo que permitirá acreditar o no su capacidad para ejercer una

profesión.

Desde otro punto de vista el diseño de planes de estudio es como una disciplina que tiene su propia metodología y existen dos ó mas enfoques para abordarla como son la teoría de sistemas y el método estructuralista dialectico.

5.2. Elementos que componen el plan de estudios.

Existen diversas concepciones de los elementos que componen los planes de estudio, como son las siguientes:

Según Hilda Tabada los elementos son: el estudiante, el proceso de aprendizaje, las exigencias culturales y el contenido de las disciplinas.

Para Robert Tyler: son el estudiante y sus necesidades, la vida extraescolar, el juicio de los especialistas, la filosofía y la psicología del aprendizaje.

Según Herrick Virgil: son conocimiento preservado y categorizado por el hombre, las disciplinas, la sociedad, y el estudiante.

Según Philip Phenix los elementos componente son:

¿Qué se estudia?, el contenido o materia de instrucción
 ¿Cómo se realiza el estudio y la enseñanza? el método
 ¿Cuándo se presentan los diversos temas? el orden de instrucción.

Para la comisión de nuevos métodos de enseñanza los ele-

mentos básicos del plan de estudios son:

contexto social

estudiante (sujeto de aprendizaje)

institución educativa

conteido formativo e informativo

El profesor Enrique Villarreal postula 4 elementos básicos del modelo de diseño de planes de estudio que son -

- sociedad
- egresado
- universidad
- estado

A continuación se presenta un cuadro que incluye varios modelos de planes de estudio diferentes con el objeto de analizarlos.

ELEMENTOS DE ALGUNOS MODELOS DE DISEÑO DE PLANES DE ESTUDIO

E.Villarreal	C.N.M. E.	Israel	R.Tyler	H. Taó a
- Sociedad	- Contexto social	- Sociedad	- Vida Extra-escolar	- Exigencias culturales
- Egresado	- Estudiante sujeto de aprendizaje	- Estudiante	- Estudiante y sus necesidades	- estudiante
- Universidad	Institución educativa	- - - - -	- - - - -	- - - - -
- - - - -	- Contenido formativo informativo	- Materia	- Juicio de especialis_tas	- Contenido Disciplinas
- - - - -	- - - - -	- - - - -	- Fil.y Psic. aprendizaje	- Proceso de aprendizaje
- Estado	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -
- - - - -	- - - - -	Maestro	- - - - -	- - - - -

Como se ve en el cuadro anterior, todos los modelos contemplan algunos elementos en común pero con diferentes nombres tales como: Sociedad, Contexto social, Vida extraescolar o exigencias culturales; Egresado, Estudiante, Sujeto de aprendizaje; Contenido formativo e informativo, Materia, Contenido de la disciplina; Filosofía y psicología del aprendizaje o Proceso de aprendizaje. O bien bajo un título abarcan al que en otro aparece como título principal. Lo que significa que en alguna medida hay cierta unidad en el diseño de modelos de planes de estudio y por ende mas validez en su desarrollo y que todos en mayor o menor grado están tomando en cuenta la realidad y estan siendo influidos por esa misma realidad.

Tambien se observa en el cuadro que hay modelos que contienen elementos que otros no contemplan, por ejemplo: el modelo de Israel contiene al maestro, el de Hilda Taba el proceso de aprendizaje etc.

5.3.-Filosofía educativa y Planes de estudio.

Todo plan de estudios responde implícita o explícitamente a un determinado sistema de valores, a una concepción que se tenga del hombre y de la vida con relación: al estudiante que se pretende formar y a los contenidos educativos que se transmiten, a las teorías sobre el estudiante y el aprendizaje, al contexto social y cultural en el que y para el cual actuará el estudiante.

Estas concepciones surgen a partir del conocimiento, la experiencia y la visión del mundo de sus diseñadores, estas dan contexto, justificación y fundamentación y razón de ser de los objetivos de aprendizaje seleccionados.

En conjunto forman lo que se podría denominar la Filosofía educativa que sustenta el plan de estudio, lo que permitiría dilucidar si la educación a la que responden estos planes de estudio hace énfasis

en:

La formación para el beneficio del individuo o de la sociedad o de ambos.

Una formación humanística o técnica.

Un carácter ornamental, utilitario o crítico.

Los valores.

La educación que es igual para todos los grupos sociales o toma en cuenta las diferencias de clase que obliga algunos grupos a abandonar los estudios antes de tiempo.

Las diferencias de capacidad entre los individuos que se educan a partir de la idea que todos los individuos deben recibir el mismo trato en el proceso de enseñanza aprendizaje.

5.4.-Análisis de los requerimientos y problemas de los elementos que componen el plan de estudios.

5.4.1.-La sociedad y los planes de estudio.

La educación y, como parte de ella, la formación de los estudiantes es un proceso netamente social, cuyas finalidades, elementos y estructuras, procesos y resultados están determinados y reflejan a la sociedad en la que se desarrollan: cultura, valores, ideal del hombre de la sociedad, fuerzas y relaciones de producción etc.

Hasta hace relativamente poco, los valores y objetivos que debían ser considerados o que sirvieron como punto de partida para la determinación de las necesidades de una sociedad, se identificaban con el concepto de "desarrollo" tal como este se concibe en los países industrializados, en el que se destaca la supremacía del crecimiento económico con

sus implicaciones: acumulación de capital, expansión de la producción, sofisticación de los bienes y servicios, creación incensante de nuevas necesidades de carácter secundario o superfluo, desarrollo vertiginoso de la tecnología con sus consecuentes resultados contaminación, guerra y explotación.

Los aspectos mencionados inicialmente fueron los que hicieron atractivo el modelo de "desarrollo" que actualmente se ha visto que incrementa las grandes desigualdades entre los países y los individuos.

Ante estos resultados se hace cada vez mas necesario reevaluar el modelo de superación y cambio social que se persigue.

Partiendo de la situación actual objetiva y de ciertas metas generales tales como eliminar la pobreza, la dependencia económica y cultural, se debe investigar el cambio social y buscar el modelo de sociedad deseado.

En general, cada sociedad implementa los planes de estudio de acuerdo a su propio modelo o de aquel al que aspira implantar en ella.

5.4.2.-El estudiante y los planes de estudio.

Si la idea central de la enseñanza es modificar conocimientos, habilidades, actitudes, técnicas y valores de los estudiantes, se hace necesario que los diseñadores del plan de estudios conozcan las características propias del sujeto de aprendizaje.

Los recursos con que cuenta el estudiante son un índice de la capacidad real que tiene el estudiante de alcanzar los objetivos pre-

vistos y la posibilidad de alcanzarlos en el tiempo previsto, estos recursos son: método de estudio, organización del trabajo personal, trabajo en equipo, poder de compra de auxiliares del aprendizaje tales como libros, visitas a espectáculos, museos, exposiciones y viajes, etc.

Es interesante señalar cómo las necesidades y recursos de los estudiantes están determinados por la situación socio-económica. Existe una estrecha relación positiva entre nivel socio-económico del individuo y de sus posibilidades de éxito, tanto el tener acceso al sistema escolar como en el de permanecer con éxito en él.

La mayoría de estudiantes de niveles socio-económicos bajos se ven obligados a abandonar los estudios para ayudar al mantenimiento de la familia, por no poder sostenerse sin trabajar, por bajo rendimiento escolar con la consecuente frustración, o por reprobaciones frecuentes.

De aquí la imperiosa necesidad de diseñar planes de estudio adecuados para el mejoramiento del aprendizaje de estos estudiantes de escasos recursos económicos, y no que en aras de la igualdad de la educación se les obligue a fracasar.

Por otra parte es necesario que los planes de estudio contemplen y satisfagan el deseo y la necesidad de dominación del mundo que le rodea que el estudiante siente y no que reciba una serie de conocimientos que están alejados de su realidad y que para él carecen de significado para su vida personal. (ver capítulo cuarto). En otras palabras, el plan de estudios será más adecuado, cuanto más avenga con las motivaciones del estudiante.

5.4.3.-La disciplina y el plan de estudios.

Se ha observado que en la enseñanza de las ciencias se hace un exagerado énfasis en el contenido de las disciplinas y los demás elementos que conforman el plan de estudios como el estudiante, la sociedad, y el maestro casi no se toman en cuenta. Lo anterior puede obedecer a las siguientes causas:

porque los diseñadores de planes de estudio no son educadores, sino especialistas en sus disciplinas respectivas.

porque existen exigencias de carácter propedeútico.

porque se cree que el avance y el desarrollo tecnológico descansa en el conocimiento profundo de los contenidos de las disciplinas.

Por otra parte dentro del diseño de planes de estudio se han hecho consideraciones teóricas acerca del papel de las disciplinas en el plan de estudios y aquí expondremos algunas de ellas.

En cuanto al problema de las disciplinas el Dr. Arno A. Bellack dice: "Los problemas en los asuntos humanos no vienen elegantemente rotulados o etiquetados como: históricos, económicos y políticos, sino más bien como decisiones que deben ser tomadas y que nos fuerzan a hacer uso de todo lo que sabemos y nos hacen desear que ojalá supiéramos más".

Hilda Taba señala que las disciplinas contienen dos aspectos fundamentales que son: el contenido informativo y el método de investigación, los cuales -han recibido una énfasis desbalanceada en la enseñanza a favor del primer aspecto. La enseñanza del contenido de información acumulado por una disciplina plantea la duda de si se debe impartir absolutamente toda la información o si se puede seleccionar una parte y en ese caso cual.

Por otra parte es necesario que el plan de estudios tome en cuenta los cambios en el contenido de las disciplinas y en consecuencia en el contenido de la enseñanza que se debe a factores económicos sociales y científicos tales como:

cambios que surgen de la creación de nuevas necesidades laborales creados por una serie de factores económicos y sociales, tales como la explosión demográfica, la contaminación ambiental, el suministro de energía etc.

cambios que resultan de la aplicación de conocimientos nuevos, de nuevas técnicas etc, que hacen obsoletos los conocimientos anteriores.

cambios por la creación de conocimiento nuevo producido por las investigaciones continuas en todos los ámbitos.

Por otra parte como fundamento para determinar los objetivos de los planes de estudio las disciplinas cumplen ciertas funciones ya que permiten:

distinguir entre conocimiento y opinión; el primero es el resultado de una investigación disciplinada, la segunda se deriva de varias fuentes como tradiciones, experiencias personales y deseos proyectados.

distinguir entre la habilidad automática y la comprensión científica y significativa.

profundizar e internalizar el conocimiento, ya que por el dominio que abarcan, las reglas y métodos que siguen, conservan y desarrollan las formas de pensamiento que han demostrado ser fructíferas y como consecuencia permite economizar el tiempo de aprendizaje.

5.4.4.-El maestro y el plan de estudios⁽³⁾.

El papel del maestro en el proceso de enseñanza aprendizaje no

sólo se reduce a ser un guía sino también a ser un agente de cambio y un orientador en el proceso de exploración que hacen los alumnos del mundo que les rodea.

Uno de los fenómenos típicos del maestro es el de resistencia al cambio, el que tiene muchas fuentes, entre ellas el exceso de trabajo la baja remuneración, la formación académica, la edad etc. Los cambios introducidos en el plan de estudios pueden ser peligrosos para los maestros que conservan la jerarquía y no permiten cambios -porque pierden status . Cuando se habla de un nuevo plan de estudios, se asocia con la idea de evaluación, a la cual los maestros tienen mucha resistencia. También se asocia con la idea de más trabajo, de mas complejidad y es de aquí que aparece el fenómeno de resistencia.

Los requisitos que el maestro posee, como una licenciatura, solo significa que ha asistido a una serie de cursos y los ha aprobado, no se le exige una formación pedagógica, social y cultural, lo que hace que el desarrollo del plan de estudios no se lleve acabo como debe ser. En países como Israel, el maestro lleva dos años de formación pedagógica obligatoria, además de la licenciatura. En ese periodo se estudia teoría de la educación, sociología educativa, sicología del aprendizaje y efectúa prácticas de enseñanza.

Por otra parte generalmente el maestro no es considerado para la elaboración de planes de estudio, sino que únicamente se le entrega y se le pide que cumpla el programa, con un supervisor como control lo que hace que el -maestro no tenga libertad de implementación ni innove los materiales que hay en el plan, porque la forma de llevarse acabo no es flexible. En Estados Unidos la forma en que se diseñan los Planes de estudio es en talleres de trabajo en los cuales discuten y hacen sugerencias todos los maestros, lo que hace que ellos participen y sientan

suyo el plan, con la consecuente creación e implementación del contenido en la práctica. En todo caso, estos talleres van precedidos de otros talleres que los habilitan para realizar la tarea anterior.

B I B L I O G R A F I A :

- (1).-Comisión de Nuevos Métodos de Enseñanza; Diseño de Planes de Estudio , Vols: 1,2,3,4,5,. UNAM.
- (2).-Villareal Enrique ; La aplicación del Método Dialectico Estructural al diseño Academico: Pensamiento Universitario#8 UNAM.
- (3).-Shrammer O. ; Conferencias ; Basic Problemas in Curriculum Planning, Octubre 1976.
Univ. Hebrea Jerusalem Israel.

C A P I T U L O 6

LOS PROGRAMAS Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

6.0.-LOS PROGRAMAS Y LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA.

Este capítulo trata de analizar por una parte las características de la "disciplina" que se deben tomar en cuenta para el diseño de un programa, y por otra cuáles son las bases estructurales de los diferentes cursos de Química. Las restricciones que se encuentran en la práctica; sus enfoques: histórico, tecnológico, de valores y metodológico, así como el énfasis que ponen en la experimentación o en la teoría.

6.1.-La disciplina y los programas. (1).

Existen varias concepciones del diseño de curricula como la de Hilda Taba, Herick Virgil (ver capítulo 5 sección 5.2) que toman como elemento básico de su modelo de diseño de curricula a la disciplina. Algunos autores se han preocupado por definir qué es la disciplina y cuáles son sus elementos, así como cuales son sus propiedades y características, qué es lo que hace factible de ser enseñada etc.

Por disciplina se entiende cada -una de las categorías en que se ha clasificado el campo del conocimiento humano. También es un campo e investigación que cuenta con un dominio una tradición, un lenguaje especializado, una herencia de literatura y artefactos, es un sistema de comunicación, una expresión de la imaginación, una posición afectiva y una comunidad de personas. Para Elí de Gortari, las disciplinas tie-

nen un dominio particular constituido por procesos del universo que tienen ciertas características comunes y un nivel de existencia. (ver capítulo 2).

Aunque la naturaleza y la realidad son un continuo y la división que nosotros hacemos en dominios es arbitraria, ésta es necesaria para la sistematización del conocimiento humano.

Como un conjunto organizado de conocimientos, la disciplina es, ante todo, instructiva y presenta tres características que la hacen susceptible de ser enseñada:

la simplificación analítica

la coordinación sintética

la capacidad dinámica.

La simplificación analítica.-Una disciplina es un sistema conceptual, esto es, el conocimiento que abarca es agrupado en categorías o clases llamadas conceptos. Por medio de la conceptualización muestra cómo elementos diversos y aparentemente distintos pueden incluirse en esquemas interpretativos y explicativos comunes.

Coordinación Sintética.- Una disciplina organiza el conjunto de conocimientos que abarca en estructuras coherentes que revelan las relaciones sus elementos y proporciona una visión sinóptica y una comprensión del conocimiento.

Capacidad dinámica.- Es la capacidad que una disciplina tiene para provocar investigaciones posteriores, o sea, sus conceptos conducen a análisis y síntesis cada vez mas amplios.

En cuanto al contenido de una disciplina, éste está de-

terminado por su objeto de estudio, por los conocimientos resultantes de la investigación realizada en torno a dicho objeto, por el método seguido en tales investigaciones y por el lenguaje especializado utilizado para informar los avances de dicha disciplina.

En la práctica de la investigación esto es muy complejo ya que frecuentemente el objeto de estudio de una disciplina es también objeto de estudio por parte de otra disciplina que lo estudia desde un ángulo y con un marco de referencia diferente. Los resultados obtenidos por cada una pueden ser contradictorios o complementarios (3). Por ejemplo la materia y la energía analizadas desde el punto de vista de la Física, la Química o la Biología. Por otra parte, también nos encontramos diferentes teorías acerca de un mismo fenómeno dentro de una misma disciplina. Por ejemplo : la luz, el ser humano, la Filosofía y las matemáticas. Por otra parte, los contenidos de las disciplinas se relacionan de tal manera que resulta difícil decir donde termina una y empieza otra. En el campo de la investigación frecuentemente se hace necesario recurrir a conocimientos, métodos y términos propios de otras disciplinas.

En general, la acumulación actual del conocimiento y la diversidad de problemas que deben resolverse hacen urgente la revisión de las estructuras de las disciplinas tradicionales que se han considerado como nítidamente delimitadas. En la actualidad existe un enfoque interdisciplinario que se ha desarrollado teóricamente y sirve para sugerir alternativas de solu-

ción.

Para determinar el contenido de una disciplina con fines de docencia, se hace necesario conocer las dimensiones del proceso de enseñanza aprendizaje en el dominio cognositivo, ya que es la dimensión "recepción-descubrimiento" la que se refiere a cómo el estudiante tiene acceso al conocimiento y la dimensión "aprendizaje significativo-aprendizaje mecánico" que se refiere a las formas de cómo el estudiante hace suyo el conocimiento. Es decir la manera en que una persona integra o relaciona ciertos conocimientos a los que ya posee. Esta relación implica la intención conciente y voluntaria del estudiante de retener la información.

El aprendizaje significativo tiene lugar cuando se intenta retener la información relacionándola con los conocimientos previamente adquiridos, dándole sentido en ese contexto. El aprendizaje mecánico tiene lugar cuando la intención se dirige a memorizar la información independientemente de la relación que pueda tener con la información previa y del significado que pueda adquirir. Por ejemplo, el aprendizaje de clasificaciones sin saber siquiera el significado de los conceptos que las forman. El aprendizaje por recepción es aquel en el cual se le ofrece al estudiante un conocimiento ya elaborado. En este caso el estudiante no realiza ninguna actividad, ya que recibe en forma pasiva lo que se le proporciona, y lo aprende y recuerda de memoria. El maestro le da todo tan digerido que siempre le faltan cosas para terminar el programa. El apren-

dizaje por descubrimiento se da cuando el contenido no se presenta elaborado, el estudiante se enfrenta al problema y descubre el patrón o la regla por la cual procede el fenómeno o el problema.

En la práctica se dan combinaciones de estas dimensiones, no se dan puras. Pueden clasificarse cuatro tipos de aprendizaje:

aprendizaje significativo por recepción

aprendizaje mecánico por recepción

aprendizaje significativo por descubrimiento

aprendizaje mecánico por descubrimiento.

En el aprendizaje significativo hay que considerar los siguientes aspectos: La claridad, la organización y el nivel de conocimientos con que cuenta el estudiante. Esto es, los hechos, los conceptos, las proposiciones y las teorías que el estudiante domina. Esto se conoce como su estructura cognoscitiva o su marco de referencia con el cual y dependiendo de el cual puede vincular o integrar nuevos conocimientos. La naturaleza del material que debe aprender. De esto dependerá en parte, la forma y el grado en que se pueda relacionar el material que debe aprender con la estructura cognoscitiva particular de quien aprende. Es decir, con la historia previa del sujeto de aprendizaje.

La forma y el grado de relación entre un material didáctico y una estructura cognoscitiva particular depende también

del volumen de conocimientos que implica o contiene dicha estructura.

Para que sea posible el aprendizaje significativo, el tipo de relación entre la estructura cognoscitiva y el material didáctico debe cumplir dos características:

La primera es la sustantividad. Esto es, que la relación no debe alterarse con el uso de formas o palabras que siendo equivalentes difieran de las originales. Es decir, el material didáctico debe tener una forma definida en relación con la estructura cognoscitiva del estudiante. Para esto es indispensable conocer cuales antecedentes o conceptos posee el alumno.

La segunda característica se refiere a que la relación se dé en una modalidad no arbitraria. Por ejemplo, cuando se define triángulo equilátero, se relaciona con triángulo en general y si hay entre ellos una relación no arbitraria, por el contrario, la sílaba lud si se le asocia con lid o alud, se está haciendo en forma arbitraria y no sera significativa.

Si el estudiante posee los conocimientos necesarios para relacionar en forma sustantiva y no arbitraria un material didáctico que tiene significado lógico, dicho material es potencialmente significativo. Toda vez que un sujeto ha incorporado a su estructura cognoscitiva particular un material de aprendizaje potencialmente significativo, surge en tal estructura un contenido cognoscitivo diferente, conocimiento a saber que se denomina significado.

La estructura de una disciplina se muestra en los libros de texto, las monografías, etc. Es deseable buscar en ellos

la estructura lógica de la disciplina y ver que las características de sustantividad y no arbitrariedad que dotaran de significado lógico a ese contenido .

La estructura psicológica de una disciplina se da en el sujeto que aprende y corresponde a la representación organizada e interiorizada del contenido de la disciplina. La estructura psicológica es una abstracción del contenido, es una elaboración subjetiva, fenomenológica del significado lógico. Así es que ambas estructuras del contenido se condicionan mutuamente.

La relación que la estructura del contenido tiene con la enseñanza esta determinada por los siguientes principios:

La instrucción es mas eficiente a través del uso de elementos de contenido lógicamente relacionados.

Lo aprendido se retendrá mejor cuando se adquiere significativamente.

La transferencia se incrementa cuando la instrucción se basa en una estructura sistemática del contenido.

6.2.-Diferentes bases estructurales de los programas ⁽²⁾.

Las bases para seleccionar el contenido científico de un curso deben ser: la naturaleza de la disciplina, su fondo de información y su método, así como la naturaleza del educando y lo que hará con los conocimientos adquiridos (ver capítulo 5)

La estructuración de un curso de química puede estar -

basada en la necesidad de cubrir los requisitos que la universidad exige, en la urgencia de enseñar los elementos importantes de la química moderna o en la necesidad de presentar una sección importante representativa de toda la química para dar a los estudiantes un conocimiento completo de una rama de la ciencia. Una base estructural para un curso podría ser el enfoque histórico, ya que algunos de los conceptos que aparecen al principio son los más antiguos. Los autores de estos cursos, pudieron haber pensado que estos conceptos fueron los primeros en aparecer y que por ende sería el orden más lógico de enseñar. Otra base estructural parece ser el enfoque tecnológico. Si se observa un curso de éstos se verifica que se destacan considerablemente las aplicaciones industriales sobre todo a medida que avanza el curso. Por otra parte, diseñadores de programas como Strong y Wilson-diseñadores del Chemical Bond Approach (C.B.A.)-sostienen que una buena base estructural debe reunir las condiciones de ser una totalidad intelectual que pueda transmitirse al estudiante y que incluya los principales lineamientos a lo largo de los cuales avanza el químico cuando estudia y analiza los fenómenos químicos. Otros diseñadores sostienen que una buena base es la que surge del proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que se hace énfasis en la interacción del pensamiento y la realidad, de la observación y el concepto, en la interpretación de los fenóme--nos y la elaboración de modelos.

La adopción de estas bases estructurales se ini-

ció de 1950-1960. Anteriormente, según la opinión de algunos educadores y científicos, la creación de los nuevos cursos detuvo el avance de una tendencia plausible; el movimiento hacia una base estructural que integrara y coordinara las zonas de contacto que habían surgido entre las ciencias, como: la bioquímica, la biofísica la fisicoquímica. Se dió el caso en que se diseñó un curso interdisciplinario al que se llamó "Ciencia de la tierra", en el que simultáneamente se veían las zonas de contacto entre la biología, la física y la química.

Sin embargo, debido al hecho de que la reforma educativa se llevó a cabo en el ciclo medio, y no desde el extremo inferior de la escala educacional hacia arriba, los problemas de articulación con otras partes del plan de estudios son insuperables. En tal caso ocurre que los nuevos planes de estudio están sobre bases débiles, no hay coordinación hacia abajo.

6.3.-Análisis de un programa tradicional de química.⁽³⁾

Es probable que los capítulos preliminares del libro de texto traten de la materia y la energía, y sirvan para familiarizar a los estudiantes con la composición de la materia y el sistema métrico. El alumno se sumerge después en

el estudio de la estructura atómica y la naturaleza de la clasificación química que conduce al concepto de los números atómicos y la tabla periódica, el estudiante memoriza parcialmente esta tabla periódica, o sea una lista sistemática de los elementos conocidos y de algunas de sus propiedades. Se considera a continuación la capacidad de los átomos para combinarse y formar moléculas, la capacidad de combinación de diferentes elementos y el concepto de valencia. Con esta base el alumno estudia la escritura y la nomenclatura de los compuestos memorizando nuevamente muchas de las fórmulas comunes.

Después de esta introducción, suele abordarse el estudio del O_2 y H_2 : sus propiedades físicas y químicas y los métodos de preparación industrial. Luego se explican las leyes que se refieren al comportamiento de los gases; y el estudiante debe resolver problemas matemáticos relativos a P , V , T , de los gases. En seguida se estudia el agua, el conocido compuesto de O_2 y H_2 ; el alumno analiza sus propiedades físicas y la estructura de su molécula, el puente de hidrógeno y la naturaleza del enlace que mantiene unida a la molécula, así como su comportamiento químico, e investiga los métodos para su purificación. En seguida el estudiante empieza a trabajar seriamente con los cálculos químicos, debe comprender el concepto de peso molecular y ser capaz de averi--

guar la composición porcentual de un compuesto. Aquí suele hacerse hincapié en algunas aplicaciones industriales, tales como: encontrar el porcentaje de fierro en una muestra mineral; determinar la fórmula empírica de un compuesto, - escribir y equilibrar las ecuaciones químicas.

A esta altura se desarrolla el concepto de cambio - energético en las reacciones químicas; si bien en los cursos más tradicionales se trata el tema superficialmente.

Se aborda después las relaciones de peso en las reacciones químicas, seguidas por el estudio de la composición molecular de los gases. A continuación se estudian las relaciones volumétricas en las reacciones químicas, y el alumno debe resolver los problemas comunes de volumen-volumen, peso-volumen, etc.

En la parte referente al carbono y sus compuestos incluye el estudio de las formas de carbón, la estructura de sus cristales y la producción industrial de productos derivados, tales como coque, carbón de leña. Comprende también el estudio de los óxidos de carbono. Por último, presenta brevemente las fórmulas estructurales y las distintas series de hidrocarburos.

En la etapa siguiente del curso se aborda la teoría de

de la ionización de los ácidos, las bases y las sales, el equilibrio químico y la transferencia de electrones que tiene lugar en la óxido-reducción. A esto sigue el estudio de la química de los metales activos: Na y Ca. Se describe el proceso Solvay para la formación del Na_2CO_3 y se insiste mucho en los procesos industriales.

El alumno estudia luego la familia de los halógenos, el azufre con sus ácidos y óxidos, la familia del N, P y As. Viene luego la descripción del ciclo del N, y sus aplicaciones industriales, junto con las propiedades del amoníaco, del ácido nítrico y los compuestos nitrogenados como los abonos y los explosivos.

Otra de las partes generalmente está dedicada a los metales estructurales livianos: Be, Mg, Al, Ti. Los capítulos sucesivos se refieren a las familias del Fe, Cu, Sn, Cd, Hg, Zn y Pb. Por lo general se hace hincapié en la metalurgia, en las propiedades y los usos para el hombre de los productos de la moderna sociedad industrial y se describen detalladamente los procesos de fabricación del acero y otros materiales.

Los textos tradicionales más recientes incluyen un capítulo acerca de la radioactividad natural y artificial, y se describen las partículas alfa y beta. Aquí se usan y de-

finen conceptos como energía de unión , reacción en cadena, masa crítica, electrón-voltio, fisión, fusión, vida media, etc. Estos conceptos frecuentemente son definidos incompletamente y usados con suma parquedad. Se estudia la obtención de elementos hechos por el hombre mediante el bombardeo de neutrones, la separación de los isótopos del uranio, y aquí se incluye invariablemente la famosa ecuación de Einstein.

Por último, suele haber una parte final sobre las aplicaciones industriales y comerciales, en la cual tienen cabida temas sobre detergentes, jabones, alcoholes, papel, productos textiles, caucho, plástico y sobre todo lo relacionado con los productos incorporados a nuestro modo de vida actual.

Este hipotético libro de química, aparentemente sirve para todo propósito. Está destinado a hacer frente a las diversas necesidades del curso de química. Tanto prepara al alumno propedéuticamente para la Universidad, como proporciona una base científica general a los que no sigan estudios superiores.

Como complemento del libro de texto suele haber una serie de experimentos de laboratorio y escasos films. Las prácticas se realizan una vez a la semana y se ciñen a lo indica-

do en un manual de experimentación que es complemento del li
bro de texto.

En cuanto a los alumnos, suelen recibir instrucciones bastante específicas para llevar a cabo experimentos destinados a verificar ciertos conceptos aprendidos en clase o sacados del libro. Así por ejemplo, preparan un gas siguiendo - paso a paso las instrucciones del manual. Después de obtener el gas lo someten a prueba siguiendo otra vez las ins---trucciones del manual a fin de comprobar sus propiedades ya descritas en el libro de texto. Generalmente, los estudiantes registran sus observaciones en el manual de laboratorio o en un formato, incluso llenando a veces los espacios en - blanco con frases preparadas de antemano.

A veces se pone de relieve las medidas de seguridad - que deben observarse en el laboratorio y para la manipula---ción mecánica.

En términos generales puede afirmarse que el alumno - de química del curso tradicional tiene pocas o ninguna oportunidad de mostrar su iniciativa al seguir paso a paso los procedimientos indicados en el manual.

6.4.-Descripción del programa del "Chemical bond approach". (C.B.A) (4)

Los autores de este curso señalan que el concepto de unión química podría servir como tema central unificador de todo el curso a partir del cual se puede construir y derivar muchos de los conceptos químicos.

El C.B.A. tiene como intento ayudar al alumno en el estudio de la interacción entre los esquemas conceptuales y las observaciones. Los experimentos de laboratorio no conducen automáticamente a una conclusión predeterminada. El estudiante debe desarrollar por su propia cuenta los argumentos que expliquen sus hallazgos y estas explicaciones deben ser función de la práctica experimental.

Los autores dicen que la eficacia de un experimento está en su capacidad para lograr que el alumno participe en la obtención e interpretación de datos y en el desarrollo de un razonamiento lógico y su capacidad de contribuciones a -- discusiones e investigaciones subsiguientes.

El curso del C.B.A. da mucha importancia a los modelos; su experimento inicial es la caja negra.

El volúmen 1° del libro de texto del C.B.A. amplía el

concepto de que las sustancias se pueden clasificar de modo general según sus propiedades y establece distintos tipos de uniones químicas y muestra como estas constituyen poderosos auxiliares para comprender las estructuras y reacciones de las sustancias. Hace mucho hincapié en el concepto de energía y en el intercambio energético de las reacciones.

En el capítulo 1° el estudiante estudia la ciencia - química, procura responder a las preguntas de qué es la ciencia, qué es un científico, qué es la materia y cuáles son -- sus propiedades. Trata de comprender la naturaleza del cambio químico, por qué existen determinadas combinaciones y no otras, por qué algunos cambios ocurren rápidamente y otros lentamente.

En el capítulo 2° se orienta al estudiante hacia la - idea de que las reacciones químicas plantean problemas que no pueden ser resueltos solamente con experimentación.

En el capítulo 4° el alumno debe desarrollar un modelo atómico-molecular, basado en presunciones, en su lógica. También aquí se utilizan algunas presunciones acerca de la naturaleza de los electrones y la estructura de los átomos y las moléculas.

En los capítulos 10° y 11° se estudia la periodicidad y las sustancias iónicas, y a lo largo de esta parte del curso la ley de Coulumb sirve como principio rector.

Para tener una idea mejor del contenido del curso se enumeran a continuación las partes y los capítulos de que consta:

Parte I. La naturaleza del cambio químico.

1. La ciencia del cambio químico
2. Mezclas y cambio químico.
3. Gases, moléculas y masas.

Parte II. La naturaleza eléctrica de los sistemas químicos.

4. Electricidad y materia.
5. Separación de cargas y energía.
6. Naturaleza eléctrica de la materia.

Parte III. Los modelos como auxiliares en la interpretación de sistemas.

7. Estructura química y eléctrica.
8. Teoría molecular y cinética.
9. Temperatura-capacidad de cambio

10. Electrones, núcleos y orbitales.

Parte IV. Uniones en sistemas químicos.

11. Metales.

12. Sólidos iónicos.

13. Iones en solución.

Parte V. Orden, desorden y cambio.

14. Energía libre y transferencia de electrones.

15. Concentración y cambio químico.

16. Ácidos y bases.

17. Tiempo y cambio químico.

18. Agua.⁽⁵⁾

6.5.- Descripción del programa del "Chemical Education
Material Study". (Ch.E.M.S.) ⁽⁶⁾

La organización de este curso es fácil de describir. El 1er. tercio abarca un panorama general de la química. El 2º tercio investiga varios conceptos importantes: energía y -- reacciones químicas, velocidad de reacción, equilibrio y reacciones químicas, ácidos y bases, óxido-reducción, reacciones iónicas, estequiometría, átomos y su estructura electrónica, - periodicidad de las propiedades químicas y estructura electró-

nica. El último tercio del curso trata con mayor detalle los temas anteriores -y aborda algunos puntos de química orgánica, bioquímica, química de la tierra y otros planetas.

En cuanto al enfoque del curso del ChEMS es más experimental que el C.B.A. y, naturalmente que los tradicionales.

El Dr. J. Arthur Campbell director del curso hace énfasis en lo importante que es que el alumno aprenda a distinguir en la etapa inicial del curso, entre lo que ve y lo que cre significan sus observaciones.

Las prácticas del ChEMS están proyectadas de manera que se requieren ejemplos -y materiales sencillos a fin de que el estudiante concentre enteramente su atención en el problema que investiga y no en un instrumental complejo y engorroso.

Su primer experimento es acerca de una vela encendida, en el cual hay 56 observaciones distintas y los alumnos sólo logran 5 ó 6. En una etapa muy temprana del curso se presentan al alumno algunos conceptos fundamentales, tales como los mecanismos de reacción, la velocidad de reacción, la liberación de energía, los cambios de fase y los productos de la reacción, todos ellos relacionados con el primer experimento

Se procura que el estudiante siempre haga el experimento antes de ver la descripción en el texto. De este modo será -

capaz de adentrarse en lo desconocido por su propia cuenta y de hacer sus propios descubrimientos.

Por desdicha para el maestro tradicional de química, no se abarca el concepto de átomo hasta que el alumno llega a la mitad del curso. Cuando ya tiene una buena base derivada del trabajo en el campo de la cinética química, la termodinámica, y algunos conocimientos de las propiedades de los elementos, el alumno está mejor preparado para aprovechar y apreciar un estudio del átomo.

El alumno considera luego la mecánica cuántica como recurso para la comprensión del átomo. Este enfoque es muy complejo para el nivel, y conduce al estudio de los conceptos y teorías más recientes concernientes a la estructura atómica. Con una mejor comprensión de los átomos, el alumno está en condiciones de abordar el estudio de las moléculas en el estado gaseoso, incluyendo la estructura molecular y la unión química.

Para una mejor visión de la estructura del ChEMS, a continuación se describe el programa:

Capítulo:

1. Química, una ciencia experimental.
2. Un modelo científico: la teoría atómica.
3. Reacciones químicas.
4. La fase gaseosa: Teoría Cinética.

- 5.-Líquidos y sólidos: fases condensadas de la materia
6. Estructura del átomo y la tabla periódica.
7. Efecto de la energía en las reacciones químicas.
8. La velocidad en las reacciones químicas.
9. Equilibrio en las reacciones químicas.
10. Solubilidad-equilibrio.
11. Ácidos acuosos y bases.
12. Reacciones de Oxido-reducción.
13. Cálculos químicos.
14. Por qué nosotros creemos en los átomos.
15. Electrones en la tabla periódica.
16. Moléculas en la fase gaseosa.
17. La unión en sólidos y líquidos.
18. Química de los compuestos del carbón.
19. Los halógenos.
20. La tercera fila de los elementos de transición.
21. La segunda columna de la tabla periódica.
22. La cuarta fila de los elementos de transición.
23. Algunos elementos de las filas 6 y 7.
24. Algunos aspectos de bioquímica; una aplicación de la química.
25. La química de la tierra, los planetas y las estrellas.⁽⁷⁾

Tanto en el aula como en el laboratorio, el C.B.A., así como el ChEMS, subrayan continuamente la interacción del pensamiento, el concepto, y la observación, también ignoran casi por

completo el orden secuencial en la historia de la química y -- prestan escasa atención a las modernas aplicaciones tecnológicas de la química. No tratan de presentar un panorama completo del campo de la química y dejaron de tratar muchos temas -- hasta entonces considerados como indispensables para la enseñanza media superior. Lo que trataron de hacer, fue tomar las nociones fundamentales de esta disciplina y elaborar en torno a ella sistemas conceptuales que reflejen cabalmente como trabaja el químico y también que refleje cabalmente el comportamiento de la materia.

Sin embargo se recomienda ver la crítica que Marshall D. Herron hace a estos cursos, ver capítulo 2 subtítulo 2.3 de este trabajo.

- 6.6. Descripción del programa de química del "Nuffield Science Teaching Project".⁽⁸⁾

Los propósitos de este curso se basan fundamentalmente en lo que para un científico significa ser científico: la aplicación y entrega personales que implica, la importancia de las conjeturas disciplinadas o intuición, así como de la argumentación lógica, el sentimiento de exploración y la presteza para dar saltos aparentemente no justificados, si bien conociendo -- como comprobar su validez. Otro propósito fundamental es que los alumnos deben de adquirir una impresión, que dure toda su

vida, de lo que significa abordar científicamente los problemas. Por otra parte, un alumno debe tener oportunidades graduadas de acertar o de equivocarse y debe ser guiado y animado para mejorar su capacidad. Esto, al principio, consume mucho tiempo, pero si se organiza adecuadamente produce considerables beneficios educativos. Señalan también que los cursos actuales de química cualquiera que fuera la intención original de sus compiladores, son predominantemente listas de materiales y de conceptos, y los hemos reemplazado por un programa que subraya la habilidad manipulativa y mental, nuestras exigencias son más en función de los logros que de los temas informativos que el alumno debe recordar.

En cuanto a los exámenes, los autores dicen: ¿que tratan de medir los exámenes?, ¿merece la pena medirlo?, ¿hay pruebas de que lo que mide es real?. Por otra parte, las notas de exámenes deben considerarse atendiendo fundamentalmente a la habilidad intelectual y manipulativa, al discernimiento y a las mentes vivas y creativas.

Contenido del programa:

Como un resultado de la investigación y los problemas abordados durante el curso, los alumnos deben haber adquirido habilidades y comprensión acerca de los siguientes puntos:

1.-Obtención de nuevos materiales a partir de aquellos de los que dispone; producción de cambios, uso de la energía térmica y la eléctrica y de la energía de las radiaciones electromagnéticas, ajuste de las condiciones de los experimentos (T, P, C, V, etc), efectos de los ajustes acerca de la velocidad a que tiene lugar una reacción y saber si se ha obtenido algo nuevo o no usando técnicas de separación, la cristalización en agua y en otros disolventes, la centrifugación y la cromatografía. Uso de los puntos de fusión o de ebullición para comprobar la pureza de un producto y de medios químicos simples para comprobar en que difieren los nuevos productos de los primitivos.

2.-Búsqueda de un esquema o patrón común en el comportamiento de las sustancias; familiaridad con los patrones fundamentales de comportamiento, como por ejemplo: la acidez y la alcalinidad en las disoluciones acuosas, la naturaleza metálica y la no metálica, la clasificación según el comportamiento eléctrico en electrólitos y no electrólitos; los sistemas coloidales y los no coloidales, la periodicidad de las propiedades de los elementos y la conservación de la masa y de la energía. Aprender la importancia concedida a los patrones y a los cambios que estos han tenido en el transcurso del tiempo, por ejemplo la forma de pensar de Lavoisier, Davy, Arrhenius y Bronstead acerca de los ácidos

3.-Uso de los conceptos que explican los hechos y conocimientos de como contrastar la teoría mediante la observación y el -

planteamiento de experimentos.

4.-Asociación de los cambios de energía con los cambios materiales; medida del calor de reacción en forma sencilla, uso de las tablas de ΔH_f , uso de los cambios de energía de una forma simple para comprobar la teoría con los hechos, asociándolos con los cambios de energía debidos a la formación y ruptura de enlaces y con las energías de vibración, rotación, y traslación de los iones y de las moléculas. Medida del trabajo de una reacción y uso de las tablas de ΔG_f , conocimiento de que el calor y el trabajo de una reacción no siempre tienen el mismo valor.

Durante el curso deben realizarse investigaciones simples de cambios materiales producidos por la absorción o emisión de luz ultravioleta, visible o infrarroja. Por ejemplo: fotografía y ensayos a la flama.

Por otra parte, la química ha de ser reconocida como un producto de la actividad humana, y su desarrollo se ha de ver dentro de una perspectiva humana.

Finalmente al terminar el curso la exploración del comportamiento de las sustancias debe enlazarse con otros estudios científicos de modo que la ciencia sea como un todo en relación con la vida de la comunidad; en el sentido de los valores humanos.

BIBLIOGRAFIA:

- 1.-Acuña Carlos: Las disciplinas en el diseño de planes de estudio.
Deslinde No.10 Serie Nuevos Métodos de Enseñanza UNAM. México.
- 2.-Marshall J. Stanley : Tendencias actuales de la educación científica.
Centro regional de ayuda OEA.
- 3.-Marshall J. Stanley: op. cit.
- 4.-Marshall J. Stanley: op. cit.
- 5.-C.B.A. Chemical Bond Approach.
- 6.-Marshall J. Stanley: op. cit.
- 7.-Ch.E.M.S. Chemical Education Material Study.
- 8.-Nuffield Chemistry Project: Ed. Reverte.

G L O S A R I O

Análisis.-es la descomposición o identificación de una estructura subyacente; el proceso de análisis comprende cuatro pasos: identificar, relacionar, separar y limitar.

Aprender.-es la modificación de la conducta resultado de la experiencia.

Del latín, apprehendere, a-percibir; adquirir el conocimiento de alguna por medio del estudio o de la experiencia.

Aprendizaje proceso de .-es el proceso mismo en que se ejecuta la enseñanza y en el que el maestro y el estudiante participan simultáneamente. (ver enseñanza).

Aprendizaje tipos de:

Mecanico.-tiene lugar cuando la intención se dirige a memorizar la información, en una forma pasiva.

Por descubrimiento.-tiene lugar cuando el estudiante se enfrenta al problema o fenómeno repetidamente y descubre el patrón de comportamiento de dicho problema o fenómeno.

Significativo.-tiene lugar cuando se intenta retener la información relacionandola con el contexto de conocimientos previos, hallandole significado en ese contexto.

Ciencia.-es una explicación objetiva y racional de los procesos del universo.

Es un conjunto de conocimientos acumulados y sistematizados que le esta asociado un método y una actitud científica.

Es un conjunto de hechos e ideas.

Concepto.-es la síntesis en la cual se expresan los conocimientos adquiridos acerca de las propiedades de un proceso o de sus relaciones con otro.

Disciplina.-categoria en que se clasifica el campo del conocimiento humano.

Es un campo de investigación que cuenta con un dominio, un lenguaje, una herencia de literatura y artefactos, es una comunidad de personas.

Enseñar.-del latín, insignare - señalar - instruir, doctrinar dar advertencia o ejemplo que sirve de experiencia para actuar en lo sucesivo.

Enseñanza.-Es el control de la situación en la que ocurre el aprendizaje y tiene como fin el desarrollo y la modificación de hábitos y actitudes mentales; consta de tres elementos principalmente: Objetivos de aprendizaje, métodos y medios y evaluación.

Enseñanza sistematización de.-es el análisis de las relaciones entre los métodos y medios con los planes y programas y los instrumentos de evaluación.

Experimentar.-es una intervención planeada en los procesos de acuerdo con las condiciones provocadas y controladas por el investigador.

Gnoseología.-o teoría del conocimiento.-parte de la filosofía que estudia los fundamentos y métodos del conocimiento científico.

Habilidad.-es la capacidad de relacionar o hacer construcciones hipotéticas que expliquen los cambios que operan en los fenómenos o problemas.

Hipótesis.-del Gr.-hipo, debajo de; tesis-criterio, que esta por debajo de la verdad.

Explicación posible de las nuevas propiedades adivertidas en los procesos.

Investigación científica.-es un proceso abierto de constante reformulación y aproximación a la realidad.

Es una forma disciplinada de satisfacción de la curiosidad humana, que involucra a los científicos en un proceso de autocorrección y revisión continua que resulta generalmente en un cuerpo justificado de hechos y teorías.

Juicio.-es la relación entre conceptos que pudieran surgir de un experimento o de un razonamiento.

Marco de referencia.-conjunto de estructuras, principios científicos, datos particulares, experiencias individuales, criterios convencionales y otros factores externos e internos respecto de los cuales un sujeto dado procede desde la elección del tema hasta la última etapa del proceso de investigación.

Método.-del Gr.:odos-camino, meta-meta.; el camino para llegar a la meta.

Método científico.-es la técnica de abordar la realidad que mediante la dinámica de la observación y la experimentación en el marco del realismo gnoseológico permite acercarse sistemáticamente a la resolución dialéctica de las contradicciones entre los modelos del conocimiento y la realidad. También se le puede llamar metodología de la práctica, puede constar de tres etapas: investigación, sistematización y exposición o discurso.

Metodología.-Conjunto de principios, técnicas e instrumentos disponibles de investigación para abordar la realidad.

Motivación.-Atkinson la define como:"la necesidad de alcanzar éxito con sus necesidades relacionadas de evitar el fracaso", los individuos varían ampliamente en tales necesidades y esto es lo que influye marcadamente su tendencia para acometer o evitar las actividades.

Necesidad educativa.-es la carencia -o diferencia entre la realidad y la aspiración.

Es la diferencia mensurable entre donde estamos actualmente y donde deberíamos estar.

Observación.-cualitativa.-consiste en fijar la atención en las sensaciones que producen los objetos.

.- cuantitativa.-consiste en ir introduciendo los sistemas de medida para cuantificar las observaciones.

Ontología.-del Gr.-ontos-ser; parte de la metafísica que trata del ser en general y sus propiedades trascendentales.

- Percepción.-es el resultado de la recepción e interpretación significativa de la información recibida a través de los sentidos.
- Práctica.-es el quehacer humano, modo o facultad de hacer algo.
- Problema.-elección de una interrogante entre varias posibles. Es aquel que cuenta con 2 o mas cursos de acción.
- Programa.-es la sistematización y la ordenación del contenido de una disciplina, en unidades integradas en el tiempo.
- Razón.-es la integradora, la jerarquizadora, la ordenadora de los elementos de información que percibimos; integra las conexiones entre los procesos.
- Razonamiento.-es una operación lógica mediante la cual partiendo de uno o mas juicios se deriva la validez, la posibilidad o falsedad de otro juicio.
- Realismo gnoseológico.-modelo de teoría del conocimiento en el que el sujeto esta subordinado al objeto o al hecho por conocer y que considera que objeto y sujeto son ambas partes de la realidad.
- Sistema.-es un conjunto de unidades integradas que contienen un proposito, un proceso y un contenido.
- Teoría.-es el reflejo de la realidad en la conciencia del hombre, la teoría científica es lo mas cercano a la realidad, la teoría por si sola no modifica la realidad es indispensable la practica humana.

Teoría de sistemas o enfoque de sistemas.-es una versión empírica del método científico que se basa principalmente en simulación, evaluación, optimización y experimentación.

Valor.-conjunto de emociones en torno a una idea o hecho, los valores tienen las siguientes características: son atemporales, se dan en jerarquía, y a cada valor le corresponde uno de signo contrario.

Verdad.-Es una adecuación entre concepto y realidad.

Es un proceso.