

2  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS "ARAGÓN"**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**MAESTRIA EN ENSEÑANZA SUPERIOR**

**"LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA EN LOS  
CECyT'S DEL IPN.  
UNA PROPUESTA DIDACTICA"**

273994

**T E S I S**

**QUE PRESENTA LA  
ING. LETICIA CAROLINA BARRIOS MURRIETA  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN ENSEÑANZA SUPERIOR**

**ASESOR DE TESIS: MTRO. ARMANDO ULISES CERÓN M.**

**MEXICO**

**OCTUBRE'**

**1999**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

41061



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGÓN

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA SUPERIOR

*“La enseñanza de la química en los CECyT's del IPN.  
Una propuesta didáctica”*

*Tesis que presenta la Ing. Leticia Carolina Barrios Murrieta para  
obtener el grado de MAESTRA EN  
ENSEÑANZA SUPERIOR*

*Asesor:  
Mtro. Armando Ulises Cerón M.*

**CON AMOR**

**A MI PAPÁ**

**MANUEL BARRIOS PEÑA.**

**A MIS HIJOS**

**RODRIGO ALFONSO,**

**ROBERTO RAÚL Y**

**ANDRÉS MERCURIO**

**MI AGRADECIMIENTO A LOS MAESTROS**

**ULISES CERÓN MARTÍNEZ Y**

**CLAUDIA GARCÍA DE CERÓN**

**POR SU GRAN APOYO.**

**A LOS PROFESORES DE QUÍMICA  
DEL CECyT 10  
"CARLOS VALLEJO MÁRQUEZ".**

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. LA CIENCIA NATURAL MODERNA .....	8
1.1. CONTEXTO DEL NACIMIENTO DE LA CIENCIA NATURAL MODERNA.....	8
1.2. SISTEMA ARISTOTÉLICO VS SISTEMA COPÉRNICO.....	10
1.3. GIORDANO BRUNO. EL DIVULGADOR CIENTÍFICO.....	13
1.4. KEPLER (1571-1630).....	14
1.5. GALILEO GALILEI (1564-1642).....	16
1.6. LA NUEVA FILOSOFÍA .....	22
1.6.1. BACON .....	23
1.6.2. DESCARTES.....	24
1.7. LA SÍNTESIS NEWTONIANA.....	27
1.8. UNA CIENCIA LLAMADA QUÍMICA.....	30
1.8.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	31
1.8.2. LA QUÍMICA MODERNA.....	33
1.9. UNA NOCIÓN DEL MÉTODO DE LA CIENCIA NATURAL.....	37
1.10. EL PROGRESO CIENTÍFICO.....	42
2. CURRÍCULUM Y DIDÁCTICA.....	51
2.1. APORTACIONES HABERMASIANAS.....	53
2.2. CURRÍCULUM E INTERÉS TÉCNICO .....	56
2.3. CURRÍCULUM E INTERÉS PRÁCTICO.....	61
2.4. CURRÍCULUM E INTERÉS EMANCIPADOR.....	65
2.5. RESUMIENDO LAS TRES POSTURAS.....	73
2.6. DIDÁCTICA.....	74

3.	PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LOS CECyTs DEL IPN. . . . .	79
3.1.	EVOLUCIÓN CURRICULAR DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR (NMS) DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (IPN) . . . . .	82
3.2.	MODELO EDUCATIVO NMS-IPN "PERTINENCIA Y COMPETITIVIDAD" . . . . .	84
3.2.1	ENFOQUE PSICOPEDAGÓGICO DEL MODELO EDUCATIVO "PERTINENCIA Y COMPETITIVIDAD" . . . . .	88
3.2.2	LÍNEAS DE ORIENTACIÓN CURRICULAR DEL MODELO EDUCATIVO "PERTINENCIA Y COMPETITIVIDAD" . . . . .	90
3.3.	PROPUESTA DIDÁCTICA	
3.3.1	LA PRAXIS DIDÁCTICA. . . . .	94
3.3.2	PROBLEMÁTICA DE LOS OBJETIVOS DE LA DIDÁCTICA CRÍTICA . . . . .	101
3.3.3	SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL CONTENIDO EN EL CONTEXTO DE LA DIDÁCTICA CRÍTICA. . . . .	103
3.3.4	ELABORACIÓN DE SITUACIONES DE APRENDIZAJE . . . . .	108
3.3.5	PROBLEMÁTICA DE LA EVALUACIÓN EN LA DIDÁCTICA CRÍTICA . . . . .	112
	CONCLUSIONES . . . . .	114
	BIBLIOGRAFÍA . . . . .	117



## INTRODUCCIÓN

La química, una ciencia natural, está formada por un cuerpo de conocimientos que en su interior vincula sus conceptos, teorías y leyes en donde se involucran principios matemáticos.

La química, además, es una ciencia teórico - experimental, por lo que la inclusión de prácticas de laboratorio es indispensable para la apropiación por parte del alumno de los contenidos que forman el programa.

El enfoque de esta tesis va dirigido al Nivel Medio Superior de los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos del Instituto Politécnico Nacional donde desempeño mi quehacer docente.

Desde su fundación, el IPN tuvo el cometido de formar profesionistas y técnicos que se incorporaran al aparato productivo de la nación. En esa concepción de escuela politécnica, el binomio teoría - práctica debía guardar momentos dialécticos.

De acuerdo a la currícula de los CECyT's del IPN se subraya expresamente el papel que juega el laboratorio en el estudio del campo de la química, para un aprendizaje indagatorio y para que el alumno al interactuar con el objeto - contenidos -- se apropie de él y lo lleve a la resolución de nuevos problemas que se le puedan presentar.

¿Qué objetivos persiguen los programas de química del Nivel Medio Superior del IPN?

Los programas de química vigentes proporcionan al alumno un conocimiento profundo de la naturaleza y la interdependencia de ésta y el hombre, utilizando responsablemente este conocimiento para mejorar su vida y conservar el medio ambiente, siendo esta la razón para darle un enfoque económico, ecológico, tecnológico y social, que permita al alumno comprender y comprometerse con su entorno y lo confronte, de manera

crítica a través de la interpretación de la estructura, propiedades y transformación de la materia.<sup>1</sup>

En los programas de esta asignatura de los CECyT's, se establecen las diferentes relaciones que existen entre las sustancias para poder predecir los productos de las reacciones químicas; para lograrlo, se busca orientar de manera adecuada el interés en el alumno por la investigación y la experimentación hacia la química, además de hacerlo reflexivo, participativo y creativo.<sup>2</sup>

Por medio de la organización e integración de las actividades teórico - prácticas, se proporcionan en lo general las condiciones necesarias para la adquisición de conocimientos y habilidades de pensamiento que permitan al alumno relacionar y vincular el aprendizaje adquirido con la realidad social y sus necesidades con la vida cotidiana.<sup>3</sup>

¿Qué formación debe tener el egresado del Nivel Medio Superior del IPN?  
¿Qué problemática se tiene en el proceso enseñanza - aprendizaje de las ciencias exactas en este nivel?.

En el Nivel Medio Superior del IPN se preparan a jóvenes entre 16 y 18 años de edad. Operando un modelo educativo bivalente, es decir, que se encuentran integrados los contenidos y aprendizajes generales del bachillerato (porción propedéutica), y aquellos que aportan formación para el trabajo técnico especializado (porción terminal), que les permite el ingreso a estudios de nivel superior y el acceso al sector productivo.

Los alumnos que ingresan a los CECyT's del IPN presentan una actitud de rechazo y aversión al estudio de las ciencias exactas como la física y la química, debido a que como antecedente informativo existe un alto índice de

---

<sup>1</sup> Programa de Estudio: *Química Fundamental*, IPN, México agosto 1995, p. 2.

<sup>2</sup> *Ibidem*.

<sup>3</sup> *Ibidem*.

reprobación y por ello, aunado a la búsqueda de caminos fáciles, libres de aspectos matemáticos y de alguna implicación lógica profunda, asumen grupalmente actitudes desmotivantes.

Este fenómeno repercute en la elección de carrera, donde es reducido el ingreso a las Escuelas Superiores de Ciencias Naturales, y, por ende, es alarmante la tendencia que resulta, pues la juventud se vuelca hacia carreras de administración declinando la industria de transformación e investigación científica.

Como país, los bajos registros alcanzados en este sector nos impiden contar con un lugar competitivo en relación a los países del primer mundo altamente desarrollados, donde se producen continuamente nuevos materiales que provienen de investigaciones en el campo de la química.

Es nuestro deber atacar el déficit de formación de sujetos pro-química en todos los niveles del sistema educativo nacional, y, en caso concreto del Nivel Medio Superior, que es el período de franco rechazo hacia las ciencias naturales.

En este contexto, para abatir el bajo ingreso de los alumnos a Escuelas Superiores de Ciencias Naturales, se ha de buscar en esta tesis una propuesta didáctica para que la enseñanza de la química que sea motivante y despierte la inquietud de los jóvenes por incursionar en esta área.

Los 50's fue una década de fuertes cuestionamientos al sistema de enseñanza de las ciencias naturales que dio lugar a investigaciones específicas en este campo. Se abordaron los problemas sobre aprendizajes de las ciencias y para resolverlos hicieron investigaciones tanto pedagogos como psicólogos, epistemólogos y sociólogos. Se consideró que el proceso enseñanza - aprendizaje para las ciencias presentaba características propias, y que su estudio estaba vinculado con diversas áreas. A este nuevo campo de conocimiento se le ha designado como Didáctica de las Ciencias y posee un marco teórico específico y propio; transmitir la cultura científica

generada a través de los siglos de forma que los individuos puedan aplicarla y hacerla evolucionar.

En la actualidad para instrumentar una didáctica para la enseñanza de la química en el Nivel Medio Superior nos debemos preguntar e indagar las respuestas de ¿Cómo construyen los científicos el conocimiento? ¿Cómo se difunde ese conocimiento? ¿Cómo el alumno se apropia de ese conocimiento? Debemos para ello elaborar un continuo entre los contenidos de un programa y la propuesta pedagógica para lograr buenos resultados en el proceso enseñanza - aprendizaje.

De acuerdo a lo anterior, los objetivos que se deben alcanzar en esta tesis son los siguientes:

- 1.- Para interpretar y comprender la ciencia natural moderna, debemos abordarla, desde su historia, filosofía y epistemología.
- 2.- Se analizarán las diferentes propuestas didácticas desde la teoría curricular, cuestionando el qué, el para qué y el cómo de la enseñanza.
- 3.-Se construirá una didáctica para la enseñanza de la química, en los CECyT<sup>As</sup> del IPN a partir de análisis teóricos y la praxis educativa aúlica.

Con los objetivos anteriores, buscaremos propuestas capaces de articular los objetivos anteriores, articulaciones, que posibiliten el camino hacia la construcción de una Didáctica para la enseñanza de la química en este contexto.

La metodología que utilizaremos para la realización de esta investigación es la constructivista, ya que constituye un acercamiento viable, que posibilita la construcción de una Didáctica para la enseñanza de la química, porque primero admite la comprensión y después posibilita la interpretación del fenómeno, permitiendo adoptar una postura frente al objeto que se esta construyendo.

Desde un sentido reflexivo, se puede acceder a una serie de saberes , que permiten adquirir un capital cultural para el desarrollo de esta investigación, ésta reflexión obliga a la deconstrucción de formas de pensar, surgiendo con ello la necesidad de derrumbar obstáculos epistemológicos y construir nuevas propuestas.

Así, por ejemplo, al abordar en el capítulo 1 la Ciencia Natural Moderna, me alejo del paradigma positivista de ciencia y asumo la postura de ciencia que maneja Kuhn, una postura neopositivista, en donde el desarrollo científico depende en parte de un proceso de cambios no acumulativos, es decir se trata de un proceso revolucionario. Estos cambios se anuncian con la conciencia de una anomalía, de un acontecimiento o conjunto de acontecimientos que no encajan en las maneras existentes de ordenar los fenómenos. Por consiguiente, los cambios resultantes requieren de "pensar en otra cabeza". Kuhn , también maneja el concepto de ciencia normal como la que se desarrolla entre una revolución y otra.

Para Kuhn el lenguaje es primordial para la divulgación del conocimiento científico, para él, los exponentes de teorías diferentes, hablan idiomas diferentes: lenguajes que expresan diferentes compromisos cognoscitivos, adecuados a mundos diferentes. Sus capacidades para captar los puntos de vista ajenos, por consiguiente, están limitados inevitablemente por las imperfecciones de los procesos de traducción y de determinación de la referencia. Con estos análisis Kuhn dentro de la corriente neopositivista, converge con la hermenéutica.

Los análisis de Kuhn, me llevan a la reflexión de cómo es la enseñanza de la ciencia en las escuelas, y lo expongo en el capítulo 3 , en donde se utilizan libros de texto que muestran soluciones concretas a problemas concretos, que dentro de la profesión se han venido a aceptar como

paradigmas, y luego se le pide al estudiante que resuelva problemas parecidos, que están muy alejados de la práctica profesional, concluyendo, que la ciencia se enseña con pensamientos convergentes y las revoluciones científicas, las realizan hombres que piensan en forma divergente la solución de un problema.

¿Qué momentos contiene esta tesis?

- En el primer capítulo, abordo la ciencia natural moderna, desde su historia, su filosofía y epistemología, para interpretarla y comprenderla. A través del análisis, descubrimos, que hombres como Newton, o Lavoisier enuncian una teoría completamente nueva que tiene la potencialidad de reordenar un vasto número de fenómenos naturales. Estos cambios revolucionarios, son bastante problemáticos, ya que ponen en juego descubrimientos que no pueden acomodarse dentro de los conceptos que eran habituales antes de que se hicieran estos descubrimientos. Para hacer, o asimilar, un descubrimiento tal, debe alterarse el modo en que se piensa. No podemos pasar de lo viejo a lo nuevo mediante una simple adición a lo que ya era conocido. Ni tampoco se puede describir completamente lo nuevo en el vocabulario de lo viejo o viceversa.
- En el segundo capítulo, expongo la didáctica, desde la teoría curricular, tomando al curriculum como el marco de reflexión que cuestiona el qué, el para qué, y el cómo de la enseñanza. El curriculum aporta la reflexión y el análisis de los procesos de enseñanza, ampliando el sentido y las implicaciones de la enseñanza como objeto de la didáctica.

Si nos aproximamos al concepto de curriculum nos encontramos varias corrientes de pensamiento que lo abordan. En esta tesis agruparé diferentes discursos acerca del curriculum, apoyándome en las aportaciones

habermasianas (Habermas 1982 y 1986) sobre los intereses constitutivos del conocimiento: técnico, práctico y emancipador. Estos intereses constituyen los tres tipos de ciencias, mediante los que se genera y organiza el saber de nuestra sociedad. Estas tres formas de saber son la empírico - analítica, la histórico - hermenéutica y la crítica.

- Por último, construyo una didáctica para la enseñanza de la química, para los CECyT's del IPN, tomando como base el Modelo Educativo "Pertinencia y Competitividad", que es el instrumento que sintetiza las intenciones y propósitos que presiden la actuación educativa del Nivel Medio Superior del IPN, de análisis teóricos realizados en los dos primeros capítulos, y mi praxis educativa áulica, de la que participo cotidianamente.

Ha sido para mi muy satisfactorio el haber realizado este trabajo, porque ha servido para mejorar mi quehacer docente, las reflexiones que aquí se hacen de la ciencia natural moderna, me han servido para interpretarla y comprenderla mejor, y articulándola, con propuestas pedagógicas idóneas, he podido transmitir con más claridad este conocimiento a los alumnos, he sentido que muchos de ellos han estado muy interesados en algunos pasajes de la historia de la ciencia en los que me he apoyado, antes de iniciar un tema, es necesario que los alumnos del Nivel Medio Superior conozcan la forma de pensar la ciencia que tuvieron los grandes constructores de ella, y no esperar a cursar una maestría para que se aborden estos temas, nuestro país necesita hacedores de ciencia y esto sería un buen inicio para su formación.

# **CAPÍTULO**

**1**

**LA CIENCIA NATURAL**

**MODERNA**



## 1.- LA CIENCIA NATURAL MODERNA

Es importante, interpretar y comprender lo que vamos a enseñar o aprender. Para lograrlo es necesario estudiar las disciplinas en cuestión, es por eso, que si en esta tesis intento proponer una didáctica para la enseñanza de la química en los CECyT's del IPN, en primer lugar debo abordar la ciencia natural moderna, desde su historia, su filosofía y epistemología. Es necesario que fortalezcamos la divulgación científica, pero no sólo la divulgación de los hechos o datos científicos, sino de los procesos de los que se llega a obtener ese conocimiento, y sobre todo, la forma de pensar de los científicos que da origen y justifica ese conocimiento. Al profundizar en estos temas descubrimos, que los hombres que han construido la ciencia, no lo han hecho por un sólo método, como se muestra de los libros de texto empleados para la enseñanza de la química en el Nivel Medio Superior, sino, que los científicos, lo han hecho a través de varios métodos, y muchos de ellos recurren a la imaginación y a la intuición, actividades que como veremos, no son exclusivas del arte. Al respecto, Einstein, el científico más importante de nuestra época nos dice:

**La teoría no puede deducirse lógicamente de la experiencia; se inventa libremente. En este sentido, el científico es también un racionalista; debe dar prueba de una imaginación especulativa, forjar unos principios y unos conceptos que se anticipen a la experiencia<sup>1</sup>**

### 1.1 CONTEXTO DEL NACIMIENTO DE LA CIENCIA NATURAL MODERNA.

El nacimiento de la ciencia moderna lo podemos ubicar en la primera fase de transición del feudalismo al capitalismo, período que abarca los movimientos

---

<sup>1</sup>Thuillier, Pierre, "*De Arquímedes a Einstein. Las Caras Ocultas de la Investigación Científica*" Edit. Alianza, Primera edición, México 1991, Pág. 504.

del Renacimiento y la Reforma (siglos XV y XVI). La forma económica de la producción de mercancías para un mercado dominado por los pagos de dinero, existía ya en algunas ciudades del siglo XII. Pero sólo empezó a convertirse en forma dominante de la economía del siglo XV, en la faja de los países que va desde Italia pasando por la alta Alemania, hasta los países bajos. De esta región fue sólo en Italia donde las ciudades más grandes - como Venecia, Génova, Florencia y Milán-- se hicieron independientes, tanto política como económicamente, quedando así en condiciones de laborar la brillante civilización artística e intelectual del Renacimiento. En Italia, esto no implicó rompimiento alguno con la Iglesia, porque la Santa Sede tenía en Roma una excelente renta formada por las contribuciones de todo el mundo cristiano. Pero la situación fue otra cuando el movimiento se propagó a Alemania y otros países más lejanos. Allí condujo, por una parte, a la afirmación de la independencia religiosa sobre una nacional y tuvo su expresión en la Reforma Luterana; y, por otra parte, a la feroz lucha social que tuvo su expresión en la guerra de los campesinos de 1525 a 1526. También hubo revueltas en Hungría y hasta en la católica España. Posteriormente, cuando la Reforma se propagó todavía más a los países bajos, Gran Bretaña y Francia adoptaron la forma más radical aún del Calvinismo, el cual rechazó por completo el gobierno jerárquico de la Iglesia y organizó tanto el poder civil como escolástico sobre la base de la democracia electoral.<sup>2</sup>

El Renacimiento y la Reforma son dos aspectos del mismo movimiento tendiente a cambiar el sistema de relaciones sociales para establecer una organización basada en la compra-venta de mercancías y en el trabajo en vez del status hereditario y fijo que existía. El principal factor económico que suministró impulso al movimiento fue la rápida extensión del comercio.

---

<sup>2</sup> Bernal., Jhon D " *La Ciencia en la Historia*", Edit. Nueva Imagen., Año 1979, México, Pág. 366.

Si el Renacimiento hubiera consistido solamente en una mejoría, gradual o incluso rápida, de las condiciones económicas, con seguridad no ocuparía el lugar que tiene en la historia humana. Lo que le da la importancia que tiene la ciencia, el arte y la política, es que fue un movimiento consciente, y sobre todo, un movimiento revolucionario. En su aspecto intelectual, se debió al trabajo de una pequeña minoría de sabios y artistas, quienes se opusieron colectivamente a todas las formas medievales y se esforzaron por crear nuevas formas y, hasta donde les fue posible, semejantes a las de la antigüedad clásica. No trataron de estudiar a los antiguos a través de la larguísima cadena de tradiciones árabes o escolásticas, sino leyendo directamente los textos encontrados en las excavaciones. Esto significó ir a los originales griegos y tomar de primera mano, no sólo el pensamiento de Platón y Aristóteles sino también el de Demócrito y Arquímedes.<sup>3</sup>

Tanto en los países católicos como en los protestantes, el Renacimiento significó un rompimiento definido y deliberado con el pasado. Y, aunque es cierto que hubo necesidad de conservar muchas cosas, sin embargo se les dio una nueva orientación. Así desaparecieron en definitiva las formas medievales de la economía, la arquitectura, el arte y el pensamiento, siendo sustituidas por una nueva cultura: capitalista en la economía, clásica en el arte y la literatura, y científica en su consideración con la naturaleza.

## **1.2 SISTEMA ARISTOTÉLICO VS SISTEMA COPERNICANO.**

El desarrollo correspondiente a la ciencia consistió en la primera fase en un desafío total a la imagen del mundo del hombre medieval que había adoptado de la época clásica. Este desafío encontró su expresión decisiva en el repudio hecho por Copérnico del cosmos geocéntrico ptolemaico, sustituyéndolo por un sistema heliocéntrico en el cual la Tierra giraba alrededor del Sol igual que otros planetas.

---

<sup>3</sup> *Ibidem.* Pág. 365.

Con Copérnico (1473-1543) se inicia la primera batalla enconada entre la teología y la ciencia, y en cierto sentido la más notable, fue la disputa astronómica respecto a si la Tierra o el Sol formaban el centro de lo que ahora llamamos el sistema solar. La teoría ortodoxa era la ptolemaica, de acuerdo con la cual la Tierra está en reposo en el centro del universo, mientras que el Sol, la Luna, los planetas y los sistemas de estrellas fijas giran alrededor de ella cada uno en su propia esfera. Para la nueva teoría, la copernicana, la Tierra, lejos de estar en reposo, tiene un doble movimiento; rota en su eje una vez al día y gira alrededor del Sol una vez al año.<sup>4</sup>

¿Con qué antecedentes contó Copérnico para hacer esta afirmación? Los griegos eminentes en casi todos los ramos de la actividad humana, hicieron -y ello es sorprendente- poco para la creación de la ciencia. La gran hazaña intelectual de los griegos fue la geometría, que juzgaban como un estudio *a priori*, derivado de premisas evidentes por sí mismas y que no requerían verificación experimental. El genio griego fue deductivo más que inductivo, y dominó por ello en matemáticas.

En las edades siguientes, las matemáticas griegas fueron casi olvidadas, mientras otros productos de la pasión griega por la deducción sobrevivían y florecían, sobre todo la teología y el derecho. Los griegos observaron el mundo como poetas más que como hombres de ciencia; en parte, creo, porque toda actividad manual era indigna de un caballero, de suerte que todo estudio que requiriese experimentos parecía un poco vulgar. Quizá fuera caprichoso relacionar con este prejuicio el hecho de ser la astronomía la rama en que los griegos se mostraron más científicos, ya que aquella ciencia se refiere a cuerpos que sólo pueden ser vistos y no tocados.

Los griegos afirmaron desde el principio que la tierra es redonda, y algunos de ellos llegaron a la teoría de Copérnico de que la rotación de la Tierra, y no la revolución de los cielos, es la que origina el movimiento diurno

---

<sup>4</sup>Russell, Bertrand, "Religión y Ciencia", Edit.F:C:E., México séptima edición, Pág. 17.

aparente del Sol y de las estrellas. Arquímedes escribe al rey Gelón de Siracusa y le dice "Aristarco de Samos ha compuesto un libro en el que menciona algunas hipótesis, cuyas premisas llevan a la conclusión de ser el universo mucho mayor de lo que hasta ahora se ha supuesto. Sus hipótesis son que las estrellas fijas y el Sol permanecen inmóviles; que la Tierra gira alrededor del Sol en la circunferencia de un círculo, estando situado el Sol en el centro de la órbita". Así los griegos descubrieron no sólo la rotación de la Tierra, sino también su movimiento anual alrededor del Sol. Fue el descubrimiento de que un griego había sostenido esta opinión lo que animó a Copérnico hacerla revivir. En los días del Renacimiento, cuando vivía Copérnico, se afirmaba que cualquier opinión que hubiese sido sustentada por un antiguo tenía que ser verdadera y que una opinión no sustentada por ningún antiguo no podía merecer respeto. "Dudo"- dice Bertrand Russell- "de que Copérnico hubiera nunca llegado a ser un copernicano, si no hubiese existido Aristarco, cuya opinión permaneció olvidada hasta el renacimiento de la enseñanza clásica"<sup>5</sup>

La teoría de Copérnico, aunque importante como un esfuerzo fecundo de la imaginación que hizo posible el progreso posterior, era en sí misma todavía muy imperfecta. Los planetas, como ahora lo sabemos, giran alrededor del Sol, no en círculos, sino en elipses, de las cuales el Sol no ocupa el centro, sino uno de los focos. Copérnico se adhirió a la opinión de que sus órbitas deben ser circulares, y explicaba las irregularidades suponiendo que el Sol no estaba enteramente en el centro de ninguna de las órbitas. Privó así parcialmente a su sistema de la simplicidad, que constituía su gran ventaja sobre el de Ptolomeo, y hubiera hecho imposible la generalización de Newton de no haberlo corregido Kepler.<sup>6</sup>

En el año de la muerte de Copérnico 1543 se publica su libro: *Las Revoluciones de los Cuerpos Celestes*, donde explicaba su teoría, en el

---

<sup>5</sup> Russeell, Bertrand , "*La Perspectiva Científica*", Edit. Sarpe, Madrid 1983.,Pág. 29-30.

<sup>6</sup> Russell, Bertrand , "*Religión y .....*" *Op. Cit*, Pág. 18.

momento que surgía una nueva sociedad que estaba aprendiendo a observar y a experimentar directamente, por lo que no levantó polémica alguna. Sólo más tarde, cuando empezaron a hacerse presentes las consecuencias políticas de la nueva visión del mundo, es, que la Iglesia Católica se atemorizó y trató de detenerla, pero ya era demasiado tarde.

### 1.3 GIORDANO BRUNO. EL DIVULGADOR CIENTÍFICO

Las implicaciones de la revolución copernicana tardaron algún tiempo en penetrar la conciencia de su época. Fueron recibidas con beneplácito y rápidamente por los astrónomos, debido a su simplicidad ya que servían para mejorar las tablas astronómicas, aunque todavía estaban lejos de construir un medio preciso. Luego vinieron quienes encontraron en el sistema copernicano una ilustración convincente de la estupidez de la antigua concepción ptolomeica y medieval del mundo, y, también, quienes se inspiraron en dicho sistema para concebir el universo como infinito y abierto. El más famoso de éstos fue Giordano Bruno (1548-1600).

En 1584 publicó en Londres tres opúsculos en italiano: *La Cena de la Ceneri: De la Causa, Principio e Uno, De L'Infinito y Universo e Mondi*, en ellos señaló el tránsito del pensamiento medieval al moderno y, sobre todo, al pensamiento científico moderno. En el opúsculo *La Cena de la Ceneri* sostiene que el universo es infinito. Por lo tanto no puede decir que ningún cuerpo sea el centro o la periferia del universo. Sólo cabe decir que los cuerpos tienen relaciones con otros cuerpos en forma arbitraria. De donde se infiere que los movimientos de los cuerpos naturales se hallan muy lejos de ser círculos sencillos con un sólo centro. En su obra *De L'Infinito, Universo e Mondi* afirma: todos esos innumerables mundos que vemos en el universo no están contenidos en él como en una vasija, sino comprendidos por la causa eficiente que los mueve. Además, como el alma común se encuentra dentro del todo al que da el ser y al mismo tiempo es individual y, sin embargo, está en todos y en cada una de las partes, la esencia del

universo es una en el infinito y en cualquier cosa del mismo que consideremos.<sup>7</sup>.

En resumen, Jorge Maksabedián nos dice que el pensamiento de Bruno se puede expresar de la siguiente manera:

**Existen otros mundos además del nuestro. El universo está constituido por muchos mundos semejantes a la Tierra. Nuestro mundo no es el centro del universo.**

**El universo es infinito en el espacio y en el tiempo de donde colige que la idea de puntos fijos en el espacio o en el tiempo, ha de ser relativa a otros puntos considerados arbitrariamente como fijos.<sup>8</sup>.**

Giordano Bruno viajó por toda Europa para divulgar los nuevos pensamientos. En 1592 fue apresado por la Inquisición y ocho años después fue quemado vivo. Bruno fue un mártir más de la libertad de pensamiento que de la ciencia, ya que nunca hizo experimentos ni observaciones; pero sí insistió hasta lo último en su derecho a extraer las conclusiones que sostenía apoyándose en los hechos científicos.

#### **1.4 KEPLER (1571-1630).**

Aunque sus opiniones eran las mismas que las de Galileo, nunca entró en conflicto con la Iglesia. Al contrario, las autoridades católicas perdonaron su protestantismo a causa de su eminencia científica. Cuando la ciudad de Gratz, donde desempeñaba el profesorado, pasó del dominio de los protestantes al de los católicos, los profesores protestantes fueron destituidos; pero aunque él huyó, fue reinstalado por el favor de los jesuitas.

---

<sup>7</sup> Maksabedián., Jorge, "El Método de la Física", Edit. IPN, México 1982., Pág. 7-8.

<sup>8</sup> *Ibidem*. Pág. 8.

Sucedió a Tycho Brahe como "matemático imperial" bajo el emperador Rodolfo II, y heredó los inapreciables registros astronómicos de Tycho. No dependía de su puesto oficial, por eso no murió de hambre, ya que el salario, aunque importante, no se le pagaba. Pero además de ser un astrónomo, era un astrólogo.<sup>9</sup>

Es bien sabido que Kepler, practicó la astrología. Desde el comienzo de su carrera de realizador de horóscopos se mostró muy eficaz. Había predicho una época de hambre, una revuelta de campesinos y una guerra contra los turcos... y los tres hechos se produjeron. El mismo Galileo se dedicó a este tipo de prácticas en particular a petición de su señor, el gran Duque de Toscana.<sup>10</sup>

No es mera justicia para con Kepler el afirmar que al adoptar la hipótesis copernicana se apoyaba en razones puramente científicas. Se dice que en cierta época de su juventud fue partidario de la adoración al Sol, y que pensaba que el centro del universo era el único sitio digno de una tan grandeidad. Pero, sólo motivos científicos le condujeron al descubrimiento de ser las órbitas planetarias elipses y no círculos.

Él, y aún más Galileo, poseyeron el método científico (inductivo) en su integridad. Aunque actualmente se sabe muchas más cosas que las que se sabían en su época, no se ha añadido nada esencial al método. Pasaron de la observación de los hechos particulares al establecimiento de leyes cuantitativas rigurosas, por medio de las cuales los hechos particulares futuros podían ser predichos. Chocaron profundamente con sus contemporáneos, en parte porque sus conclusiones se enfrentaban por su naturaleza con las creencias de aquella época, pero en parte también porque las creencia en la autoridad había impulsado a los eruditos a limitar a las bibliotecas sus investigaciones, y los profesores estaban angustiados

---

<sup>9</sup> *Ibidem.* Pág. 8.

<sup>10</sup> Russell, Ruseell., "Religión y ....." *Op. Cit.* Pág. 21.



ante la sugestión de que podría ser necesario contemplar el mundo para saber como es.<sup>11</sup>

Las observaciones de Kepler lo condujeron al descubrimiento de sus tres leyes, las cuales, a diferencia de la ley de la gravitación, fueron puramente descriptivas. No sugerían ninguna causa genial de los movimientos de los planetas, pero daban la fórmula más simple para resumir los resultados de la observación. La sencillez de la descripción era la única ventaja de la teoría de que los planetas giran alrededor del Sol, y no de la Tierra, y que la revolución diurna aparente del cielo se debía, en realidad, a la rotación de la Tierra. Para los astrónomos del siglo XVII parecía que implicaba algo más que sencillez el hecho de que la Tierra realmente giraba y que los planetas realmente giran alrededor del Sol y esta opinión fue reforzada por la obra de Newton.<sup>12</sup>

### **1.5 GALILEO GALILEI (1564-1642)**

Fue la figura científica más notable de su tiempo, tanto por sus descubrimientos como por su conflicto con la Inquisición. Su padre, un matemático empobrecido que hizo todo lo posible para orientar al muchacho hacia lo que esperaba serían estudios más lucrativos, logró que Galileo no conociera la existencia de las matemáticas hasta que, a la edad de 19 años acertó a oír tras de una puerta una lección de geometría. Se entregó con avidez al tema, que tenía para él todo el encanto de la fruta prohibida.<sup>13</sup>

Una aportación fundamental de Galileo al pensamiento científico es el descubrimiento de que la matemática es el medio más preciso para expresar las medidas y las relaciones entre propiedades fundamentales de los procesos, con lo cual habilitó a la matemática como instrumento metódico

---

<sup>11</sup>Russell, Russell, "*La Perspectiva .....*", *Op. Cit.* Pág. 133.

<sup>12</sup> Russell, Berrand, "*Religión y ...*", *Op. Cit.*, Pág. 23.

<sup>13</sup> *Ibidem.* Pág. 25.

para la investigación en la física. Por esto, la obra de Galileo representa el enlace en el que se opera el cambio, de la ciencia antigua como estudio cualitativo de la cantidad a la ciencia moderna cuyo principio es el estudio cuantitativo de las cualidades.<sup>14</sup>

Con el uso de las matemáticas y el método experimental en la física, Galileo ha sido reconocido a través de la historia como el padre de la ciencia moderna.

Siendo Galileo muy joven, fue nombrado profesor de matemáticas en Pisa. Se divertía buscando ocasiones que pusiesen en ridículo a sus colegas. Estos afirmaban, por ejemplo -basándose en la física de Aristóteles-, que un cuerpo que pesase diez libras caería de una altura determinada en una décima parte del tiempo que necesitaría un cuerpo que pesase una libra. Una mañana subió Galileo a lo alto de la torre inclinada de Pisa con dos pesos de una y diez libras, respectivamente, y en el momento en que los profesores se dirigían con grave dignidad a sus cátedras, en presencia de los discípulos, llamó su atención y dejó caer los dos pesos a sus pies desde lo alto de la torre. Ambos pesos llegaron prácticamente al mismo tiempo. Los profesores, sin embargo, sostuvieron que sus ojos debían haberles engañado, puesto que era imposible que Aristóteles se equivocase.<sup>15</sup>

Galileo se hizo impopular y fue silbado al explicar su curso, hecho que también le ha sucedido a Einstein en Berlín. Después hizo un telescopio e invitó a los profesores a mirar por él los satélites de Júpiter. Los profesores rehusaron, exponiendo como motivo que Aristóteles no había mencionado dichos satélites, y que por eso, cualquiera que pensase que los veía tenía que estar equivocado.

El experimento de la torre inclinada de Pisa corroboró la primera investigación importante de Galileo, o sea, el establecimiento de la ley de

---

<sup>14</sup> Maksabedián Jorge, *Op. Cit.*, Pág. 12.

<sup>15</sup> Russell, Bertrand, "*La Perspectiva .....*", *Op. Cit.*, Pág. 33.

caída libre de los graves. Según dicha ley, todos los cuerpos caen a la misma velocidad en el vacío, y al término de un tiempo determinado han adquirido una velocidad proporcional al tiempo durante el cual han estado cayendo y han recorrido un espacio proporcional al cuadrado de dicho tiempo. Aristóteles había sostenido otra cosa, pero Aristóteles ni ninguno de sus sucesores, durante cerca de dos mil años, se habían tomado la molestia de averiguar si lo que sostenía era cierto. La idea de hacer esta investigación era una novedad, y la falta de respeto de Galileo a la autoridad fue considerada como abominable. Tenía, como es natural, muchos amigos, hombres para quienes el espectáculo de la inteligencia era delicioso en sí mismo. Pocos de estos hombres, sin embargo, ocupaban puestos académicos y la opinión universitaria era enconadamente hostil a los descubrimientos de Galileo.<sup>16</sup>

Galileo en 1638, demostró que la trayectoria ideal de un proyectil era una parábola. ¿Cómo llegó a ese resultado? Según algunos historiadores se trata de un descubrimiento puramente teórico. Galileo no debería entonces nada a aquellos que se ocuparon de forma práctica de cuestiones de balística. Pero otros, por el contrario, destacan que algunos artistas (o artistas-ingenieros, como Leonardo de Vinci) ya habían "percibido" la trayectoria parabólica. ¿Es posible que los tanteos de los artilleros y dibujantes hubiesen estimulado e inspirado a los sabios geómetras? ¿Qué forma tiene la trayectoria recorrida por un guijarro que acabamos de lanzar? Galileo proporcionó y demostró la respuesta; el guijarro describe una trayectoria parabólica. En realidad, debido a la resistencia del aire, el problema es algo más complicado de lo que parece a primera vista, fue necesario esperar hasta 1687 para que Newton estableciese de forma estricta la naturaleza de la curva balística. Pero Galileo tenía buenas razones para estar orgulloso. En su *Diálogo acerca de dos ciencias nuevas* (1638), antes incluso de presentar sus resultados, proclamaba la importancia

---

<sup>16</sup> *Ibidem*. Pág. 34.

del trabajo realizado. A pesar de todos los esfuerzos desplegados por los filósofos, ese fenómeno fundamental que es el movimiento seguía siendo muy poco conocido "Abro", afirmaba sin falsa modestia, "el acceso a una ciencia tan vasta como eminente, en la que mis trabajos marcarán el comienzo y en la que espíritus más perspicaces que el mío explorarán las partes más recónditas".<sup>17</sup>

Thullier, al referirse a Galileo expresa:

**Es cierto que el gran florentino abrió un camino nuevo, que Newton y Laplace transformaron en camino real. Sin embargo, no hay que imaginarse que la ciencia Galileana nació ex nihilo. Un lector demasiado apresurado podría creer, al ojear el *Diálogo acerca de dos ciencias nuevas*, que Galileo lo hizo todo; al forjar en su totalidad todas las nociones necesarias para el análisis del movimiento de caída libre y del movimiento de los proyectiles, habría inventado y después comprobado experimentalmente diversos enunciados teóricos, etc. Este panorama debe matizarse cuidadosamente. Galileo, por grande que hayan sido sus méritos, sacó partido en primer lugar de todo un amplio trabajo colectivo que llevaron a cabo numerosos teóricos antes que él. La Edad Media y el Renacimiento, en el lo que respecta a la teoría del movimiento no fueron tan estériles como pretenden numerosos textos de divulgación. Aunque el vocabulario y las preocupaciones de los filósofos medievales hayan sido en general, muy diferentes de las nuestras, habían definido y utilizado nociones análogas y a veces incluso idénticas a las que hoy nos resultan familiares: velocidad instantánea, aceleración, aceleración constante, etc. Desde el siglo XIV, la**

---

<sup>17</sup> Thullier, Pierre, *Op. Cit.*, Págs. 255-256.

**idea de cuantificar rigurosamente el movimiento se había ido afirmando; y unos procedimientos matemáticos relativamente complejos permitían establecer relaciones cuantitativas precisas entre velocidad y espacio recorrido. Las doctrinas de Aristóteles habían sido criticadas numerosas veces y habían aparecido otras teorías nuevas. El caso del español Domingo de Soto es bastante espectacular: en 1545 en un comentario a la física de Aristóteles, había explícitamente considerado el movimiento de caída libre como un movimiento uniformemente acelerado (entonces se decía "movimiento uniformemente deforme")<sup>18</sup>**

Pero el descubrimiento de la trayectoria parabólica de los proyectiles no solamente fue un asunto teórico. Debido al desarrollo de las armas de fuego y en particular de los cañones, muchos estudiosos que también se habían dedicado a la práctica se habían interesado por la balística -y, por lo tanto, por la cinemática y la dinámica- Por otra parte, los artistas estudiaban a su manera las trayectorias de las balas de cañón (o de los chorros de agua). Al final de la Edad Media y durante el Renacimiento, muchos de estos artistas eran artistas ingenieros: no solamente representaban los movimientos de distintos cuerpos, sino que tenían un conocimiento directo de situaciones concretas en las que esos fenómenos desempeñaban su papel. Tenían la oportunidad de fabricar, manipular o contemplar bombardas y cañones, pero también máquinas muy variadas, molinos, batanes, máquinas textiles, etc. Debido al desarrollo de la hidráulica, se habían familiarizado con diversos fenómenos hidrodinámicos. Se había desarrollado toda una "experiencia de movimiento" en contacto con las realidades técnicas, en una sociedad que se mecanizaba cada vez más.

---

<sup>18</sup> *Ibidem* Págs. 256-257.

Como todo el mundo sabe, tuvo que ver Galileo con la Inquisición al final de su vida, por sostener que la Tierra gira alrededor del Sol. Había tenido un primer encuentro de menos importancia, del cual saliera sin gran quebranto; pero en el año 1632 publicó un libro de diálogos sobre los sistemas de Copérnico y Ptolomeo, en el que cometió la temeridad de colocar en boca de un personaje llamado Simplicio algunas observaciones que habían sido hechas por el Papa. El Papa mantenía relación amistosa con Galileo; pero en esta ocasión se puso furioso. Galileo vivía en Florencia en buena amistad con el Gran Duque. Pero la Inquisición reclamó su presencia en Roma para juzgarle, y amenazó al Gran Duque con castigos y multas si continuaba amparando a Galileo. Este tenía por entonces setenta años; estaba muy enfermo y se iba quedando ciego. Envió un certificado médico para demostrar que no estaba en condiciones de viajar, a lo cual la Inquisición respondió enviándole un médico de los suyos, con órdenes de que tan pronto se repusiese lo bastante fuese traído a Roma cargado de cadenas. Al enterarse de que esta orden se iba a llevar a cabo, se puso voluntariamente en camino. Con amenazas se le obligó a hacer acto de sumisión.<sup>19</sup>

Así en Roma, en el convento de la Minerva, el 22 de junio de 1633, Galileo fue obligado a retractarse del movimiento de la Tierra. Russell nos dice "No es verdad que después de recitar esta abjuración dijese entre dientes "*Eppur si muove*". Fue la gente quien dijo esto, y no Galileo".<sup>20</sup>

Russell afirma:

**El conflicto entre Galileo y la Inquisición no es meramente el conflicto entre el libre pensamiento y el fanatismo, o entre la ciencia y la religión, es además un conflicto entre el espíritu de inducción y el espíritu de deducción. Los que creen en la deducción como método para llegar al conocimiento se ven**

---

<sup>19</sup>Russell, Bertrand, "*La Perspectiva .....*" *Op. Cit.*, Págs. 34-35.

<sup>20</sup> *Ibidem*. Pág. 40.

obligados a tomar sus premisas de alguna parte, generalmente de un libro sagrado. La deducción procedente de libros inspirados es el método de llegar a la verdad empleado por los juristas, cristianos, mahometanos y comunistas. Y puesto que la deducción, como medio de alcanzar el conocimiento fracasa cuando existe duda sobre las premisas, los que creen en la deducción tienen que ser enemigos de los que discuten la autoridad de los libros sagrados. Galileo discutió a Aristóteles y a las Escrituras, y con ello destruyó todo el edificio del conocimiento medieval. Sus predecesores sabían cómo fue creado el mundo, cual era el destino de hombre y los más profundos misterios de la metafísica, y los ocultos principios que rigen la conducta de los cuerpos. En el universo moral y material nada era misterioso para ellos, nada oculto; todo podía ser expuesto en metódicos silogismos. Comparado con todo ese caudal, ¿qué les quedaba a los partidarios de Galileo? Una ley de caída de los graves, la teoría del péndulo y las elipses de Kepler. ¿Puede sorprender, ante esto, que los eruditos protestasen en voz en grito de la destrucción de sus conocimientos, ganados tan laboriosamente? Así como el Sol naciente disipa la multitud de las estrellas, así las escasas verdades comprobadas por Galileo desvanecieron el firmamento centellante de las certezas medievales.<sup>21</sup>

## 1.6 LA NUEVA FILOSOFÍA

En los siglos XVI y XVII se había destruido la concepción clásica del mundo, aún cuando apenas si se habían esbozado los lineamientos generales de la

---

<sup>21</sup> *Ibidem*. Pág. 41.

nueva concepción, con ello decae la filosofía escolástica dando paso a una nueva filosofía natural y racional.

En este período aparecen los primeros profetas de la nueva ciencia, que fueron Bacon (1561-1626) y Descartes (1596-1650).

### **1.6.1 BACON.**

Bacon y Descartes se encuentran colocados en el punto de inflexión entre la ciencia medieval y la ciencia moderna. Ambos fueron esencialmente profetas y divulgadores, hombres que tuvieron la visión de las posibilidades del conocimiento y, se ocuparon de mostrarla al mundo.

Bacon destacó el espacio esencialmente práctico del nuevo movimiento, sus aplicaciones al mejoramiento de las artes y, su utilidad para lograr una apreciación del mundo que nos rodea, más acorde con el nuevo pensamiento científico que surgía. Por haber vivido en la corte de la Inglaterra Isabelina y Jacobina, advirtió que sus dificultades provenían tanto de sistemas rígidos de pensamiento, como de las necesidades de establecer sólidos fundamentos institucionales para una filosofía nueva y que fuese generalmente aceptable. Esto tenía que hacerse no sólo sustituyendo las viejas concepciones, sino también poniendo orden en el caos de las especulaciones que la Reforma había suscitado en Inglaterra.

Bacon expresó con toda claridad el sueño de los tiempos nuevos: Prolongar la vida, curar las enfermedades consideradas incurables, acelerar la voluntad de los procesos naturales, descubrir nuevos recursos alimentarios, controlar la lluvia y el buen tiempo, preveer racionalmente la calidad de las cosechas, las epidemias, etc.<sup>22</sup>

¿Cómo concibe el método Bacon?

---

<sup>22</sup> Thuillier.,Pierre, *Op. Cit.* Pág. 231.



Para Bacon el método consiste en recolectar materiales, efectuar experimentos en gran escala y encontrar resultados partiendo de una masa de evidencias, o sea concibió esencialmente el método inductivo.

Bacon, no estableció ningún sistema propio, sino que se contentó con proponer una organización que actuara como constructora colectiva de nuevos sistemas. Su función tal y como la concibió fue exclusivamente la de suministrar el nuevo instrumento -la lógica del *Novum Organum*- para que los constructores pudieran edificar sus sistemas. El concepto baconiano de la organización condujo directamente a la formación de la primera sociedad efectivamente científica, la Royal Society.

### 1.6.2 DESCARTES.

Tuvo que luchar en contra de un sistema medieval atrincherado en las universidades oficiales de Francia y únicamente podía tener éxito empleando una lógica más clara e intelectualmente más apremiante que la de sus opositores.<sup>23</sup>

Descartes se pronunció por la certera estocada de la intuición pura, considerando que al lograr la claridad del pensamiento se tenía la posibilidad de descubrir lo que fuera racionalmente cognoscible, de tal modo que el experimento viene a ser esencialmente un auxiliar del pensamiento deductivo. No obstante la diferencia consistió en que Descartes utilizó la ciencia para construir un sistema del mundo.<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> Bernal, John D. *Op. Cit.* Pág. 42.

<sup>24</sup> Descartes formuló de una manera más precisa que cualquiera de sus antecesores la división del universo en una parte física y la otra moral. Se propuso demostrar que sus sistemas podían servir para probar la existencia de Dios al igual o mejor aún que las antiguas filosofías. De su famoso principio - pienso, luego existo - extrae la conclusión de que, todos los hombres pueden concebir un ser perfecto. El sistema cartesiano resultó ser tan cuidadosamente precavido a los ataques teológicos que, a pesar de la protesta de las universidades fue aceptado en vida de Descartes en el país más católico de entonces. Francia. Con Descartes la separación de la parte física y la otra moral se convirtió en una

Eli de Gortari en un ensayo sobre Descartes, comenta:

**En sus múltiples investigaciones Descartes, encuentra la ley de la refracción de la luz y la demuestra teóricamente. Establece la causa de las mareas en la atracción lunar. Vislumbra la ley fundamental de la conservación de la energía al descubrir que la cantidad de trabajo mecánico se conserva en las máquinas simples. Expresa la teoría de la acción recíproca universal entre la totalidad de lo existente. La noción del éter cartesiano sirve de apoyo al descubrimiento de la naturaleza ondulatoria de la luz, que Huygens postula en 1690 y Fresnel comprueba experimentalmente en 1820. Descartes puede prescindir de la "acción a distancia", de la cual desconfía el propio Newton cuando la postula. La materia es, en la física cartesiana, la sustancia única y ella sola es por sí misma la razón de la existencia y del conocimiento. La materia llena en su totalidad al espacio y, a su vez el espacio es completamente materia. Espacio y materia se confunden y forman al universo como un continuo físico homogéneo cuya extensión es indefinida e inconmensurable. La materia se define así por una sola de sus propiedades: la extensión. Todo lo material es extenso y, a su vez, todo lo extenso es material. Las propiedades de la**

---

parte integrante y racional de la filosofía. En rigor, esto viene a ser una consecuencias lógicas de la reducción que hizo de la experiencia sensible, primero a la mecánica y luego a la geometría. Al igual que Galileo, la extensión y el movimiento fueron las únicas realidades físicas que reconoció como primarias; otros aspectos de la existencia los consideró como cualidades secundarias a los colores, sabores y olores; y todavía más allá de éstas, consideró otra región menos accesible aún para la física, el dominio de las pasiones, la voluntad, el amor y la fe. La ciencia, según Descartes, se ocupa del primer conjunto, el de las cualidades mensurables que constituyen la base de la física; y, en menor extensión, también se ocupa de las cualidades secundarias. En cambio, la ciencia no se ocupa para nada del tercer conjunto que constituye el dominio de la revelación. Casi olvidado por completo, este sistema, sirvió en su época para sustituir a la escolástica medieval y evitó que los científicos de los países católicos fueran perseguidos. *Ibidem*. Págs. 422-226.

sustancia, lo son también del espacio. En base de esta identificación, la geometría se hace física general y ésta a su vez se transforma en geometría de lo particular. Otra característica de la física cartesiana es su consideración sistemática del movimiento, en su traslación espacial y material. La ciencia del universo deberá tratarse en término de extensión y de movimiento, siguiendo los principios de la geometría y de la mecánica. La materia queda así en el pensamiento cartesiano, como lo que es extenso en longitud, anchura y profundidad, resulta que el movimiento es así una magnitud cuya dimensión puede ser medida. Finalmente, si el movimiento es la característica fundamental del universo, también las leyes de la naturaleza se fundamentan en el movimiento.<sup>25</sup>

"Cada cosa permanece en el estado en que se encuentra en tanto que no es perturbada por algo que la cambie", expone Descartes y "todos los cuerpos que se mueven tienden a conservar su movimiento en la línea recta", registra así el papel dinámico de la inercia y considera que, tanto el movimiento como el reposo, son el resultado de fuerzas contrarias.<sup>26</sup>

En su *Discours de la Méthode*, expresa "El buen sentido es la cosa mejor repartida en el mundo". En esta forma expresa su confianza en la razón y la postula como posesión común del hombre.

El pensamiento cartesiano establece los principios fundamentales de la ciencia moderna: unidad de la teoría y la práctica, racionalidad y objetividad en la investigación, y el carácter social del trabajo científico. La organización del trabajo científico, su reconocimiento social, la protección del Estado, la preocupación por la enseñanza y difusión de la ciencia, la creación de

---

<sup>25</sup> Gortari, Eli de, "7 Ensayos Filosóficos sobre la Ciencia Moderna", Edit. Grijalbo, México 1978, Págs. 35-40.

<sup>26</sup> *Ibidem*. Págs. 41-44.

academias, la consideración de la razón como patrimonio común a la humanidad, y la afirmación del carácter progresista que posee el avance del conocimiento, demuestran las propiedades cualitativas que Descartes reconoce en la ciencia: social, histórica y democrática. En todos sus trabajos, Descartes proclama la unidad del universo. La coherencia y la acción recíproca entre los procesos del universo, se reflejan en la unidad del método científico y en la interconexión fecunda entre las diversas disciplinas. Es en esta forma como la física avanza con la geometría, la geometría con el álgebra, el álgebra con la lógica, la medicina con la fisiología, la fisiología con la física, etcétera.<sup>27</sup>

## 1.7 LA SÍNTESIS NEWTONIANA.

Sir Isaac Newton nació el año en que murió Galileo (1642). Como Galileo, llegó a muy viejo, pues murió el año 1727. En el corto período que media entre las actividades de esos dos hombres, la posición de la ciencia en el mundo había cambiado por completo. Galileo, durante toda su vida, tuvo que luchar contra los hombres tenidos por científicos, y en sus últimos años tuvo que sufrir persecución y condena por su obra. Newton, por lo contrario, desde el momento en que, a la edad de dieciocho años entró como alumno en el Trinity College, de Cambridge, escuchó el aplauso universal. Antes de transcurridos los dos años de conseguir su grado, el director de su colegio le describía como hombre de increíble genio. Fue aclamado por todo el mundo erudito y honrado por monarcas.<sup>28</sup>

En el siglo XVII se dio la estructuración de un sistema general de la mecánica, por medio del cual era posible explicar el movimiento de las estrellas en función del comportamiento observable de la materia en la Tierra. La respuesta a esta interrogante fue tarea de pensadores,

---

<sup>27</sup> Maksabedián, Jorge, *Op. Cit.* Pág. 19.

<sup>28</sup> Russell , Bertrand,"*La Perspectiva .....*" *Op. Cit.* Pág. 42.

matemáticos y físicos que condujo a la síntesis del conocimiento científico y que cristalizó Newton en su inmortal mecánica: *De Philosophie Naturalis Principia Mathematica*, en donde formuló y demostró las leyes de movimiento y la ley de gravitación universal. Para ello fue necesario que se elaborara matemáticamente y se cimentara sobre mediciones exactas, la doctrina concerniente a la unión del movimiento rectilíneo por inercia de los cuerpos celestes y la aceleración centrípeta de la gravedad. La teoría newtoniana de la atracción y el sistema del mundo basado en dicha teoría, fueron resultado de la investigación relativa a la caída de los cuerpos.

Newton construyó el nuevo edificio de la física en base al sistema de Copérnico y Kepler, en la invención de un instrumento preciso para contar el tiempo -Huygens establece las leyes del movimiento oscilatorio que son la base para el primer cronómetro construido por Harrison en 1765-, de la demostración de Gilbert de la atracción a distancia y la sugerencia de que los planetas se mantenían en su posición y podían ser impulsados a recorrer sus órbitas por la acción del magnetismo. Borelli a su vez, introdujo en 1666 la idea de que el movimiento de los planetas implicaba necesariamente la existencia de una fuerza que equilibrara a la fuerza centrífuga, en forma análoga a la que ejerce una honda sobre la piedra, una fuerza de gravedad que se extendía desde el Sol hasta los planetas. Estas ideas generales fueron reducidas a una forma matemática por Huygens en 1673, en su ley de la fuerza centrífuga y, a su vez, fueron verificadas por observación en su trabajo sobre los péndulos de reloj; esta fuerza centrífuga varía proporcionalmente al radio del péndulo y en proporción inversa al cuadrado del período. Ahora bien, si consideramos que *en la tercera de Kepler*<sup>29</sup> el cuadrado del período es proporcional al cubo del radio y, por tanto la atracción gravitatoria - o fuerza centrípeta necesaria para equilibrar a la fuerza centrífuga- depende del radio dividido entre su cubo, es decir, el inverso del cuadrado del radio, la explicación de las órbitas elípticas y el

---

<sup>29</sup> *Ibidem*. Pág. 26.

modo en que ejercen su acción los grandes cuerpos requería de una mentalidad matemática para encontrar la solución y para extraer de ella las conclusiones revolucionarias que implicaba esta síntesis del conocimiento. Este rol lo desempeñó Newton en sus investigaciones tanto en mecánica y óptica como en matemáticas, su visión de conjunto y su imaginación creadora le permitieron trazar una imagen del sistema, tan sencillo que parece evidente por sí misma y tan compacta que cualquier escolar puede manejarla.<sup>30</sup>

El trabajo más importante de Newton *Philosophia Naturalis Principia Mathematica*, que vio la luz en 1687 sintetiza el largo proceso de elaboración de la mecánica celeste heliocéntrica. En esta obra define rigurosamente los conceptos básicos de la mecánica; inercia, aceleración y fuerza, así como los de movimiento absoluto y relativo, de atracción, etcétera, los cuales fueron formulados de manera imprecisa en el siglo XVII.

Las investigaciones de Newton en la astronomía y su teoría de la gravitación marcan la etapa final de la concepción aristotélica del mundo. El universo jerarquizado de Aristóteles cedió su lugar al mundo mecanicista de Newton. La visión de las esferas puestas en acción por un primer motor, en el que manos invisibles operaban constantemente, fue substituida por un universo-máquina que funcionaba como un mecanismo de relojería, regulado por leyes matemáticas, que sólo requería de la intervención divina para su creación y del "impulso inicial" para ser puesta en movimiento -Newton desconocía la causa del impulso inicial, lo atribuyó a Dios-, pero en el siglo siguiente, la ciencia rebasó los límites de la concepción mecánica del mundo al hacer depender del movimiento molecular el "empuje inicial". Newton estableció en definitiva la concepción dinámica del universo, en lugar de la concepción estática del mundo. Esta transformación, en la concepción de Newton, junto con su atomismo, muestra implícitamente la concordancia de

---

<sup>30</sup> *Ibidem*. Pág. 27.

su pensamiento con las condiciones materiales de su época en la que la empresa individual subsistía al orden jerárquico del período clásico y del feudalismo.<sup>31</sup>

## 1.8 UNA CIENCIA LLAMADA QUÍMICA

Algunos historiadores de la ciencia creen que la palabra "química" deriva del vocablo griego *khémeia*, que significa "el arte del trabajo de los metales". Obviamente, la química moderna incluye mucho más que esto. La química ha llegado a ser una ciencia interdisciplinaria, y a la fecha ningún trabajo científico le es ajeno. Muchas de las modernas incógnitas en medicina y biología están siendo exploradas a nivel de átomos y moléculas, que son los bloques fundamentales de la materia en los que se basa el estudio de la química. Muchos químicos están ahora dedicados al diseño y síntesis de fármacos para tratar una variedad de enfermedades y combatir el cáncer. Además, muchos gobiernos y el público en general también están interesados en la conservación del ambiente y el hallazgo de nuevas fuentes de energía. Tales problemas sólo podrán ser resueltos mediante la aplicación ingeniosa de lo que se sabe acerca de las características químicas de los sistemas implicados. Y la mayoría de las industrias, cualesquiera que sean sus productos, dependen del trabajo químico. Por ejemplo, a través de años de investigación los químicos han aprendido a elaborar polímeros (moléculas que contienen miles de átomos) de diversos tamaños y formas que se emplean en la fabricación de ropa, utensilios de cocina, juguetes y artículos domésticos. Los químicos diseñan productos nuevos y mejores técnicas para manufacturar los ya conocidos. Vigilan la composición de la materia prima que entra a las plantas manufactureras y verifican la calidad de los productos terminados.

---

<sup>31</sup> Bernal, John, D. *Op. Cit.* Pág. 462-466.

### 1.8.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

El hombre prehistórico fue el primero en aplicar un proceso químico para alcanzar un resultado de carácter utilitario, en el campo de la cerámica y de la metalurgia.

Según los numerosos vestigios encontrados, se sabe que los habitantes del antiguo Egipto y de Mesopotamia estaban familiarizados con las pinturas, perfumes, ungüentos, venenos y esmaltes, y que desarrollaron procesos químicos para la fabricación de vino, cerveza y pan, así como para la creación de cosméticos. El proceso de fermentación para hacer alcohol, principalmente para la producción de bebidas embriagantes, data de algunos miles de años.

300 a. C., los egipcios conocían procesos para teñir el vidrio, curtir pieles y extraer el aceite de las plantas; por estas razones, Egipto ha sido llamado "la cuna de la química".<sup>32</sup>

Los árabes fueron más experimentales que los griegos, especialmente en química. Los árabes, tenían un defecto que era el opuesto del de los griegos: buscaban hechos sueltos más que principios generales y no tuvieron la facultad de deducir leyes generales de los hechos que habían descubierto.<sup>33</sup>

La palabra química se usó por primera vez en el siglo IV, para señalar el arte de transmutar metales, especialmente el plomo, en oro. Los árabes la convirtieron en *alquimia*. término que evolucionó en química, el cual se mencionó por primera vez a fines del siglo XVIII.

La transición de este posible arte, la alquimia, a una ciencia experimental, no siguió una secuencia ordenada; pero a través de la observación y de la

---

<sup>32</sup> Flores, T "Química", Edit. Publicaciones Cultural, Segunda edición., México, 1992, Pág. 13.

<sup>33</sup> Ruseell, Bertrand, "La Perspectiva ....." Op. Cit. Pág. 31.



experimentación de hechos, los hombres fueron formulando conclusiones acerca del comportamiento de las sustancias.

Con el paso del tiempo, el adelanto de las civilizaciones y el desarrollo de imperios fuertes y duraderos, se crearon las condiciones apropiadas para la formación de una clase de estudiosos, con medios y tiempo para dedicarse a actividades puramente intelectuales entre las cuales las artísticas ocuparon un sitio privilegiado en la antigua Grecia, que destacó en arquitectura, oratoria, política, poesía, drama, escultura, etc. ; sólo unos cuantos se dedicaron a estudiar la naturaleza, basando sus deducciones en las observaciones personales de los fenómenos. Demócrito (400 a. C.) sugirió ya entonces una vaga teoría atómica.

La alquimia floreció en los principales centros de civilización y siguió la corriente principal del saber. Al conquistar los árabes Egipto y extender sus dominios a Siria y Persia, imbuyeron un nuevo espíritu investigador, dando lugar al desarrollo de la alquimia.<sup>34</sup>

Uno de los más importantes pensadores del Renacimiento, Francis Bacon, postuló que el conocimiento del hombre debía servirle para cambiar la naturaleza.

En el siglo XVI se comenzaron a abandonar los principios de la alquimia, para dedicarse a las teorías referentes a la curación de las enfermedades, Paracelso (1493-1514) fue el iniciador de esta campaña y el fundador de la iatroquimia. Según él, el verdadero objeto de esta ciencia no era hacer oro sino preparar medicinas.

Robert Boyle refutó el misticismo y la falta de claridad de los alquimistas; en todos sus trabajos mostró una actitud plena de libertad y de lucidez. Sus puntos de vista quedaron claramente asentados en el *Químico Escéptico*. El

---

<sup>34</sup> Flores, T. *Op. Cit.* Pág. 14.

interés de Boyle sobre el estudio de los gases lo condujo a desarrollar su obra sobre el vacío y postular las leyes de los gases.

Es importante mencionar que la gran aportación alquimista está en sus técnicas y en el laboratorio químico, con sus alambiques, hornos y retortas, que llegan a nuestros actuales laboratorios sin ningún cambio radical.

### **1.8.2 LA QUÍMICA MODERNA.**

La mayor contribución científica del período de la Revolución Industrial fue el establecimiento de la química moderna, una ciencia cuantitativa.

La clave que realmente hizo posible encontrar explicaciones simples para los complejos procesos químicos, fue el estudio de los nuevos gases que entonces se conocieron, el cual se basó estrechamente en los experimentos hechos en el siglo anterior con el aire y el vacío, y en el desarrollo contemporáneo de la máquina de vapor. En rigor, se puede decir que el surgimiento de la química moderna se debió a esta "revolución neumática". Tomando como base los resultados obtenidos en las investigaciones experimentales de los iniciadores -tales como Black en Escocia, Priestley en Inglaterra y Scheele en Suecia- fue como Lavoisier, (1743-1794), con su adiestrada inteligencia lógica, pudo poner orden en el caos de los hechos nuevos y viejos. Veinte años después, Dalton logró formular su explicación en función de los átomos, con lo cual estableció el vínculo de la química con el esquema mecánico de Newton; aunque todavía habrían de transcurrir otros 100 años antes de que se pudiera explicar la naturaleza de las fuerzas que enlazan a los átomos químicos.<sup>35</sup>.

Lavoisier estableció un magnífico laboratorio dotado de excelente equipo, que contaba con las balanzas más sensibles de su época. De la misma manera que Galileo para el caso de la física introdujo una manera

---

<sup>35</sup> Bernal, John, D., *Op. Cit.* Págs. 508-509.

sistemática de eliminar la subjetividad personal con el método matemático, debe considerarse a Lavoisier como el Galileo de la química por haber introducido en el estudio de la química de manera sistemática la balanza. Es igualmente interesante advertir que cuando Lavoisier establecía este costoso laboratorio, el inglés Priestley, cuyo descubrimiento del oxígeno abrió el camino para el experimento más famoso de Lavoisier, trabajaba con aparatos improvisados que compraba con sus propios recursos, no muy altos para la época.<sup>36</sup>

Con su nuevo laboratorio Lavoisier se dispuso a luchar contra las supersticiones que velaban la ciencia química de su tiempo. Algunos alquimistas de entonces creían que el agua era un elemento primordial que podría transmutarse en tierra y, por tanto, en oro. Alegaban como prueba la capa o película que parecía estar formada por partículas de tierra y que siempre quedaba en el recipiente cuando se evaporaba el agua por ebullición. Lavoisier hizo un experimento para poner a prueba la validez o pertinencia de esa creencia. Durante 100 días hirvió agua en un frasco, haciendo que el vapor volviera continuamente al mismo frasco a fin de permitir que el agua hirviente creara la cantidad máxima de tierra, si eran ciertas las suposiciones de estos alquimistas. Al finalizar este período usó una balanza sensible, de las que poseía en su laboratorio, pesando el agua que contenía algunas partículas pardas y el frasco. Descubrió que el ligero aumento de peso del agua, debido a las partículas paradas, era igual a la pérdida de peso del frasco; esto comprobaba que las partículas pardas provenían de las impurezas que quedaban en la superficie del frasco de cristal y no del agua misma. Por lo tanto, no se podía decir que el agua se hubiera transmutado en tierra.<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> Serrano Jorge, A. , *"Filosofía de la Ciencia"*, Edit. Trillas, Segunda edición, México 1992. Pág. 80.

<sup>37</sup> *Ibidem*.

Otro célebre experimento de Lavoisier fue con diamantes. Algunos químicos de la época creían -parece que entre ellos estaba el mismo Roberto Boyle- que los diamantes poseían una cualidad misteriosa: desaparecían cuando se les sometía a las altas temperaturas. Lavoisier opinaba que las sustancias no pueden desaparecer sin una sólida razón. Consiguió unos pequeños diamantes y los calentó en un frasco hasta que desaparecieron, pero recogió el gas desprendido durante el proceso. descubrió que el gas recogido era "aire fijo" - denominado bióxido de carbono- y su peso era mayor que el de los diamantes desaparecidos. Así, Lavoisier demostró que los diamantes no tenían esa cualidad misteriosa de desvanecerse, sino que eran más bien una forma de carbón y ardían con el mismo resultado. En la segunda parte de este experimento consiguió tres diamantes y los puso en arcilla, de manera que no pudiera darles el aire. Luego aplicó calor durante varias horas. El joyero que le proporcionó los diamantes estaba con el alma en vilo cuando rompieron la arcilla para ver si los diamantes habían desaparecido, pero he aquí que están intactos y con el mismo peso. Lavoisier demostró que se requería el aire para la combustión de los diamantes.<sup>38</sup>

Los más notables experimentos de Lavoisier fueron en el ámbito de la combustión. En su época se explicaba la combustión por el "flogisto", teoría según la cual todas las sustancias inflamables tenían "flogisto", el cual se desprendía durante la combustión. Sin embargo, cuando Lavoisier utilizó sus sensibles balanzas encontró que en realidad la sustancia pesaba más después de la combustión, lo cual refutaba la teoría del "flogisto" -teoría que enseñaba que al prenderse una sustancia, ésta perdía algo-. En 1774, Lavoisier calentó mercurio en una retorta de vidrio completamente cerrada hasta que se formó un polvo rojizo: óxido de mercurio. Después de 12 días interrumpió el proceso y encontró que todavía quedaban en la retorta aproximadamente cinco sextos de aire. Además observó que los animales pequeños -ratones, por ejemplo- no podían vivir en este aire restante

---

<sup>38</sup> *Ibidem*. Pág. 81.

-nitrógeno- Cuando calentó el óxido de mercurio en la retorta éste perdió su color rojo y dejó escapar un gas que Lavoisier recogió y pesó. Este gas resultó ser la sexta parte del aire que faltaba y era aún lo bastante puro como para respirarlo. Lo identificó como el mismo "aire puro" que le había descrito Priestley y que había obtenido en un experimento semejante. Lavoisier llamó oxígeno a este "aire puro" a partir de la palabra griega *oxys* que significa ácido. Lavoisier estaba convencido -hoy sabemos que esa convicción era falsa- que el oxígeno estaba presente en todos los ácidos. De esta manera Lavoisier mostró, en primer lugar, la falsedad de la teoría del "flogisto" y señaló, en segundo lugar, que la combustión no es otra cosa sino la unión del oxígeno con la sustancia que arde. Igualmente demostró con toda claridad su teoría de la indestructibilidad o conservación de la materia, la cual expresa que la sustancia puede combinarse o alterarse en las reacciones, pero no puede desvanecerse o aniquilarse. Esta teoría se convirtió en la base de las ecuaciones y fórmulas de la química moderna.<sup>39</sup>

Lavoisier produce dos obras importantes para la química y para la ciencia en general: *Nomenclatura y Tratados Elementales de Química* que simplificaron el estudio de la química dándole la forma moderna que, en parte, conocemos actualmente.

Algunos químicos han señalado que, finalmente, Lavoisier no descubrió ninguna sustancia nueva, sino sólo interpretó los descubrimientos de otros. Esto es cierto desde un determinado punto de vista, pero no disminuye la importancia de sus aportaciones al progreso de la química como ciencia, pues los conceptos que ofreció nacieron -en su gran mayoría- de su enorme capacidad para interpretar y organizar los datos, además fueron comprobados por sus propios experimentos.

Como es sabido el gran Lavoisier vive los últimos días de la monarquía francesa, sus nexos con este régimen -ya que era cobrador de impuestos- lo

---

<sup>39</sup> *ibidem*.

llevó a morir en la guillotina, el gran matemático francés Lagrange, dijo en relación con la ejecución de Lavoisier: "No se necesitó más que un momento para cortarle la cabeza, pero se necesitará un siglo para producir otro igual"<sup>40</sup>

## 1.9 UNA NOCIÓN DEL MÉTODO DE LA CIENCIA NATURAL

Pensar el método de la ciencia es llevarnos a reflexionar y cuestionar sobre si: ¿Existe un sólo método o varios métodos de la ciencia? ¿Un único método llevó a la construcción de todos los conocimientos científicos que conocemos? ¿El camino que sugirió Newton para elaborar la ley de la gravitación universal y las leyes del movimiento de los cuerpos fue el mismo que llevó a Galileo a la ley de la caída de los cuerpos? ¿Es la ciencia absolutamente objetiva y racional?

Galileo, creador del método experimental, llega a sus conclusiones, mediante la experimentación; su espíritu inductivo lo lleva a aportar a la humanidad la ley de la caída de los cuerpos y la teoría del péndulo. Newton, a diferencia de Galileo, utiliza la deducción para elaborar las leyes del movimiento y la ley de la gravitación universal.

Los *Principia*, de Newton, se desenvuelven al gran estilo griego; por las tres leyes del movimiento y la ley de gravitación explicase, en deducción<sup>41</sup> puramente matemática, el conjunto del sistema solar. La obra de Newton es estatuaría y helénica, bien distinta de las mejores de nuestra propia época. La aproximación más cercana a la misma perfección clásica, entre los modernos, es la teoría de la relatividad; pero aun ésta no aspira a la misma

---

<sup>40</sup> *Ibidem*. Pág. 79.

<sup>41</sup> Fue necesario casi un siglo para inventar una máquina que diera una demostración cuantitativa directa de la segunda ley de Newton. Esta máquina fue diseñada en 1784 por Charles Atwood. Kuhn, Thomas. S., "*La Tensión Esencial*". Tercera Edición. México 1996. Pág. 217.

finalidad ya que el grado de progreso de la época actual es demasiado grande.

Russell, al hablar de Newton, nos dice:

**Todo el mundo conoce la historia de la caída de la manzana. Contrariamente a lo que les sucede a muchas de estas historias, no se tiene la seguridad de que sea falsa. En todo caso, fue en el año 1665 cuando Newton pensó por primera vez en la ley de la gravitación, y en aquel año, a causa de la gran peste, pasó una temporada en el campo, posiblemente en un huerto. No publicó sus *Principia* hasta el año 1687: durante veintiún años se contentó con pensar sobre su teoría y perfeccionarla gradualmente. Ningún moderno se hubiera atrevido a hacer semejante cosa, ya que veintiún años es bastante para cambiar completamente el paisaje científico. Aun la obra de Einstein tiene siempre bordes mellados, dudas sin resolver, especulaciones no concluidas.<sup>42</sup>**

Varios autores nos dicen que el método experimental permitiría obtener siempre de la naturaleza respuestas claras de "sí" o "no" bien definidos. Los científicos no tendrían más que aceptar pasivamente los mensajes de la experiencia. La desgracia consiste en que estos mensajes, en las zonas todavía mal conocidas, son múltiples e incluso contradictorios. El investigador debe entonces ejercer sus sentidos críticos. Y su juicio a menudo está mucho más próximo de un juicio estético de lo que se dice. En el fondo, todo sucede como si el panorama experimental pudiese ser percibido bajo distintos ángulos e iluminaciones diferentes... Una persona puede sacar determinado "hecho" a un primer plano y otra puede dejarlo en penumbra.

---

<sup>42</sup> Russell, Bertrand, "La Perspectiva ....." Op. Cit. Pág. 43-44.

La objetividad constituye un ideal ¿Quién no sueña con una ciencia perfecta que muestre la naturaleza tal como es? Pero estamos lejos de alcanzarlo. En concreto, el investigador se ve obligado a correr riesgos, a apoyarse sobre determinada concepción de la naturaleza, a postular relaciones que tal vez sean inexistentes, a formular conjeturas audaces e incluso temerarias, a "manipular " los hechos de forma a veces demasiado hábil.

Los empíricos dicen sencillamente que los científicos son capaces de discernir sus teorías leyendo entre líneas a través de los "hechos". Pero sigue funcionando la misma mitología de la mirada objetiva: el investigador es un ser ideal que radiografía, por decirlo así, la naturaleza en un estado total de neutralidad.

Thuillier nos dice:

**La imagen empírica de la ciencia tiene tanto éxito en una sociedad científico-tecnológica-industrial ya que valoriza el saber de los expertos y constituye una justificación suplementaria de su influencia o de su poder y a muchas personas les satisface saber que la institución científica desvela metódicamente los secretos de la naturaleza gracias al examen imparcial de los hechos. Muchos hombres de ciencia, aunque se den cuenta de que la situación no es tan límpida, aceptan gustosos estas leyenda. Incluso algunas veces -y esto he podido comprobarlo *in concreto*- la defienden encarnizadamente como si cualquier retoque de este bello cuadro pusiese en peligro su situación cultural. Hasta los historiadores de la ciencia reconstruyen los grandes episodios del pasado procurando que resulten**



**conformes a las normas ideales de la epistemología empírica.  
No obstante, parece que cada vez son más escasos.<sup>43</sup>**

Paul Feyerabend en una obra deliberadamente "anarquista" *Contre la Méthode*, trata de mostrar que el método ideal, incluso en la ciencia no tiene ni la evidencia, ni la transparencia que generalmente se le concede. Más aún, el método no existe. La divisa de la epistemología "anarquista" es que todo puede valer. Entendamos por eso que las ideas aparentemente más extrañas e irracionales pueden revelarse fecundas; que los "hechos" reputados como más dudosos pueden desencadenar investigaciones notables. En principio, ciertos imperativos metodológicos pueden servir de parapeto. Pero no es posible, en la práctica, darles un contenido preciso.

Thullier, al referirse a Feyerabend, expresa:

**Una de las principales preguntas que lanza Feyerabend en su requisitoria contra el método y los privilegios que se conceden a la ciencia concierne a la naturaleza de la *racionalidad*. No existe más que una sola "racionalidad", encarnada en las actividades científicas? ¿O bien hay que admitir que otros conocimientos (genialmente despreciados en las llamadas sociedades avanzadas) sean "racionales" a su manera? La respuesta de Feyerabend puede discutirse pero tiene el mérito de ser clara: "Los mitos son infinitamente superiores a lo que los racionalistas están dispuestos a admitir". Muchos filósofos se complacen en contrastar el mito y la ciencia, concediéndole a la ciencia una superioridad intrínseca, como si se empleasen procedimientos intelectuales radicalmente diferentes de los que se encuentran en el origen de las reflexiones mítico-religiosas. Pero siempre, según Feyerabend, esto es un "cuento de**

---

<sup>43</sup> Thullier, Pierre, *Op. Cit.* Págs. 22-23.

**Hadas". Basta con estructurar el funcionamiento efectivo de la ciencia para ver que hay a lo sumo una diferencia de grado entre conocimientos científicos y conocimientos míticos. En ambos casos el objetivo es encontrar "una unidad oculta bajo una aparente complejidad" elaborar un discurso explicatorio utilizando analogías, etc. En numerosas ocasiones los fabricantes de mitos y filosofías resultan ser mucho más eficaces que los hombres de ciencia. Y el virulento autor de *Contre la Méthode* no teme llevarle la contraria a la ideología común: "La ciencia aristotélica, tomada en conjunto, puede haber sido más adecuada que las teorías extremadamente abstractas que le han sucedido"<sup>44</sup> Deseando explícitamente "hacer caer de su pedestal" a los científicos. Feyerabend afirma igualmente que "en muchos casos la ciencia moderna es más opaca, y bastante más engañosa, de los que jamás han sido sus antepasados de los siglos XVI y XVII."<sup>45</sup>**

Al hablar del método Bachelard expresa:

**Las dificultades tienen sus causas en la diversidad de métodos, en la especialización de las materias, especialmente el hecho de que los métodos científicos se desarrollan al margen -a veces en oposición- de los principios del sentido común, de las simples enseñanzas de la experiencia. Todos los métodos científicos activos están precisamente en auge. No son el resumen de las costumbres adquiridas en la larga práctica de una ciencia. No se trata de sabiduría intelectual adquirida en la larga práctica de una ciencia. El método es**

---

<sup>44</sup> *Ibidem*. Págs. 29-30.

<sup>45</sup> *Ibidem*.

**realmente una trampa de adquisición, una estratagema nueva, útil en la frontera del saber<sup>46</sup>**

**-Y agrega- En otras palabras el método científico, en un método que busca el riesgo, seguro de su conocimiento se arriesga en una adquisición. La duda está ante él y no detrás, como en la vida cartesiana. Por eso puedo decir, sin gradiolocuencia, que el pensamiento científico es un pensamiento comprometido. Constantemente pone en juego su propia constitución.<sup>47</sup>**

Con lo anteriormente expuesto, puedo concluir que no existe un sólo método, sino que el científico investiga haciendo uso de su intuición, en la libertad y en base a su talento. El método científico es expuesto en diferentes libros de texto tanto de física como de química como un conjunto de reglas fijas -recetas de cocina-. Estudiando históricamente los procesos de elaboración del cuerpo de conocimientos de la ciencia, observamos que no existen tales reglas para inventar o descubrir algo.

## **1.10 EL PROGRESO CIENTÍFICO**

Para desarrollar este apartado, me basaré en la postura de Thomas S. Kuhn, postura, en la que posteriormente me apoyo, y con ella, elaboro parte de mi propuesta didáctica para la enseñanza de la química.

Como físico de profesión Kuhn se preocupa por el progreso y la racionalidad científica, pero además vincula y trasciende esta actividad para formarse como historiador de la ciencia. Con esa formación, concreta su atención en los elementos psicosociales de la comunidad científica, es decir, en el

---

<sup>46</sup> Bachelard, Gaston, "*Epistemología*," Edit. Anagrama ,Segunda Edición, Barcelona 1989, Pág. 155.

<sup>47</sup> *Ibidem*.

ámbito sociológico de la praxis científica y su influencia sobre la formulación y aceptación de teorías de la ciencia.<sup>48</sup>

En esa perspectiva, el autor invita a la reflexión sobre la finalidad de las ciencias de acuerdo a los momentos históricos de las comunidades que la ejercitan, la responsabilidad de la praxis científica y bajo esos supuestos allana el camino hacia lo que se identifica como una epistemología social de la ciencia. Centrado en esa posición, el autor nos limita a extraer de su concepción global, de su *weltanschauung*; o concepción del mundo, una propuesta metodológica particular; pero nos permite entender cómo se articula la metodología en los momentos históricos de los procesos científicos. Y además enuncia cuál es su adopción metodológica personal.

Kuhn inicia propiamente su actividad intelectual como historiador de la ciencia, cuando en 1947 interrumpe su proyecto de física para preparar una serie de conferencias sobre los orígenes de la mecánica del siglo XVII, a invitación del Instituto Lowell de Boston. Para su preparación dedicó parte de su tiempo a la historia de la ciencia, cuando se encontraba como *Junior Fellows* de la Society of Fellows de la Universidad de Harvard.<sup>49</sup>

Para Kuhn la ciencia es una actividad social que lleva a cabo el grupo de científicos, los cuales tienen inclinaciones, actitudes y preferencias para desarrollar su actividad epistemológica, esto es propiamente un paradigma que establece históricamente el desarrollo del conocimiento científico mediante la articulación de propuestas que circundan el consenso generalizado de la acción científica. Estos periodos normales se ven alterados por periodos revolucionarios en los que se persigue un cambio de paradigma, y si ese paradigma que devine tiene las condiciones para imponerse, se formula una nueva situación de consenso para el desarrollo

---

<sup>48</sup> Gutiérrez, Pantoja, Gabriel, "Metodología de las Ciencias Sociales II", Edit. Harla., México, 1986. Pág. 125.

<sup>49</sup> *Ibidem*.

del conocimiento científico. Las revoluciones científicas son en sí mismas la estructura básica para el avance de la ciencia.

Según Kuhn la ciencia puede ser "normal" o extraordinaria. La primera es aquella concepción que tiene en consenso una comunidad científica dada, en palabras de Kuhn: "Significa investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas, realizaciones que alguna comunidad científica particular reconoce, durante cierto tiempo, como fundamento de su práctica posterior"<sup>50</sup> La ciencia normal es, en otras palabras, la recuperación de la experiencia científica que realizaron algunos estudiosos en diversos momentos y que puede servir de base para el entendimiento de fenómenos.

Aunque esas concepciones son generalmente aceptadas están limitadas para explicar ciertos fenómenos como los desafíos antigravitacionales de la tecnología moderna. por lo que aún queda una gran cantidad de problemas por resolver. A ello, es decir, a esa práctica científica adoptada e insuficiente para resolver todo tipo de problemas es a lo que Kuhn llama "paradigma". Este es un término que se relaciona estrechamente con "ciencia normal" "... El estudio de los paradigmas... es lo que prepara principalmente al estudiante para entrar a formar parte como miembro de la comunidad científica particular con la que trabajará más tarde. Debido a que se reúne con hombres que aprenden las bases de su campo científico a partir de los mismos modelos concretos, su práctica subsiguiente raramente despertará desacuerdos sobre los fundamentos claramente expresados. Los hombres cuya investigación se basa en paradigmas compartidos están sujetos a las mismas reglas y normas para la práctica científica. Este compromiso y el consentimiento aparente que provoca son requisitos previos para la ciencia normal, es decir, para la génesis y la continuación de una tradición particular de la investigación científica"<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> Kuhn, T "La Estructura de las Revoluciones Científicas", Edit. F.C.E. ,México, 1978. Pág. 33.

<sup>51</sup> *Ibidem.*

Entendida de esa manera, la ciencia normal, y el concepto de paradigma, que el autor le asocia, se aceptan las teorías y los métodos de investigación en una comunidad científica durante un período específico, así como las técnicas comúnmente usadas para la experimentación y el acopio de información, con la finalidad de avanzar en la resolución de enigmas propia del conocimiento científico.

La durabilidad de un proceso y la aceptación de un paradigma, para el establecimiento de la ciencia normal es variable, de conformidad con el trabajo que realice la comunidad científica y la visión que se imponga para la aceptación de los avances de investigación. Sobre ello, el autor señala:

**Pocas personas que no sean realmente practicantes de una ciencia madura llegan a comprender cuánto trabajo de limpieza de esta especie deja un paradigma para hacer, o cuán atrayente puede resultar la ejecución de dicho trabajo. Y es preciso comprender esos puntos. Las operaciones de limpieza son las que ocupan a la mayoría de los científicos durante todas sus carreras. Constituyen lo que llamamos aquí ciencia normal. Examinada de cerca, tanto históricamente como en el laboratorio contemporáneo, esa empresa parece ser un intento de obligar a la naturaleza a que encaje dentro de los límites preestablecidos y relativamente inflexible que proporciona el paradigma. Ninguna parte del objetivo de la ciencia normal está encaminada a provocar nuevos tipos de fenómenos; en realidad, a los fenómenos que no encajarían dentro de los límites mencionados frecuentemente ni siquiera los ve. Tampoco tienden normalmente los científicos a descubrir nuevas teorías, y a menudo se muestran intolerantes por las formuladas por otros"<sup>52</sup>**

---

<sup>52</sup> *Ibidem*. Pág. 52-53.

La disputa para el cambio de paradigmas, lo describe el autor de la manera siguiente:

**En el desarrollo de cualquier ciencia, habitualmente se cree que el primer paradigma aceptado explica muy bien la mayor parte de las observaciones y experimentos a que pueden con facilidad tener accesos todos los que practican dicha ciencia. Por consiguiente, un desarrollo ulterior exige, normalmente la construcción de un equipo complejo, el desarrollo de un vocabulario esotérico y de habilidades, y un refinamiento de los conceptos que se parecen cada vez menos a sus prototipos usuales determinados por el sentido común. Por una parte, esta profesión conduce a una inmensa limitación de la visión de los científicos y una resistencia considerable al cambio del paradigma. La ciencia se hace así cada vez más rígida. Por otra parte, en los campos hacia los que el paradigma dirige la atención del grupo, la ciencia normal conduce a una información tan detallada y a una precisión tal en la coincidencia de la teoría y de la observación como no podrían lograrse de ninguna otra forma... La anomalía sólo resalta contra el fondo proporcionado por el paradigma. Cuanto más preciso sea un paradigma y mayor sea su alcance, tanto más sensible será como indicador de la anomalía y, por consiguiente, de una ocasión para el cambio de paradigma. Asegurando que no será fácil derrumbar el paradigma, la resistencia garantiza que los científicos no serán distraídos con ligereza y que las anomalías que conducen al cambio del paradigma penetran hasta el fondo de los conocimientos existentes.<sup>63</sup>**

---

<sup>53</sup> *Ibidem*. Pág.s 110-111

La proposición de otro paradigma frente al existente, pone al vigente en crisis, entre ambos habrá una exposición y defensa de sus fundamentos para que alguno de ellos prevalezca, ya que la aceptación de un paradigma es el rechazo del otro. La transición entre concepciones paradigmáticas se puede identificar mediante una serie de aspectos que describe Kuhn de la siguiente forma:

**La transición de un paradigma en crisis a otro nuevo del que pueda surgir una tradición de ciencia normal, está lejos de ser un proceso de acumulación al que se llegue por medio de una articulación o una ampliación del antiguo paradigma. Es más bien una reconstrucción del campo, a partir de nuevos fundamentos, reconstrucción que cambia algunas de las generalizaciones teóricas más elementales del campo, así como también muchos de los métodos y aplicaciones del paradigma.**

**Durante el período de transición habrá una gran coincidencia, aunque nunca completa, entre los problemas que pueden resolverse con ayuda de los dos paradigmas, el antiguo y el nuevo; pero habrá también una diferencia decisiva en los modos de resolución. Cuando la transición es completa, la profesión habrá modificado su visión del campo, sus métodos y sus metas<sup>54</sup>**

El paso de un paradigma a otro es calificado por el autor como "revolución científica", entendida ésta como los episodios de desarrollo científico no acumulativo en que un paradigma es reemplazado completamente, o en parte, por uno nuevo que además es incompatible. El nuevo paradigma expondrá sus teorías, métodos y fórmulas de experimentación y comprobación generalmente mediante los libros de texto para que, mediante

---

<sup>54</sup> *Ibidem.* Pág. 139.



el proceso de enseñanza-aprendizaje de las propuestas se vaya estableciendo una nueva tradición de ciencia normal. Dicha tradición debe establecerse necesariamente, ya que en el cambio de paradigmas la ciencia normal de primer paradigma pasa a convertirse en ciencia extraordinaria o revolución científica, período en el que para que sea aceptado el nuevo candidato a paradigma debe reunir dos condiciones: Primeramente el nuevo candidato deberá ser capaz de resolver algún problema extraordinario y generalmente reconocido, que de ninguna otra forma pueda solucionarse. En segundo lugar, el nuevo paradigma deberá prometer preservar una parte relativamente grande de la habilidad concreta para la solución de problemas que la ciencia ha adquirido a través de sus paradigmas anteriores"<sup>55</sup>

Bajo esas condiciones, la solución de los problemas a que se enfrenta una comunidad científica determinada tienen una sustentación en las teorías, métodos, normas y bases experimentales que descansan en un consenso mayoritario.

El cambio revolucionario en la concepción del mundo -nos dice Kuhn- es bastante problemático, ya que pone en juego descubrimientos que no pueden acomodarse dentro de los conceptos que eran habituales antes de que hicieran dichos descubrimientos. Para hacer, o asimilar, un descubrimiento tal, debe alterarse el modo en que se piensa y describir un rango de fenómenos naturales. El descubrimiento (en casos como esto "invención" puede ser una palabra mejor).

Como es bien sabido Kuhn aborda a la ciencia desde la perspectiva de la historia, el problema a que se enfrenta es el de cómo cambian los modos de hacer ciencia. Particularmente -como casi a todo historiador de la ciencia- le preocupa el surgimiento de la ciencia moderna. Kuhn menciona en repetidas ocasiones una experiencia que tuvo con la lectura de la Física de

---

<sup>55</sup> *ibidem*. Pág. 261.

Aristóteles,<sup>56</sup> y esa "lección -dice él- la aplicó en su lectura de todos los científicos que estudió.

Esta experiencia es una de las razones por las cuales Kuhn rechaza la concepción del progreso de la ciencia como acumulación<sup>57</sup>, pero implícitamente rechaza la separación entre ciencia y filosofía (metafísica), que defendió con tanto ahínco el positivismo, pues esa concepción del cambio científico dice Kuhn "... no podría describirse propiamente como constituida por adiciones al conocimiento o por la mera corrección de errores uno por uno. Esa clase de cambio la describiría (...) Herbert Butterfield diciendo que era "como pensar con una cabeza diferente".<sup>58</sup>

Con la lectura que hizo Kuhn de la física aristotélica, comprende la importancia del lenguaje -y afirma- "que no se puede describir lo nuevo en el vocabulario de lo viejo o viceversa", y de ahí surge el problema de la inconmensurabilidad.

La relevancia del problema de la inconmensurabilidad, para el asunto que nos ocupa, surge de su aspecto semántico (o lingüístico), ya que Kuhn desarrolla ese aspecto diferenciando la *traducción* de la *interpretación* (la interpretación es requerida cuando un concepto de un lenguaje es imposible de describirlo en otro lenguaje; la traducción es la descripción del referente de un término en términos de otro lenguaje);<sup>59</sup>

---

<sup>56</sup> ...Qué son las revoluciones científicas? y el prefacio de la tensión esencial. La experiencia referida es la de leer la Física bajo los conceptos de la mecánica newtoniana. La cual, en primera instancia, permite concluir que Aristóteles no sabía nada de física, originando la cuestión de ¿por qué dicho filósofo ha transcendido tanto si ignoró todo sobre mecánica? Una vez que Kuhn inserta la Física en la ontología aristotélica, adquiere sentido; infiriendo que una ciencia debe explicarse en conjunción con supuestos filosóficos (ontológicos y epistemológicos).

<sup>57</sup> La concepción del progreso de la ciencia por acumulación es precisamente la del positivismo.

<sup>58</sup> Estrada Olguin., Roberto, "La Hermeneutización de la Filosofía de la Ciencia", Tesis de Maestría en Filosofía de la Ciencia. UNAM. México 1997. Pág. 63.

<sup>59</sup> *Ibidem*. Pág. 64.

La propuesta de Kuhn nos hace reflexionar sobre el progreso científico desde supuestos filosóficos (ontológicos y epistemológicos) y con ello supera al positivismo.<sup>60</sup>

---

<sup>60</sup> Kuhn es considerado un neopositivista, y dentro de esa misma línea, sus análisis rebasan y superan el paradigma positivista.

**CAPÍTULO**

**2**

**CURRÍCULUM**

**Y**

**DIDÁCTICA**

## 2.- CURRICULUM Y DIDÁCTICA.

Los alumnos del Nivel Medio Superior que eligen una carrera de orden científico o tecnológico disminuye paulatinamente, no sólo en México sino en todo el mundo.

En las carreras del área de química, en el período de 1970 a 1990, que coincide con la explosión de la matrícula de nivel superior en México, dicha proporción bajó del 10% al 4% de alumnado.<sup>1</sup>

Esta reducción resulta doblemente crítica si se tiene en cuenta que el sector químico es uno de los más dinámicos en la producción en nuestros países de Iberoamérica, aún en etapas de crisis económica. Un país como México, quinto productor mundial de crudo y decimosegundo productor de petroquímicos, debe hacer un esfuerzo nacional de reorientación de la educación y difusión de las ciencias, en particular de la química.

En virtud del crecimiento exponencial de la información química, durante la década de 1960 se realizaron importantes estudios tendientes a reorganizar los cursos universitarios, alrededor de lo que se denominó un conjunto de "principios de química".

En éstos se pretendió abolir el carácter enciclopédico de la enseñanza previa, al presentar al alumno un extracto de los fundamentos en los que descansa la comprensión de los fenómenos químicos. De esta manera, se hacía hincapié en temas como estructura atómica y molecular, equilibrio, termodinámica y cinética química, como preámbulo necesario para comprender el comportamiento químico. Además, se dotó al laboratorio de un sentido más creativo.

---

<sup>1</sup>Garriz, A., "Química", Editorial Addison Wesley, México 1994., Pág. 9.

El giro mundial que tomó la educación química en los años sesenta, que coinciden con la ampliación explosiva de la oferta de educación en México e Iberoamérica, repercutió de manera negativa en la orientación preuniversitaria de los cursos de química.

Después de veinte años dentro de este nuevo contexto, ha salido a relucir las debilidades de este esquema: el péndulo se llevó demasiado lejos hacia el lado de los fundamentos teóricos. Desde 1973 son abundantes las citas acerca de lo necesario que resulta volver a tomar el carácter descriptivo y fenomenológico de la química.<sup>2</sup> La crisis de la enseñanza de la química debe ser analizada y reinterpretada para poder captar en los niveles de licenciatura alumnos que se interesen en el estudio e investigación de este campo.

Debido a esta problemática en los últimos años, se han abordado los problemas sobre aprendizajes de las ciencias naturales y para tratar de resolverlos han hecho investigaciones, tanto pedagogos como sociólogos, psicólogos, epistemólogos, etc. Muchos de ellos han considerado que el proceso de enseñanza-aprendizaje para las ciencias naturales, y más aún para las ciencias exactas -como la física y la química- presentan ciertas características y poseen un marco teórico específico y propio.

Para construir mi propuesta, abordaré la didáctica desde la teoría curricular, tomando al currículum como el marco de reflexión que cuestiona el qué, el para qué, y el cómo de la enseñanza.

El uso de la palabra currículum en nuestro país a partir de los años 70's, se debió en gran medida a una política de difusión en la que coincidieron la OEA y varias editoriales, se articuló con un período de reformas en los sistemas escolares, crisis e innovaciones académicas en las universidades que requerían de nuevas palabras para expresar nuevas ideas. Encontró un

---

<sup>2</sup> *Ibidem*. Pág. 10.

momento de expansión de las profesiones pedagógicas y el desarrollo de nuevos sectores tecnocráticos insertos de diversas formas en las instituciones. Fue adoptada al calor de la búsqueda de significaciones apropiadas a los procesos institucionales de innovación, en ocasiones por personas francamente influenciadas por los criterios pedagógicos norteamericanos, en otros casos por pedagogos que veían allí una posibilidad de completar el decaído discurso didáctico, estancado en la repetición de modelos; una didáctica acosada en su superficialidad por "aparatos científicos" como los de Skinner o Piaget, a quienes trataban de emular.<sup>3</sup>

Si nos aproximamos al concepto de curriculum nos encontramos varias corrientes de pensamiento que lo abordan. En ésta tesis agruparé diferentes discursos acerca del curriculum, apoyándome en las aportaciones habermasianas (Habermas 1982 y 1986) sobre los intereses constitutivos del conocimiento: técnico, práctico y emancipador. Estos intereses constituyen los tres tipos de ciencias, mediante los que se genera y organiza el saber de nuestra sociedad. Estas tres formas de saber son la empírico-analítica, la hitórico-hermenéutica y la crítica.

## 2.1 APORTACIONES HABERMASIANAS

J. Habermas, importante representante de la Escuela de Frankfurt, defiende una teoría de la ciencia, fundamentada en la dialéctica y en la crítica dentro de la categoría de totalidad (teoría dialéctica de la ciencia). Habermas pretende ofrecernos una filosofía de la historia orientada prácticamente en orden a una emancipación.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Furlang, Alfredo J, "*Notas y Claves para Una Introducción en la Cuestión del Curriculum*". Didáctica y Práctica de la Especialidad (En Torno al Curriculum), Antologías de la ENEP- Aragón, México, marzo 1991.

<sup>4</sup> Mardones - Ursua, "*Filosofía de las Ciencias Humanas y Sociales. Materiales para una Fundamentación Científica*", Edit. Fontamara ,Segunda edición, México,1988. Pág. 217

Mardones y Ursua señalan que:

**Habermas en su teoría de la ciencia distingue tres categorías de procesos de investigación, a saber, ciencias empirico-analíticas, ciencias histórico-hermenéuticas y ciencias orientadas críticamente o ciencias sistemáticas de la acción a las que ordena tres diferentes intereses cognoscitivos o intereses directores del conocimiento: interés técnico, interés práctico e interés emancipatorio.<sup>5</sup>**

**Para tres categorías de procesos de investigación puede demostrarse una interrelación específica entre reglas lógico metodológicas e intereses directores del conocimiento. Ésa es la tarea de una teoría crítica de las ciencias que burla las trampas del positivismo. En el punto de partida de las ciencias empirico-analíticas hay un interés técnico, en el de las ciencias histórico-hermenéuticas un interés práctico y en el de las ciencias orientadas críticamente aquel interés emancipatorio del conocimiento que, sin concederlo, estaba ya como base en las teorías tradicionales.<sup>6</sup>**

Para Habermas el interés es el placer que asociamos con la existencia de un objeto o acción.<sup>7</sup>

Lo que Habermas entiende por "interés" surge de la reconstrucción del análisis del interés llevado a cabo por sus antecesores filosóficos. Parte de la premisa de que la especie humana se orienta básicamente hacia el placer y lo que, sobre todo, nos proporciona placer es la creación de las condiciones que permiten que la especie se reproduzca. Podemos suponer que la creación de las condiciones para que la especie prolongue su

---

<sup>5</sup> *Ibidem.*

<sup>6</sup> *Ibidem.*

<sup>7</sup> Grundy, "*Productos o Praxis del Currículum*", Edit. Morata, España, 1991. Pág. 24.



supervivencia implica la visión de la persona humana como ser sensual, próximo quizá al "ello" freudiano. Para Habermas, sin embargo, la creación de estas condiciones se enraiza y fundamenta en la racionalidad, lo que supone que las formas más elevadas y puras de placer han de experimentarse en la racionalidad. Por tanto, el interés más fundamental de la especie humana es el interés por la racionalidad.<sup>8</sup>

En general, los intereses son orientaciones fundamentales de la especie humana y los intereses puros son orientaciones fundamentales, racionales. Esto no significa que los seres humanos tengan una orientación fundamental hacia la racionalidad, sino más bien que el interés fundamental por "la preservación de la vida se enraiza en la vida organizada mediante el conocimiento (así como por) la acción" En pocas palabras, incluso algo tan básico como la supervivencia de la especie humana no es cuestión de instinto ni de conductas aleatorias. Se basa en el conocimiento y en la acción humana.<sup>9</sup>

Pero Habermas va más allá de la simple proposición de la existencia de una relación entre la orientación fundamental de la especie hacia la preservación de la vida y el conocimiento (o racionalidad). Afirma que la forma en que se opera esa misma orientación en las estructuras de la vida de la especie determinará lo que se considere conocimiento. Es decir, la racionalidad puede aplicarse de diferentes modos que aseguren la autopreservación. La forma de manifestarse la racionalidad determinará lo que un grupo social podrá distinguir como conocimiento. Así, los intereses fundamentales por la preservación no sólo tienen implicaciones cognitivas y prácticas, sino que constituyen también el conocimiento de diferentes maneras. De este modo, el interés puro por la razón se expresa en la forma de tres intereses constitutivos de conocimiento.<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> *Ibidem*.

<sup>9</sup> *Ibidem*. Pág. 25.

<sup>10</sup> *Ibidem*. Pág. 26.

Éstos intereses constitutivos del conocimiento no sólo representan una orientación de la especie humana hacia el conocimiento o la racionalidad, sino que constituyen más bien el conocimiento humano mismo. Richard Bernstein (1979), explica: "estos intereses u orientaciones son constitutivos del conocimiento porque configuran y determinan lo que se consideran objetos y tipos de conocimiento". Los intereses constitutivos del conocimiento configuran lo que consideramos que constituye el conocimiento y determinan las categorías mediante las que lo organizamos.<sup>11</sup>

Aunque el filósofo alemán Jürgen Habermas ha sido muy criticado, su propuesta nos proporciona un marco para dar sentido a las prácticas curriculares. Sus investigaciones sobre el conocimiento humano no fueron escritas en el contexto de la teoría educativa, pero nos ayudarán para comprender las prácticas educativas.

## **2.2. CURRÍCULUM E INTERÉS TÉCNICO**

El interés técnico, como todos los intereses humanos fundamentales, se basa en la necesidad de sobrevivir y reproducirse que tiene la especie, tanto ella misma como aquellos aspectos de la sociedad humana que se consideran de mayor importancia. Para lograr este objetivo, las personas muestran una orientación básica hacia el control y gestión del medio. Habermas denomina a esta orientación interés técnico.<sup>12</sup>

Habermas señala la congruencia de este interés con las perspectivas de acción de las ciencias empírico-analíticas. El tipo de saber generado por la ciencia empírico-analítica se basa en la experiencia y la observación, propiciada a menudo por la experimentación. Las teorías asociadas con esta ciencia "comprenden conexiones hipotético-deductivas de proposiciones,

---

<sup>11</sup> *Ibidem.*

<sup>12</sup> *Ibidem.* Pág. 27.

que permiten la deducción de hipótesis legalinformes de contenido empírico".<sup>13</sup>

Los fundamentos epistemológicos de la ciencia empírico-analítica, lleva a considerar que los fenómenos sociales se encuentran revestidos de los caracteres de objetividad que adornan las ciencias naturales; ello propiciaría un análisis rigurosamente científico de los citados fenómenos.

Y si se conceptualizan los fenómenos sociales como objetivos en su naturaleza, el paso siguiente será afirmar que son objetivamente medibles, categorizantes y definibles de forma operativa.

En la postura empírico-analítica, analizaré a los autores norteamericanos Tyler y Taba en donde prevalece la idea de racionalidad técnica<sup>14</sup> en tanto se piensa la educación como un acto verificable y controlable, y la planeación como modelo que guía la actividad educativa conforme a ciertos procedimientos uniformes para el logro de los fines establecidos por la institución escolar. Sin negarlo Hilda Taba, rebasa el ámbito de la planeación, pero a la vez señala la necesidad de organizar el conocimiento y ordenar conforme a criterios científicos las disciplinas de enseñanza. No obstante, el carácter científico de la propuesta de Taba que se apoya en fundamentos teóricos sobre la cultura, el aprendizaje y el conocimiento escolar, no logra escapar a la racionalidad de Tyler. La situación educativa se lee desde el plano de la homogenización y los sujetos se interpelan a partir de las teorías psicológicas y culturales, no concibiéndose la necesidad

---

<sup>13</sup> *Ibidem.*

<sup>14</sup> Todo el pensamiento moderno -síntesis de racionalismo y de empirismo- se ha presentado como vasto plan arquitectónico que incluye toda experiencia posible, como una síntesis total y apriorica, como una fundamentación originaria más allá de toda manifestación y conocimiento histórico; como un principio constituyente del mundo y como su único principio lógico. Esta razón, pues ordena férreamente el mundo real y empírico. Todo llega a nosotros a través de una unidad formal de pensamiento (Horkheimer, 1973). José Oliva Gil " *Crítica de la Razón Didáctica*" Edit. Playor. España 1990. Pág. 86.

de reconocer a los sujetos sociales, concretos y heterogéneos en prácticas educativas específicas.<sup>15</sup>

En 1949 después de la Segunda Guerra Mundial Tyler dio a conocer su obra "*Principios Básicos del Currículum*", en donde propone un método racional para encarar la cuestión curricular, que a pesar de su sencillez se convirtió en un paradigma de extraordinaria potencia.

El pedagogo Mexicano Ángel Díaz Barriga nos comenta sobre la propuesta curricular de Tyler.<sup>16</sup>

**Cuando las diversas concepciones curriculares proponen una metodología para la elaboración de planes de estudio tiende a reproducir un esquema básico del pensamiento Tyleriano centrado en diferenciar por una parte, los fundamentos para tal elaboración y, por otra, la manera instrumental de llevarla a cabo.**

**Esta distinción entre fundamentos y metodología para la elaboración de un plan de estudios es una de las tesis fundamentales de Tyler, quien postula la necesidad de establecer los objetivos con base en tres fuentes -alumnos, especialistas y sociedad- y en dos filtros -el filosófico (pragmático) y el psicológico (conductual)-**

El propio Tyler, en la primera parte del libro citado, se refiere a los "fines que desea alcanzar la escuela".

---

<sup>15</sup> Abraham Nazif, Martha, "*Reflexiones sobre los Principales Planteamientos Curriculares Actuales*", México, 1998. Pág. 20.

<sup>16</sup> Díaz Barriga, Ángel, "*Ensayos sobre la Problemática Curricular*", Edit. Trillas., Cuarta impresión, Pág. 37.

En la segunda parte aborda con claridad el problema metodológico bajo los siguientes epígrafes: "Cómo organizar las actividades para un aprendizaje efectivo" y "cómo evaluar la eficacia de las actividades"<sup>17</sup>

Cabe señalar que Tyler ubica a los objetivos en relación a la conducta esperada (sin analizar el proceso) y a la conducta a desarrollar, aspecto que no se debate, ya que aparece como algo dado, los cuales facilitarán el desarrollo de habilidades, conocimientos y actitudes adecuadas para alcanzar el modelo. Esta corriente fue adoptada por la Tecnología Educativa que impregnó a nuestro sistema educativo nacional en los 70's. Un proyecto técnico y susceptible a ser controlado.

Hilda Taba: Su planteamiento se ubica en la década de los 60's y surge como una respuesta a la crisis educativa que atraviesa la sociedad norteamericana. Su preocupación central radica en señalar que la educación no se ha adecuado a los avances de la ciencia y la técnica y que las escuelas en su intento por resolver problemas prácticos derivados de las nuevas necesidades actuales han descuidado la discusión teórica sobre el currículum.

La propuesta de Taba es similar en muchos aspectos a la de Tyler aunque realiza un análisis más complejo de la sociedad, la cultura y el conocimiento en la escuela.<sup>18</sup>

El modelo curricular presentado por Taba es un modelo social que conlleva a prácticas específicas, pero en las que no recupera la cotidianidad áulica.

Taba al igual que Tyler no cuestiona la sociedad norteamericana, no revisa sus valores ni su estructura sociopolítica, de ahí que es considerada como una funcionalista ya que para ella la educación tiene un propósito fundamental que la sociedad tenga un equilibrio funcional.

---

<sup>17</sup> *Ibidem*. Pág. 27.

<sup>18</sup> Abraham Nazif, Martha, *Op. cit.* Pág. 7.

Para Taba "la sociedad crea las escuelas con el propósito de reproducir en el estudiante el conocimiento, las actitudes, los valores y las técnicas que tienen importancia cultural".<sup>19</sup>

Aunque el tratamiento de Taba es muy parecido al de Tyler, una diferencia esencial en ella es que nos habla de que el conocimiento se debe dar al alumno en una forma ordenada para que se facilite su aprendizaje. Proponen abordarlo mediante cuatro niveles: como hechos, conceptos, ideas básicas y sistemas de aprendizaje de organización del contenido en términos de enseñanza, mas no se problematiza su lógica de construcción ni las relaciones de poder presentes en la misma.<sup>20</sup>

En los modelos curriculares de Tyler y Taba por objetivos, está implícito el interés técnico, ya que controla el aprendizaje del alumno, de modo que, al final del proceso de enseñanza, el producto se ajustará al *eidós* (es decir, las intenciones o ideas) expresado en los objetivos originales.

Una de las palabras claves para esta postura es "Objetivos". Es curiosa la relación etimológica de este concepto curricular fundamental y "Objetos". El interés técnico objetiva la realidad, o sea, considera el ambiente como objeto. En este ambiente objetivado se incluye el alumno que se convierte en una parte del ambiente de aprendizaje. como ocurre con los objetos propios del ambiente de aprendizaje, el profesor dirige su conducta y aprendizaje.

---

<sup>19</sup> Su planteamiento se sostiene en un eje fundamental y es que la educación cumple una doble función; en el ámbito axiológico o de valores y en el terreno científico o la transmisión del conocimiento. Con ello Hilda Taba reduce lo educativo al ámbito escolar.

El término cultura es considerado por Taba como construcción social legitimada, que no contempla posibilidades de elaboración cotidiana por parte de los sujetos ni considera la existencia de otras culturas.

Asimismo, el modelo de sociedad, está representado por el sistema "democrático" de su país, contraponiéndolo al "régimen totalitario comunista".

Taba Hilda "*Elaboración del Currículo*", Edit. Troquel. Buenos Aires, 1974. Pág. 34.

<sup>20</sup> Abraham Nazif., Martha, *Op. Cit.* Pág. 8.

Cuando en el ambiente de aprendizaje prevalece un interés técnico, el alumno carece, en la práctica, de poder para determinar sus objetivos de aprendizaje. No obstante, los aprendices pueden ejercer también un poder relativo mostrándose no dispuestos o incapaces para participar en el ambiente de aprendizaje. Pero, así, esto los convierte en reactores, no en actores, en la situación de aprendizaje.

### **2.3. CURRICULUM E INTERÉS PRÁCTICO**

Los defensores de esta perspectiva no creen que el modelo de cientificidad propio de las ciencias naturales sea el idóneo para tomarlo como patrón de conocimiento de los fenómenos sociales. Se presupone que "lo social" no viene dado por datos observables, externos y objetivos, sino que, en su naturaleza, encontramos sentidos, orientaciones e interpretaciones.

Esta plataforma se interesa por el análisis de los procesos de interacción social, en los que surgen los hechos y los fenómenos, sus significados y sus interpretaciones, que se traducen en patrones de intercambio e interacción social y que son categorizados no como leyes, sino como reglas o criterios. El análisis de estas reglas sociales constituirá el objetivo prioritario de la teoría.

En esta perspectiva, la elaboración del conocimiento no está orientada a la objetividad sino a la intersubjetividad, a los procesos de negociación por los que los sujetos definen y valoran las situaciones.<sup>21</sup>

Esta postura la ubica Habermas en el interés práctico y apunta hacia la comprensión. No se trata, sin embargo, de una comprensión técnica. No es el tipo de comprensión que permite formular reglas para manipular y manejar el medio. Se trata, en cambio, de un interés por comprender el medio de modo que el sujeto sea capaz de interactuar con él. El interés práctico se

---

<sup>21</sup> Jose Oliva Gil. Op. Cit. Pág. 87.

basa en la necesidad fundamental de la especie humana de vivir en el mundo y formando parte de él, y no compitiendo con el ambiente para sobrevivir.<sup>22</sup>

Tan pronto como pasamos al ámbito de la comprensión con el fin de sobrevivir "en compañía", entramos muy obviamente en la esfera de lo moral. Porque en el interés técnico está implícita una postura moral, aunque a menudo se desprecia al referirse a la "objetividad" y a la "ley natural". La cuestión que suscita el interés práctico no es "qué puedo hacer" sino "qué debo hacer". Para responder a esta pregunta hace falta comprender el significado de la situación. Por eso este interés recibe la denominación de "práctico" -se trata del interés por llevar a cabo la acción correcta (acción "práctica") en un ambiente concreto-<sup>23</sup>

La producción de saber mediante el hecho de dar significado constituye la tarea asociada con las ciencias histórico-hermenéuticas. Entre estas ciencias encontramos la interpretación histórica y literaria, así como los aspectos interpretativos de disciplinas como la sociología y ciertas ramas de la psicología. Sobre estas formas de saber, dice Habermas:

**Las ciencias histórico-hermenéuticas incrementan el saber en un marco metodológico diferente. Aquí el significado de la validez de las proposiciones no se constituye dentro del marco de referencia del control técnico. Las teorías no se construyen deductivamente y la experiencia no se organiza en relación con el éxito de las operaciones. El acceso a los hechos se consigue mediante la comprensión del significado, no por observación. La verificación de las hipótesis**

---

<sup>22</sup> Grundy, Op. Cit. Pág. .30.

<sup>23</sup> *Ibidem.*



**legaliformes en las ciencias empírico-analíticas tiene su contrapartida en la interpretación de los textos.<sup>24</sup>**

En ésta postura examinaré el modelo curricular de Stenhouse como ejemplo de propuesta para el diseño curricular informado por el interés práctico.

La postura de Stenhouse (1984) ha planteado de forma definitiva el problema al concebir el curriculum como campo de estudio y de práctica que interesa por la interrelación de dos grandes campos de significado que se han dado por separado como conceptos diferenciados de curriculum: las intenciones para la escuela y la realidad de la escuela; teoría o ideas para la práctica, y condiciones de la realidad de esa práctica.<sup>25</sup> Dos citas textuales de Stenhouse acerca del curriculum son:

**Por una parte es considerado -el curriculum- como una intención, un plan, o una descripción, una idea acerca de lo que deseáramos que sucediese en las escuelas Por otra parte, se le conceptúa como el estado de cosas existente en ellas, lo que de hecho sucede en las mismas.<sup>26</sup>**

**Un curriculum es una tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo, de forma tal que permanezca abierto a la discusión crítica y pueda ser trasladado efectivamente a la práctica.<sup>27</sup>**

Las propuestas curriculares ubicadas por el interés práctico no rehuyen la subjetividad, sino que, al contrario, reconocen el carácter central del juicio.

---

<sup>24</sup> *Ibidem.* Pág. 31.

<sup>25</sup> Sacritán Gimeno, J "El Curriculum: Una Reflexión Sobre la Práctica ", Edfit. Morata, España, 1994. Pág. 60.

<sup>26</sup> *Ibidem.*

<sup>27</sup> *Ibidem.*

"Un modelo de proceso (del desarrollo curricular)", dice Stenhouse, "se basa en el juicio del profesor, más que en la orientación del mismo",<sup>28</sup> y afirma:

**La experiencia en el campo del curriculum nos indica que las variables contextuales en la escuela y su medio ambiente son tan importantes que no pueden establecerse recomendaciones generales... Una investigación acerca de problemas y efectos de la enseñanza sobre las relaciones interraciales ha de centrarse en la recogida de los datos que pueden necesitar las escuelas para ayudarles a ejercitar su propia capacidad de juicio.**<sup>29</sup>

El interés práctico es, por tanto, el que genera conocimiento subjetivo en vez de saber objetivo ( es decir, conocimiento del mundo como sujeto en vez de conocimiento del mundo como objeto). Podemos definir este interés del siguiente modo: el interés práctico es un interés fundamental por comprender el ambiente mediante la interacción basado en una interpretación consensuada del significado.<sup>30</sup>

Los conceptos clave asociados con el interés cognitivo práctico son la comprensión y la interpretación. Estos mismos conceptos son fundamentales si consideramos las implicaciones que el interés práctico tiene respecto al curriculum. El curriculum informado por el interés práctico no es del tipo medios-fin, en el que el resultado educativo se produce mediante la acción del profesor sobre un grupo de alumnos objetivados. En cambio, el diseño del curriculum se considera como un proceso en el que alumno y profesor interactúan con el fin de dar sentido al mundo.

---

<sup>28</sup> Grundy., *Op. Cit.* Pág. 34.

<sup>29</sup> *Ibidem.* Pág. 114.

<sup>30</sup> *Ibidem.* Pág. 32.

## 2.4 CURRICULUM E INTERÉS EMANCIPADOR

En las ciencias orientadas críticamente hay un interés emancipador. Este enfoque postula unas bases estructurales, sociopolíticas e ideológicas de la ciencia y de los fenómenos sociales. Destaca el carácter socio-político del conocimiento, denunciando las secuelas sociales que la técnica comporta, a la vez que -en relación con la perspectiva hermenéutica- llama la atención sobre la génesis socio-estructural de las categorías sociales y personales que dan valor y sentido a la realidad.

La teoría crítica utiliza una metodología reflexiva y dialéctica dirigida a elaborar conocimientos con una finalidad emancipativa y liberadora. Mientras que a la estructura empírico-analítica le correspondería un interés técnico y controlador, dirigido a la producción de conocimientos y a su utilización para controlar la realidad, a la estructura fenomenológica le correspondería un interés comunicativo, dirigido a la comprensión e interpretación de los fenómenos sociales y a la estructura socio-crítica le correspondería un interés liberador, no separado de hechos y valores, sino evidenciador de qué hechos, intereses y valores se encuentran interrelacionados.

Ésta estructura no busca sólo la explicación y la descripción de la realidad, sino que intenta modificar esa realidad, capacitando a los sujetos para que participen y transformen la sociedad. Se propone, en una palabra, la unión íntima de pensamiento y acción con el fin de transformar la realidad social. No pretende la transformación sobre criterios científicos y procedimientos técnicos, ni intenta optimizar el funcionamiento de la realidad, sino que pretende modificarla, legitimando la acción social, que exige negociación política, crítica social y capacitación de los sujetos para que participen en esa acción.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> Oliva Gil, José. *Op. Cit.* Págs. 88-89.

Esta postura la llama Habermas interés emancipador, en donde, el emancipador se preocupa de la potenciación, o sea, de la capacitación de individuos y grupos para tomar las riendas de sus propias vidas de manera autónoma y responsable. El interés cognitivo emancipador puede definirse de este modo "un interés fundamental por la emancipación y la potenciación para comprometerse en una acción autónoma que surge de intuiciones auténticas, críticas, de la construcción social de la sociedad humana"<sup>32</sup>

¿Qué significa que el curriculum esté informado por un interés emancipador? Para comprender el curriculum emancipador, hemos de percatarnos de los límites de la orientación práctica. El problema que se deriva de la consideración del curriculum como proceso de construcción de significado consiste en que podemos engañarnos respecto al verdadero significado de los hechos. Si ha de darse la verdadera emancipación, es importante que el sujeto se libere de "falsas conciencias". Así, un curriculum emancipador tenderá a la libertad en una serie de niveles. Ante todo, en el nivel de la conciencia, los sujetos que participan en la experiencia educativa llegarán a saber teóricamente y en términos de su propia existencia cuándo las proposiciones representan perspectivas deformadas del mundo (perspectivas que sirven a los intereses de dominación) y cuándo representan regularidades invariantes de existencia. En el nivel de la práctica, el curriculum emancipador implicará a los participantes en el encuentro educativo, tanto profesor como alumno, en una acción que trate de cambiar las estructuras en las que se produce el aprendizaje y que limitan la libertad de modos con frecuencia desconocidos. Un curriculum emancipador supone una relación recíproca entre autorreflexión y acción.<sup>33</sup>

De estas categorías conceptuales, quizá la más difícil de asimilar sea el interés emancipador, pero, con la identificación de este interés, Habermas ha hecho su contribución más original a la filosofía moderna.

---

<sup>32</sup> Grundy, *Op. Cit.* Pág. 38.

<sup>33</sup> *Ibidem.* Pág. 39.

Dado lo que tiene valor para una jerarquía de intereses, podemos preguntarnos: ¿qué considera Habermas como interés fundamental. "puro" (o sea, puro en el sentido de fundado en al razón)? Es el interés por la emancipación. Para Habermas, emancipación significa "independencia de todo lo que está fuera del individuo" y se trata de un estado de autonomía más que de libertinaje. Por tanto, Habermas identifica la emancipación con la autonomía y la responsabilidad (*Mündigkeit*). La emancipación sólo es posible en el acto de la autorreflexión (o sea, cuando el yo se vuelve sobre sí mismo). Aunque en último término la emancipación es una experiencia individual si ha de tener alguna realidad, no constituye sólo una cuestión individual. A causa de la naturaleza interactiva de la sociedad humana, la libertad individual nunca puede separarse de la libertad de los demás. De ahí que la emancipación esté también ligada a las ideas de justicia y, en último extremo de igualdad.<sup>34</sup>

Representantes de esta postura que han elaborado propuestas curriculares emancipadoras son: Giroux y Freire entre otros.

La obra de Giroux pone en manos de los educadores un lenguaje crítico que los capacita para comprender la enseñanza como una forma de política cultural, es decir, como una tarea pedagógica que toma en serio las relaciones raciales, de clase, sexo y poder en la producción y legitimación de sentido y experiencia. La importancia del lenguaje en cuestión puede deducirse de su indudable capacidad para abordar ciertos temas y problemas que guardan afinidad con la construcción de una pedagogía liberadora.<sup>35</sup>

La comprensión de Giroux acerca de la relación dialéctica entre estructura social y acción humana se lanza claramente contra la idea de que los sujetos humanos no hacen sino reflejar una cierta esencia innata y ahistórica, lo

---

<sup>34</sup> *Ibidem*. Pág. 35.

<sup>35</sup> Giroux, Henry, "Los Profesores como Intelectuales. Hacia una Pedagogía Crítica del Aprendizaje", Edit. Paidós, Méxicó, 1990. Pág. 14.

mismo que contra la idea de que son víctimas pasivas atrapadas en la red de las formaciones ideológicas. Giroux ha dotado a los agentes sociales de la capacidad de trascender la ubicación histórica que le asigna su cultura heredada. En última instancia, los individuos no sucumben ante la inestabilidad de una tradición que los mantiene prisioneros de ideas y acciones prefijadas, sino que más bien son capaces de utilizar el conocimiento crítico para alterar el curso de los acontecimientos históricos. Para Giroux, los individuos son al mismo tiempo productores y productos de la historia.<sup>36</sup>

Según Giroux, las escuelas desempeñan un significativo papel en el establecimiento de la democracia local, pero trabajan mejor en colaboración con otras esferas públicas democráticas en la lucha más amplia en pro de la democracia en el nivel estatal y federal del gobierno. La primera tarea a la hora de transformar las escuelas en esferas públicas democráticas sería, en opinión de Giroux, la de desarrollar un lenguaje público para educadores - un lenguaje corriente crítico de varios tipos- que capacitara a profesores y estudiantes para reconstruir la vida pública en interés de la lucha colectiva y la justicia social. En el tema del lenguaje, Giroux es taxativo: el lenguaje no es sólo un instrumento que refleja la realidad social "que está ahí" sino que él mismo es parcialmente constitutivo de lo que en nuestra sociedad se considera "real".<sup>37</sup>

Para Giroux el currículum tradicional representa una firma de compromisos hacia una perspectiva de racionalidad que es ahistórica, está orientada por consenso y políticamente conservadora. En lugar de promover la reflexión crítica y el entendimiento humano, el currículum dominante enfatiza la lógica de la probabilidad como la definición última de la verdad y el significado. La perspectiva de la psicología dentro del currículum dominante fracasa en el examen de la manera en que las escuelas legitiman ciertas formas de

---

<sup>36</sup> *Ibidem*. Pág. 15.

<sup>37</sup> *Ibidem*. Pág. 20.

conocimiento e intereses culturales. Giroux propone construir el concepto de resistencia; atribuyéndole ejes de análisis como: tensiones y conflictos que median las relaciones entre la casa, la escuela y el trabajo; producción cultural de los grupos oprimidos; autonomía relativa de la escuela; noción dialéctica de la intervención humana, etc. Todo ello con el propósito de ofrecer una alternativa de transformación radical al interior de la institución escolar y luchar "por un aprendizaje y un pensamiento críticos".<sup>36</sup>

Para él, las experiencias de aprendizaje son de tal naturaleza que responden a la idea de la esencia social. La distribución y accesibilidad al conocimiento, están por lo tanto sujetas a cambios. Giroux ilustra esta influencia con preguntas tales como:

**¿Qué se considera como conocimiento del currículum?**

**¿Cómo se produce el conocimiento?**

**¿Cómo se transmite en el salón de clases tal conocimiento?**

**¿Qué clase de relaciones sociales del salón de clases sirven para cotejar y reproducir los valores y normas incorporadas en las relaciones sociales "aceptadas" del lugar de trabajo?**

**¿Quién tiene acceso a las formas "legítimas" de conocimiento?**

**¿A los intereses de quién sirve este conocimiento?**

**¿Cómo se median las contradicciones políticas y las tensiones a través de las formas aceptables de conocimiento del salón de clases y de las relaciones sociales?**

---

<sup>36</sup> Giroux, Henry a.. "Hacia una Nueva Sociología del Currículum", Didáctica y Práctica de la Especialidad I (En torno al currículum), Antología de la ENEP-Aragón-UNAM, Pág. 143.

## ¿Cómo sirven los métodos de evaluación prevaletentes para legitimar las formas de conocimiento existentes?<sup>39</sup>

Para Giroux la base para un modo nuevo de curriculum debe ser tan profundamente histórica como crítica. De hecho, la sensibilidad crítica debe ser vista como una extensión de la conciencia histórica. La génesis, el desarrollo, y el despliegue de ideas, la relación social, los modos de investigar y la evaluación deben ser vistos como parte de un movimiento hacia adelante en el desarrollo de condiciones sociales y formaciones complejas, históricamente limitadas.

**Paulo Freire:** Las ideas y acciones de Freire permiten conocer el interés emancipador.

El programa de alfabetización de Freire incluía tres principios fundamentales: que los aprendices deben ser participantes activos en el programa de aprendizaje; que la experiencia de aprendizaje debe resultar significativa para el aprendiz, y que el aprendizaje debe estar orientado en sentido crítico.

"La educación -decía- Freire- padece la enfermedad de la narración". Y añadía: "La narración... convierte (a los alumnos) en contenedores" ... que han de ser llenados por el profesor. Cuanto más llene los receptáculos, mejor será el docente. Cuanto mayor sea la docilidad de los receptáculos para permitir su llenado, mejores alumnos serán". Aunque las metáforas son distintas, es una descripción de cómo opera el interés técnico en el curriculum, adjudicando al alumno el papel de receptor pasivo de la experiencia educativa. Por lo contrario, el interés emancipador compromete al estudiante, no sólo como "receptor" activo, en vez de pasivo, del saber, sino como creador activo del mismo junto con el profesor.<sup>40</sup>

---

<sup>39</sup> *Ibidem*. Pág. 144.

<sup>40</sup> Grundy, *Op.Cit.* Pág. 142.



La liberación de la educación consiste en actos de cognición, no en transferencias de información. Se trata de una situación de aprendizaje en la que el objeto cognoscible (lejos de constituir el objeto del acto cognitivo) media entre los actores cognitivos (por una parte, el profesor, por otra, los alumnos). El profesor deja de ser meramente quien enseña, para ser él mismo enseñado en el diálogo con los alumnos, quienes, a su vez, mientras son enseñados, también enseñan.. Cada hombre enseña al otro, con la mediación del mundo, de los objetos cognoscibles que el profesor "posee" en la educación masificada.<sup>41</sup>

He aquí el cuadro de los estudiantes y el profesor ocupados de manera conjunta como participantes activos en la construcción del conocimiento. Esta perspectiva transaccional de la enseñanza y el aprendizaje significa que no tiene sentido hablar ya de la enseñanza sin hacerlo al mismo tiempo del aprendizaje. Como tampoco puede hablarse sin más del aprendizaje, puesto que la liberación de la educación no rechaza la acción de enseñar. La pedagogía emancipadora, por tanto, ha de incluir en su significado el acto de enseñanza-aprendizaje.

El enfoque de la educación como práctica de libertad de Paulo Freire contiene los siguientes caracteres:

- \* La acción del hombre es creativa y transformadora: esto supone que son los hombres los que, a través de los resultados de su práctica y de sus trabajos (universo simbólico y comprensible en el que los hombres actúan como seres conscientes), crean su propio conocimiento como superación de un "extrañamiento".
- \* La acción comunicativa como proceso permanente y crítico de la realidad: si los hombres, mientras objetivan el mundo a la vez que lo transforman, se objetivan a sí mismos, entonces su acción transformadora es de

---

<sup>41</sup> *Ibidem.*

carácter desalienador y debe llegar a ser un proceso permanente. Es un proceso crítico ya que la educación como práctica de la libertad supera -- extroyectando mitos-- la conciencia real por la conciencia crítica.

- \* La acción cultural para la libertad es un acto de auténtico conocimiento: la educación, como práctica de la libertad, es un auténtico acto de conocimiento en el cual la fuerza real "sobredeterminante" de la superestructura se manifiesta a los sujetos (educador-educando) como un objeto conocido y, en ese sentido, pueden actuar sobre él y transformar esa realidad que les oprime.
- \* La acción cultural para la libertad es intrínsecamente dialogal: nos comunicamos en la oposición y en la intersubjetividad y el diálogo fenomeniza e historiza la esencial intersubjetividad humana. Los dialogantes admiran un mismo mundo; de él se apartan y con él coinciden. Así los actores toman distancia del objeto y esta distancia implica un conocimiento "problematizador" de ese modo las conciencias se confrontan, se promueven y se van liberando.<sup>42</sup>

En un proceso de liberación de la educación, el significado es cuestión de negociación entre profesor y alumno desde el principio de la experiencia educativa. Así lo manifiesta Freire.

Por tanto, el contenido del curriculum extrae su significación, no de sus fines, sino de sus comienzos. La sustancia de la experiencia educativa es cuestión de negociación entre profesor y alumnos (nótese que Freire, siempre habla de alumnos, nunca en singular. La liberación de la educación nunca consiste en una experiencia de aprendizaje de uno a uno). Sin embargo, el curriculum negociado no es ni azaroso ni espontáneo. Surge, en cambio, de las reflexiones sistemáticas de quienes están comprometidos en el acto pedagógico.

---

<sup>42</sup> Oliva Gil, José, Op. Cit. Págs. 88-89.

## 2.5 RESUMIENDO LAS TRES POSTURAS

Podemos decir que el interés técnico no facilita la autonomía ni la responsabilidad porque se preocupa por el control. Seguro que el interés por el control facilita la independencia de algunos, pero se trata de una falsa autonomía, porque es una "autonomía" que lleva consigo la consideración de los demás humanos y/o del medio como objetos.

Tampoco basta el interés práctico, aunque se acerque más a los intereses de la autonomía y responsabilidad. De acuerdo con el interés práctico, el universo se considera como sujeto, no como objeto, apareciendo un potencial de libertad que confiere importancia al significado y la comprensión consensuados. Pero el interés práctico resulta inadecuado para promover la verdadera emancipación a causa precisamente de la propensión de las personas a engañarse, aunque se llegue a la comprensión en una exposición y debate abiertos.

Por tanto, las orientaciones fundamentales hacia el razonamiento técnico o el práctico no aseguran que se facilite el interés, aún más fundamental, para la autonomía y la responsabilidad. Debe tratarse de un interés por liberar a las personas de la restricción ejercida por lo técnico y del posible fraude de la práctica. Es el interés por la emancipación, el llamado interés emancipador.

Grundy comenta:

**Cuando Habermas habla del interés emancipador como interés humano fundamental, no hace un juicio de valor basado en una determinada visión de la naturaleza humana como algo "dado". Por el contrario, considera la emancipación como un principio evolutivo implícito en el**

## **auténtico acto del habla que separa a las personas de otras formas de vida.<sup>43</sup>**

Con el comentario anterior podemos concluir que el curriculum debe incluir los siguientes caracteres:

- \* El curriculum debe integrar las realidades de enseñanza y aprendizaje y todos los elementos materiales, personales, conceptuales y metodológicos que los ponen en relación.
- \* Debe ser, sobre todo, un sistema estructurado a distintos niveles y sobre el que se pueden tomar decisiones relativamente diferenciadas.
- \* El curriculum es tanto un proyecto como una realización práctica. Incluye aspectos planificados pero también proyectos y productos no previstos.
- \* Comprende tanto los niveles de planificación administrativa de la política educativa de un país como la programación concreta realizada por un profesor.
- \* Es un conjunto de experiencias, pero también la organización de contextos múltiples que estructuran y ofrecen las oportunidades para tales experiencias.
- \* La teoría curricular pretende que el profesor sepa sobre la base de qué justificaciones de tipo valorativo o técnico adopta sus previsiones o conduce su quehacer docente.

## **2.6 DIDÁCTICA**

No es muy fácil establecer posiciones rotundas en torno a la relación o a las implicaciones que el curriculum tiene con respecto a la Didáctica; y esta

---

<sup>43</sup> Grundy, *Op. Cit.* Pág. 37.

dificultad viene dada por muchas razones / problemas: conflictos epistemológicos inherentes al propio campo del currículum, implicaciones con otras áreas a las que les incumbe el estudio de los problemas educativos, superposición de tradiciones culturales diferentes, uso contextualizado de un determinado tipo de literatura o vocabulario de trabajo.

Se considera el currículum, con respecto a la Didáctica, como el marco de reflexión y justificación de la enseñanza; el currículum será el marco de reflexión que cuestiona el qué, el para qué, y el cómo de la enseñanza, mostrando una concepción integral del sentido y desarrollo de los rangos esenciales que fundamentan a aquélla. El punto de confluencia entre didáctica y currículum se produce en la consideración, por ambas partes, de la enseñanza como ámbito común de operaciones. El currículum aporta la reflexión y el análisis de los proceso de enseñanza ampliando el sentido y las implicaciones de la enseñanza como objeto de la Didáctica. El sentido desde el que el didacta ha de enfocar la relación se podría resumir en la siguiente reflexión.<sup>44</sup>

El enfoque curricular ha de legitimar, justificar y ampliar el qué, el porqué, el para qué y desde qué condiciones (sociales, económicas, antropológicas) ha de llevarse a cabo la enseñanza; pero ésta, en su esencia interactiva, va más allá de la concepción del campo curricular, siendo una actividad nuclear necesitaba de un análisis y elaboración específicos. Se considera el currículum pues, como un ámbito complejo de difícil definición, pero que viene a ampliar, en todo caso, la visión de la didáctica.<sup>45</sup>

El concepto de currículum viene a aportar una nueva visión del concepto de la enseñanza; es una visión amplificadora, en el sentido de que compromete a todos los elementos que tienen algo que ver con la enseñanza;

---

<sup>44</sup> Oliva, José, *Op. Cit.* Pág. 75.

<sup>45</sup> *Ibidem.*

integradora, en cuanto al compromiso y la participación de todos y cada uno de los elementos y contextualizadora del proceso de enseñanza.

El curriculum como concepto general no tiene por qué ser una amenaza que sustituya a la didáctica como campo de conocimiento; creemos que la enriquece. El curriculum, en su acepción general, no sólo afectaría a la didáctica; afectará también a otras áreas de conocimiento que entienden y se ocupan del campo educativo. De todas formas la didáctica, en todas sus dimensiones, ha de ir matizando su propia adquisición de la visión del curriculum.<sup>46</sup>

Será desde la didáctica, desde donde debemos abordar el tema del diseño y desarrollo de la enseñanza, asumiendo una concepción curricular que en el ambiente académico y en nuestro ámbito cultural se ha extendido ya, a nivel de lenguaje, como diseño y desarrollo curricular.

Cada propuesta curricular nos lleva -aunque no linealmente- a una propuesta didáctica. Así, las propuestas curriculares inmersas en la postura empírico-analítica (interés técnico) nos llevan a una Didáctica Técnica, es decir a la Tecnología Educativa, cuyo diseño curricular es por objetivos conductuales.

En este modelo está implícito el interés por el control del aprendizaje del alumno, de modo que, al final del proceso de enseñanza, el producto se ajustará a lo expresado en los objetivos originales.

Para el curriculum enmarcado en el interés práctico, en nuestro país a nivel institucional, no se ha instrumentado una didáctica.

La postura crítica o interés emancipador de las propuestas curriculares nos lleva a una Didáctica Crítica, que es todavía una propuesta en construcción,

---

<sup>46</sup> *Ibidem*. Pág. 26.

que se va configurando sobre la marcha; una tendencia educativa que no tiene el grado de caracterización de la Tecnología Educativa.

La Tecnología Educativa, se caracteriza por ser instrumental, normativa y pretendidamente neutra.

Si se piensa en la historia de la didáctica, podemos concluir, que negar su contenido instrumental, normativo y pretendidamente neutro es, en cierta forma, negar su propia disciplina.

Desde un primer momento la didáctica se organizó como un cuerpo de doctrina, de prescripción. Recuérdese que Comenio definió a su Didáctica Magna como un artificio universal para enseñar todo a todos. A partir de allí la didáctica -en su producción intelectual y en su enseñanza- no ha sido otra cosa sino un conjunto de normas, recursos y procedimientos que "deben" informar y orientar la actuación de los profesores.

Tanto el contenido instrumental y normativo de la Tecnología Educativa contiene una visión bastante superficial de aquello que ocurre en la sala de clase, como si en ella no hubiese más que, de un lado, el profesor que enseña -obedeciendo a planes y objetivos, desarrollando procedimientos y técnicas y evaluando-, y de otro lado, un alumno que aprende.

La Tecnología Educativa parte de una visión muy superficial basada en modelos de enseñanza, apoyándose en un papel institucional y artificialmente atribuido al profesor, dentro de un concepto de competencia profesional que sirve a intereses históricamente determinados (intereses de la hegemonía burguesa).

Al reconceptualizarse el curriculum con teóricos como los de la postura crítica, se generó un campo de debate en torno a la teoría y prácticas educativas.

En este contexto se ha elaborado un discurso, inicialmente, en torno de denuncia y descalificación de las propuestas determinantes, tecnologistas y eficientistas que no son eficientes. En este proceso de elaboración, se reconoce que toda propuesta y alternativa tienen que basarse en planteamientos propositivos. Diríamos que se inicia la época de la redefinición de la didáctica. Ya no solamente es crítica, se ha hecho necesario conceptualizar y buscar los fundamentos teóricos consistentes para esta explicación de la didáctica.

Con ello se ha abierto la posibilidad de que los maestros cuestionen sobre su labor, a la vez que permiten analizar el quehacer docente en forma colectiva.

La Didáctica Crítica, es la didáctica en la que se basa mi propuesta, por ello, será analizada con más detalle en el siguiente capítulo.



# **CAPÍTULO**

## **3**

### **PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LOS CECyT'S DEL IPN**

### **3.- PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LOS CECyT's DEL IPN.**

En este capítulo construiré una propuesta didáctica para la enseñanza de la química en el espacio donde desempeño mi quehacer docente desde hace 25 años. Lo haré apoyándome en el Modelo Educativo "Pertinencia y Competitividad" que es el instrumento que sintetiza las intenciones y propósitos que presiden la actuación del Nivel Medio Superior del IPN, y de análisis teóricos realizados en los dos primeros capítulos.

Iniciaré con la evolución curricular que ha sufrido el Nivel Medio Superior (NMS) desde la fundación del IPN.

#### **3.1 EVOLUCIÓN CURRICULAR DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR (NMS) DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (IPN).**

El IPN ha tenido una serie de cambios inmersos en el devenir de la Institución, tanto orgánico-estructurales como en el curriculum.<sup>1</sup>

En 1936 al iniciar su funcionamiento el ciclo vocacional duraba dos años, los cuales contemplaban los estudios preparatorios para continuar las carreras profesionales que ofrecía el Instituto, cabe señalar que este tipo de enseñanza era subsecuente de la prevocacional.

Asímismo existía la vocacional de artes y oficios (Miguel Bernard) y la prevocacional en el área de ciencias económicas, sociales y biológicas.

A partir de 1939, cada vocacional era antecedente de una escuela superior, cuya estructura curricular era por asignaturas anuales y se identificaban grupos de asignaturas comunes en los diversos Planes de Estudio, como la

---

<sup>1</sup> Los datos de este apartado fueron tomados del *Modelo Educativo: NMS-IPN "Pertinencia y Competitividad"*. IPN., México, 1994. Págs. 12-16

física, química, inglés, anatomía, fisiología e higiene; así como un subgrupo de vocacionales de ingeniería y ciencias biológicas, con las asignaturas de álgebra, geometría analítica y cálculo diferencial e integral.

Para fines de éste período, el IPN contaba con una amplia gama de niveles educativos: Prevocacional, Vocacional, Subprofesional, Posgrado y Cursos de Capacitación.

Al Nivel Medio Superior le correspondían los estudios vocacionales y subprofesionales estos últimos eran los que proporcionaba una carrera terminal, como en el caso de la escuela de enfermería que fue creada en 1940 y la Vocacional Wilfrido Massieu en 1951.

En 1959, se establece el sistema vocacional único, con esta estructura los egresados de cualquier profesional de un área, podrían asistir a la escuela superior de su elección dentro de esa misma área.

Durante 1963 se realizó el proyecto de preparatoria técnica piloto, la organización académica de este proyecto consistió en que durante el primer año de estudio las asignaturas pertenecían a un tronco común, mientras que en el segundo año las asignaturas correspondían a la inclinación profesional por área (físico-matemáticas, médico-biológicas, y ciencias sociales).

En abril de 1971 se realizó la reunión nacional de ANUIES en la que se propuso que el ciclo vocacional fuera formativo y se ampliara a tres años, con carácter bivalente, es decir, terminal y propedéutico. En septiembre del mismo año, las escuelas vocacionales se transformaron en Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) con orientación muy semejante al resto de las instituciones de este nivel.

Los estudios de este ciclo se determinaron en tres ramas: Ingeniería y ciencias físico-matemáticas, ciencias médico-biológicas, y ciencias económico-administrativas. A la fecha las dos primeras ramas cubren dentro

de su plan de estudios cuatro programas semestrales de química, mientras que en la última sólo dos.

En 1982 por acuerdo del Consejo General Consultivo del IPN se incorporó el plan de tronco común del bachillerato nacional a la curricula de los centros de Estudios Científicos y Tecnológicos.

Este hecho trajo como consecuencia la necesidad de reestructurar los planes de estudio con el propósito de unificar materias y permitir una mayor flexibilidad a los estudiantes que deseaban cambiar de área, la duración de los estudios era de tres años, dividido en seis semestres.

Plan 88: Esta nueva propuesta opera un modelo educativo bivalente. Consta de 33 carreras que corresponden a las necesidades de los sectores económicos del país, de estas, 29 carreras pertenecen a la modalidad bivalente y 4 a la terminal.

La estructura curricular de este modelo se desarrolla en seis semestres con una carga máxima de 33 horas semanales impartándose de 7 a 9 asignaturas por semestre. En el contexto nacional la determinante que se incorporó para el diseño de la propuesta fue el artículo 3º Constitucional el cual en una de sus partes señala: "El Estado promoverá y atenderá todos los tipos y modalidades educativos necesarios para el desarrollo de la nación".

En 1994 surge otra propuesta para el Nivel Medio Superior, el Modelo Educativo NMS-IPN "Pertinencia y Competitividad", un modelo constructivista que trata de mejorar los anteriores modelos implementados en los años anteriores y que es instrumento para las generaciones que ingresan al Nivel Medio Superior del IPN en el periodo escolar 94-95.

¿Pero que ha sucedido con los programas de estudio de química en este nivel?

En los 60's cuando la vocacional se cursaba en dos años, se contaba con dos programas de química en plan anual, uno para cada grado escolar, eran programas que respondían a la propuesta enciclopedista. Cuando en 1971 se aprueba la propuesta de aumentar el ciclo vocacional a tres años en plan semestral, los programas de química para las áreas de ingeniería y ciencias físico-matemáticas y ciencias médico biológicas cambian a cuatro cursos semestrales que se imparten en el tercero, cuarto, quinto y sexto semestre respectivamente.

En 1982 por acuerdo del Consejo General Consultivo del IPN se incorpora el plan de estudios de los CECyT's al tronco común del Bachillerato Nacional, adaptándose con ello la Tecnología Educativa para el diseño de programas de estudio. Estos programas no contemplan los conocimientos previos en su elaboración y los resultados fueron negativos ya que su implementación trajo consigo un aumento en el índice de reprobación del alumnado.

Por ello, el Plan 88 reconsidera las asignaturas y las organiza vinculando los contenidos que forman los diferentes programas del plan de estudios, precisando cuando un tema se apoya en otro; con ello, los problemas antes mencionados disminuyen, aunque no son superados en su totalidad.

Los programas hoy vigentes están basados en el Modelo Educativo "Pertinencia y Competitividad", fundamentándose en una metodología constructivista, donde convergen las teorías de Piaget y Ausubell. Concibiendo al aprendizaje como una construcción activa de saberes significativos. Algunos de los aspectos sobresalientes del modelo los expongo en el siguiente apartado.

### **3.2 MODELO EDUCATIVO NMS-IPN "PERTINENCIA Y COMPETITIVIDAD"**

El Modelo Educativo del Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional está fundamentado en concepciones de aprendizaje y enseñanza idóneas para lograr 1º: Un egresado que coadyuve eficazmente en el

desarrollo del país, 2º que posibilite una visión estructurada de la entidad que representa, lo que permite proponer acciones y prever, con cierto grado de certidumbre, la dinámica que generará y sus posibles efectos, con el consecuente ahorro de recursos: tanto humanos; como materiales y servir como plataforma conceptual para proyectar el hacer académico que se proponga la Institución, con objeto de cumplir la función que la sociedad le ha asignado.<sup>2</sup>.

Caracterizamos a nuestro Modelo Educativo con el lema de "Pertinencia y Competitividad" para simbolizar los valores fundamentales que delinear los fines, modos y medios de las acciones y decisiones que llevamos a cabo, a fin de vincular continuamente los requerimientos del entorno con nuestro quehacer.

El Modelo es consistente, integrado y dinámico a partir de su constitución en cuatro ejes:

- Curriculum.
- Docencia.
- Binomio Educación-Sociedad y
- Cultura Organizacional Académica.<sup>3</sup>

Curriculum: Es la expresión concreta de la oferta educativa para responder a la demanda social de formación de recursos humanos en el ámbito tecnológico, acorde a la modalidad bivalente (propedéutico y terminal) del Nivel Medio Superior del IPN.

Docencia: Refleja el tipo de profesor que la Institución aspira y requiere como promotor de aprendizajes propuestos en el eje anterior.

---

<sup>2</sup> *Ibidem*. Pág. 1-2.

<sup>3</sup> *Ibidem*.

Binomio Educación-Sociedad: Manifiesta la interdependencia entre quien requiere servicios y apoyos del ámbito educativo para su desarrollo.

Cultura Organizacional y Académica: El cómo la Organización concibe y promueve su propio desarrollo definiendo unidad en el Ser y complementariedad en el Hacer.<sup>4</sup>

Con los ejes anteriores, la Institución responde en el Nivel Medio Superior a la legítima encomienda de la sociedad para formar recursos humanos en el ámbito científico y tecnológico dentro del constante cambio social.

### **3.2.1 ENFOQUE PSICOPEDAGÓGICO DEL MODELO EDUCATIVO. "PERTIENENCIA Y COMPETITIVIDAD".**

En este modelo se concibe al hombre como un sujeto de aprendizaje, una totalidad integrada, producto histórico que transforma la naturaleza y en ese proceso crea la cultura y transforma su propia naturaleza. El hombre produce tecnología y conocimiento, ciencia y técnica: en este sentido, el alumno del Nivel Medio Superior es un ser psicológicamente maduro para acceder a conocimientos abstractos, con una experiencia académica básica que se desenvuelve en un contexto social en constante cambio, que se incorporará a la vida económicamente productiva al final del siglo, donde prevalece la llamada tercera revolución tecnológica industrial, la cual se caracteriza por el uso de las más sofisticadas tecnologías: Robótica, Ingeniería, Genética, Biotecnología, entre otras, donde la información y la capacidad de manejarla adquieren un papel primordial.<sup>5</sup>

Si el hombre se concibe como un sujeto transformador, entonces la educación debe ser una práctica transformadora y para lograrlo, el Modelo se nutre del paradigma de la psicología constructivista desarrollado por

---

<sup>4</sup> *Ibidem*. Págs. 2-3.

<sup>5</sup> *Ibidem*. Pág. 11.

Piaget, Ausubel, Vigotsky, Bleger, Bruner y Gagne, entre otros, quienes pretenden dilucidar los procesos que hacen posible el conocimiento, su objeto de estudio son procesos estructurales dinámicos que intervienen en la adquisición del conocimiento, sin embargo, no se ignora la influencia del medio ambiente, ni la emisión de conductas como factores sociales del comportamiento (Piaget).<sup>6</sup>

Vigotsky considera que el desarrollo del ser humano está siempre mediado por importantes determinaciones culturales, tanto para él como para Jerome Bruner, dicho desarrollo está mediado por la cultura, la humanidad es lo que es porque crea, asimila y reconstruye la cultura formada por elementos materiales y simbólicos, se encuentra inevitablemente vinculado a la cultura de su comunidad.<sup>7</sup>

El modelo social de aprendizaje que plantean Vigotsky y Bruner, presenta el reto de crear espacios de diálogo, de significado compartido entre el ámbito del conocimiento privado experiencial y el ámbito del conocimiento público académico, de modo que pueda razonablemente evitarse la yuxtaposición de los tipos de esquemas de análisis y resolución de problemas mal comunicados entre sí: el experiencial y el académico; el escolar y el extraescolar. (Sacristán, Gimeno. 1992).<sup>8</sup>

Con esta fundamentación la práctica educativa es el hacer cotidiano de los profesores y alumnos como parte de una actividad trascendental para la sociedad, prepararse para la transformación del entorno en busca de una armonía, pertinencia y mejor calidad de vida.

En el aula, el estudiante tiene la oportunidad de construir aprendizaje a partir de un proceso dirigido de Desestructuración - Reestructuración el objeto de estudio.

---

<sup>6</sup> *Ibidem*. Pág. 10.

<sup>7</sup> *Ibidem*.

<sup>8</sup> *Ibidem*.



Dos condiciones se requieren para que éste proceso de reconstrucción del pensamiento del alumno se traduzca en el proceso sistematizado de enseñanza:

- Que se parta de la cultura experiencial del alumno y
- Que se cree en el aula un espacio de conocimiento compartido.<sup>9</sup>

El aula debe convertirse en un foro abierto de debate y negociación de concepciones y representaciones de la realidad. No debe ser nunca un espacio de imposición de la cultura, por más que ésta haya demostrado la potencialidad virtual de sus esquemas y concepciones.<sup>10</sup>

Aquí se pone en juego la estructura de la epistemología de las disciplinas, la estructura cognitiva del alumno y el profesor y las metodologías de enseñanza y aprendizaje de las propias disciplinas.

La estructura epistemológica se refiere a los conceptos que constituyen las disciplinas y las relaciones que entre ellas se establecen al interior de las mismas o entre campos disciplinarios afines; se utiliza, por una parte, en el diseño curricular para determinar prioridades, secuencia y servicios entre los contenidos temáticos que conforman una estructura curricular con fines de sistematización de la misma, y por otra, para establecer un marco de referencia que permita al alumno comprender la lógica de construcción de la disciplina.<sup>11</sup>

La estructura cognitiva se refiere a las redes de conocimiento y habilidades intelectuales o motoras requeridas tanto por el profesor como por el alumno para acceder a los nuevos conocimientos y lograr su integración.

---

<sup>9</sup> *Ibidem*. Pág. 6.

<sup>10</sup> *Ibidem*.

<sup>11</sup> *Ibidem*. Pág. 7.

Deben considerarse las posibilidades de aprendizaje de los alumnos, sus intereses y sus formas de aprender.

Las metodologías de enseñanza y de aprendizaje deben concebirse y plantearse a partir de que el profesor debe crear las condiciones para la desestructuración-estructuración de los esquemas cognitivos del estudiante.

La formación de un sujeto integral, lleva a la formación de sujetos con capacidad de cuestionar al mundo en que se desarrolla y de elaborar una síntesis creadora entre lo que piensa y la realidad. En este panorama se establecen como fines principales de la práctica educativa:

- Una práctica en permanente construcción tendiente a promover la formación de sujetos sociales reflexivos que desarrollen sus capacidades intelectuales.
- El desarrollo de capacidades que permitan resolver creativamente las dificultades que el medio plantea.
- La revaloración del trabajo como manifestación y medio de realización del hombre para formar seres productivos para la sociedad.
- La reconceptualización de la escuela como un espacio de producción y recreación de conocimientos, de instrumentos tecnológicos y de ideas.<sup>12</sup>

En consecuencia, la enseñanza ya no podrá plantearse como la "transmisión" de conocimientos acabados, sino como el conjunto de acciones que propicien y faciliten el desarrollo y adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes que permitan procesar información, acceder a conocimientos abstractos, resolver problemas y tomar decisiones. Esto implica que el profesor reflexione acerca de su papel en el proceso de enseñanza-aprendizaje como "un profesional reflexivo de la enseñanza".

---

<sup>12</sup> *Ibidem*. Págs. 11-12.

Así, la dinámica de la praxis educativa permite la participación activa de docentes y alumnos dándole un nuevo significado al trabajo en el aula.<sup>13</sup>

Congruente con el paradigma adoptado, habrá que dejar asentado el enfoque que caracterice a la evaluación, ya se refiera a la evaluación institucional, la académica o la de los aprendizajes. esta se concibe como un proceso planeado, propositivo, dinámico, continuo y sistemático que regula los proceso a los que se aplica y brinda información acerca de los mismos para emitir juicios de valor y tomar decisiones.<sup>14</sup>

En el caso concreto de la evaluación de aprendizajes, además de lo anterior, permite verificar la relación entre el conocimiento construido y el propuesto por el programa de estudios, así como caracterizar el avance individual y grupal, administrativamente, es la base para la acreditación.

La conceptualización pedagógica que sustenta la reforma al Modelo Educativo del NMS abarca los ámbitos cualitativo y cuantitativo del servicio educativo que se ofrece. es congruente en sí misma al sustentar la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación, la práctica docente, los protagonistas del hecho educativo y la forma de ser institucional dentro del marco constructivista de la educación y da consistencia a los cuatro ejes estructurales que lo sustentan.<sup>15</sup>

### **3.2.2 LÍNEAS DE ORIENTACIÓN CURRICULAR DEL MODELO EDUCATIVO "PERTINENCIA Y COMPETITIVIDAD".**

Esta líneas son una estrategia para dinamizar el curriculum, permeado las áreas de formación mediante la inserción de conocimientos, desarrollo de habilidades y de actitudes, que permiten al alumno vincularse desde la

---

<sup>13</sup> *Ibidem.* Pág. 13.

<sup>14</sup> *Ibidem.*

<sup>15</sup> *Ibidem.* Pág. 14.

escuela con la cambiante realidad social y responder eficientemente a sus demandas. En este diseño se han planteado siete líneas de orientación curricular.<sup>16</sup>

- **Habilidades de pensamiento.-** Que le permitan relacionarse con los objetos de conocimiento y su reconstrucción en forma creativa y autodidáctica.
- **Habilidades de comunicación (Lenguajes).-** que le den acceso a la información científica y tecnológica y permitan su desenvolvimiento en los diversos ámbitos en los que interactúa.
- **Derechos humanos.-** Que le posibilite el desarrollo de actitudes responsables en los diferentes roles sociales que le corresponde desempeñar.
- **Ecología.-** Que le permitan su concientización como corresponsable en la conservación del equilibrio de los ecosistemas, manteniendo la biodiversidad y en el uso racional de los recursos naturales.
- **La Ciencia y la Tecnología.-** Incorporando contenidos actualizados afines a cada área de formación en el momento curricular pertinente.
- **La Computación.-** Como una herramienta indispensable en el desarrollo escolar, laboral, personal y social.
- **La Calidad.-** Tanto en los elementos que participan en el proceso enseñanza-aprendizaje durante la permanencia del alumno en los ámbitos politécnicos como en los ámbitos profesional y humano del egresado que debe ser una constante en el transcurso de su vida.

---

<sup>16</sup> *Ibidem*. Págs. 1.27-1.28.

### 3.3. PROPUESTA DIDÁCTICA.

Los cursos de química se han ganado una mala reputación entre los estudiantes. Salvo para una minoría, la química es aburrida e incomprensible. No cabe duda que los químicos que nos dedicamos a la enseñanza hemos fallado, al no implementar programas que motiven a los alumnos al estudio de esta ciencia.

En muchas ocasiones los estudiantes han tenido que memorizar un gran número de reacciones, símbolos, nombres y fórmulas, sin llegar a aprender nada más que eso. Aunque cierta memorización es necesaria, en muchas ocasiones se exagera.

A partir de la década de los 60's, se organizaron los cursos de química alrededor de lo que se denominó un conjunto de "principios de química", presentando un extracto de los fundamentos teóricos en los que descansa la comprensión de los fenómenos químicos. La instrumentación de estos programas, coinciden con la disminución porcentual de jóvenes que eligen una licenciatura relacionada con el área de química en nuestro país. Aunque no puedo afirmar que esto sea la causa principal, sí puedo decir que los programas se inclinaron más hacia los fundamentos teóricos y se alejaron del carácter fenomenológico de la química, que despierta más el interés de los alumnos.

Por otro lado, abusar de los "principios generales", sin hacer las especificaciones necesarias han llevado a los alumnos a adquirir conocimientos superficiales por la imprecisión de los mismos. Bachelard lo llama obstáculo epistemológico.<sup>17</sup>

Para ejemplificar cómo se hacen las generalizaciones del conocimiento Bachelard indica:

---

<sup>17</sup> Bachelard , Gaston, "*La Formación del Espíritu Científico*", Edit. Siglo XXI, Onceava edición en español, México,,1983.pág.

Con frecuencia, con el fin de indicar de una manera sencilla cómo el raciocinio inductivo llega a la ley científica general sobre la base de un conjunto de casos particulares, los profesores de filosofía describen rápidamente la caída de diversos cuerpos y concluyen: "todos los cuerpos caen". Para disculparse de toda trivialidad, ellos pretenden mostrar que un ejemplo semejante les ofrece todo lo que necesitan para señalar un progreso decisivo en la marcha del pensamiento científico. En efecto, en este caso, el pensamiento moderno se presenta frente al pensamiento aristotélico como una generalidad ratificada, como una generalidad ampliada. Aristóteles enseñaba que los cuerpos livianos, humos, vapores, fuego y llama, encontraban en el empíreo su lugar natural, mientras que los graves buscan naturalmente la tierra. En cambio nuestros profesores enseñan que todos los cuerpos caen sin excepción. He ahí fundamentada, creen ellos, la sana doctrina de la gravitación.<sup>18</sup>

En la idea de Bachelard, el conocimiento transmitido se asimila en una forma superficial, y por tanto, general. No hay reflexión previa, ni especificación de objetos, todo se expone de manera absoluta. En la frase "todos los cuerpos caen" se utiliza el término "cuerpo" sin medida, y así expuesto puede representar a sólidos, líquidos, gases, lo cual es falso en sí mismo y por lo tanto se convierte en un obstáculo epistemológico.

Por otro lado, los contenidos de los programas de química son muy amplios y el tiempo que tenemos para abordarlos no es suficiente; se elaboraron estos programas como si todos los estudiantes fueran a elegir una licenciatura en esta área.

---

<sup>18</sup> *Ibidem.*

En los últimos años se ha considerado necesario cambiar el enfoque tradicional de la química, haciendo prevalecer sus relaciones con los hechos ocurridos en la vida diaria, el medio ambiente, la sociedad, la tecnología, es decir, la química en la vida cotidiana, buscando con ello el interés que se ha perdido en el estudio de esta disciplina y la concientización del alumno por su entorno. En ese intento, los fundamentos teóricos han permanecido inalterables y se ha adicionado a ellos las aplicaciones de la química a la vida cotidiana -o sea, más contenidos en el mismo tiempo-.

Aún los alumnos que se han inclinado por una licenciatura en el área de química, al hacer el examen diagnóstico al inicio la carrera, un alto porcentaje de ellos no tienen siquiera los conocimientos básicos como manejo de nomenclatura de compuestos y reacciones químicas.

A las aulas nos llegan jóvenes que han dejado de ser los niños que se asombraban y cuestionaban lo que tenían a su alrededor y ahora piensan que asignaturas como la física y la química en donde pueden encontrar una explicación, son un mal irremediable por el que tienen que transitar para aprobar el NMS.

La mayoría de los profesores que impartimos la asignatura de química tenemos una licenciatura en esta área, pero no tenemos formación pedagógica, ni manejamos diversos recursos didácticos en nuestro quehacer aúlico; estamos más interesados en abarcar a como dé lugar el 100% de los contenidos de los programas que en la formación integral del alumno, no explotamos la riqueza y fascinación del mundo de la química, sino que nos concentramos en esos fundamentos teóricos tan abstractos y poco entendibles para los jóvenes -pensamos que si así nos prepararon a nosotros es la mejor forma-.

Somos un país donde la modernidad ha llegado en forma tardía y ello nos ha hecho dependientes científica y tecnológicamente de los países del primer mundo. Estamos próximos a iniciar el tercer milenio y la ciencia y tecnología

avanzan a pasos agigantados, habiendo un rezago en las aportaciones a estas áreas hechas por científicos latinoamericanos. Es cierto que nos hemos sentido orgullosos por el Premio Nobel de Química 1995 el Dr. Mario José Molina Henríquez nacido en nuestro país, -aunque no hizo sus investigaciones en México- pero es sólo uno contra decenas de científicos de países del primer mundo que aportan día a día nuevos conocimientos a la ciencia y a la tecnología.

Entre las tecnologías de punta hoy en día, destaca la producción de nuevos materiales que se han fabricado gracias a la química y han sustituido a otros de origen natural, revolucionando con ello diferentes tecnologías.

Es primordial para nuestro país formar profesionales en el área de química con la calidad suficiente para desarrollar ciencia y tecnología propias, para con ello disminuir la dependencia que tenemos en estas áreas y debemos partir de lo primordial: la educación.

Al reflexionar sobre el panorama devastado de la enseñanza de la química, es necesario para mí, que esta enseñanza en lo que respecta a los CECyT's del IPN sufra una profunda transformación, para que se logren formar ciudadanos interesados en esta ciencia, capaces de opinar, de tomar decisiones responsables y fundamentales en todo lo referente a la química, como el cuidado del medio ambiente y el uso inteligente de sus productos.

Es primordial aplicar algunas estrategias para que un mayor porcentaje de alumnos estén dispuestos y motivados a cursar alguna licenciatura en el área de química, y así contar con los recursos humanos capaces de enfrentar los retos que debe afrontar nuestro país en el tercer milenio que se avecina.



### 3.3.1 LA PRAXIS DIDÁCTICA

El concepto del hombre que maneja el Modelo Educativo "Pertinencia y Competitividad" y la esencia de los cuatro ejes en los que construye su propuesta: curriculum, docencia, binomio educación-sociedad y cultura organizacional académica, denotan un interés emancipador, en donde se capacita a los sujetos para que participen y transformen su sociedad. Con ello se persigue, que los actores (maestros y alumnos) del proceso enseñanza-aprendizaje se encuentren de manera conjunta como participantes activos en la construcción del conocimiento. En donde se presenta el reto de crear espacios de diálogo.

Con ello la práctica educativa, es el hacer cotidiano de profesores y alumnos como parte de una actividad trascendental para la sociedad, prepararse para la transformación del entorno en busca de una armonía, pertinencia y mejor calidad de vida.

Podemos decir que el discurso de este Modelo, lo podemos ubicar en las propuestas curriculares emancipatorias o críticas.

Como mencioné en el capítulo 2, la postura crítica o interés emancipador de las propuestas curriculares, nos lleva -aunque no linealmente- a una Didáctica Crítica.

La Didáctica Crítica no trata de cambiar una modalidad técnica por otra, sino que plantea analizar críticamente la práctica docente, la dinámica de la Institución, los roles de sus miembros y el significado ideológico que subyace en todo ello.

Consideramos, por otra parte, que es toda la situación de aprendizaje la que realmente educa, con todos los que intervienen en ella, en la cual nadie

tiene la última palabra, ni ostenta el patrimonio del saber. Todos aprenden de todos y, fundamentalmente, de aquello que realizan en conjunto.<sup>19</sup>

Somos conscientes de que las modificaciones en el terreno didáctico no se pueden realizar por decreto, burocráticamente, aceptando irrestrictamente, sino que las mismas deben ser producto del análisis y la reflexión. La Didáctica Crítica supone desarrollar en el docente una auténtica actividad científica, apoyada en la investigación, en el espíritu crítico y en la autocrítica.<sup>20</sup>

Para Susana Barco la Didáctica Crítica necesita tener presente dos consideraciones:

**Que las renovaciones o alternativas en el terreno didáctico no pueden ser vistas ya como una instrumentación puramente tecnológica, factible de ser aplicada sin grandes trastornos, en un contexto educativo previamente organizado cuya estructura no es objeto de modificaciones.**

**Que las actitudes aisladas carecen de valor, resultan inoperantes en tanto no se encuadren en un sistema de actitudes congruentes, que respondan a objetivos claros y a valores asumidos conscientemente. Las actitudes no se propagan, se llevan a la práctica y no afectan un aspecto aislado de la actividad docente, sino que comprende todos los ámbitos, áreas y campos en que ésta tiene lugar.<sup>21</sup>**

---

<sup>19</sup> Morán O, Porfirio, "*Instrumentación Didáctica*", en Fundamentación de la Didáctica., Ediciones Gernika, México, 1988. Pág. 180.

<sup>20</sup> *Ibidem*.

<sup>21</sup> Barco., Susana, "*Antididáctica o Nueva Didáctica*"., en crisis en la Didáctica Aportes de teoría y práctica de la educación ,Revista de Ciencias de la Educación ,Axis Argentina ,1975 Pág. 100.

Estas reflexiones nos hacen ver que la instrumentación didáctica no puede, en ninguna circunstancia, asumirse como aséptica, descargada de connotaciones políticas.

En este contexto, pienso que las propuestas didácticas instrumentalistas han dejado fuera intencionalmente el factor humano, las interrelaciones personales, el manejo del conflicto y la contradicción en el acto de aprender, promoviendo así una visión individualista del aprendizaje, es decir, contempla "al grupo únicamente como objeto de enseñanza y no como sujeto de aprendizaje". Éstas son algunas consideraciones que es preciso llevar a cabo si en verdad se desea replantear el enfoque de la didáctica.

Hablar de didáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje, es involucrarse con los siguientes elementos que la conforman:

- \* Problemática de los objetivos en el Didáctica Crítica
- \* Selección y organización del contenido en el contexto de la Didáctica Crítica.
- \* Elaboración de situaciones de aprendizaje.
- \* Problemática de la evaluación de la Didáctica Crítica.

Componentes que desarrollaré específicamente para la enseñanza de la química.

Para encuadrar el desarrollo de la instrumentación didáctica es necesario partir del concepto de aprendizaje -CÓMO ENSEÑAR- que se maneja en el Modelo Educativo "Pertinencia y Competitividad" del NMS-IPN.

Como antes lo mencioné este Modelo es un Modelo Constructivista, en donde la idea de aprendizaje va unida indisolublemente a los conceptos de actividad mental constructiva y de interacción social con otras personas compañeros, padres, maestros y agentes educativos en general.

Así el Modelo se basa en el aprendizaje significativo en donde aprender algo --un concepto, una estrategia, unos valores, cualquier aspecto de la realidad- equivale a hacerse una representación, un modelo que se propone como objeto de aprendizaje. Significa poder atribuir sentido al contenido en cuestión, en un proceso que conduce a una elaboración o construcción personal, subjetiva, de algo que existe "objetivamente". Para Ausubel (1963; 1968) y sus seguidores por ejemplo, (Novak, 1985) esa atribución de significado --en otras palabras, la realización de aprendizajes significativos-- remite a la posibilidad de establecer vínculos sustantivos y no arbitrarios entre el nuevo material a aprender y lo que ya se sabe, lo que se encuentra presente en la estructura cognoscitiva de la persona que aprende, en nuestro caso el alumno.<sup>22</sup>

El término aprendizaje significativo, lo acuñó Ausubel para definir lo opuesto al aprendizaje repetitivo. Para este autor y para sus seguidores, la significatividad del aprendizaje se refiere a la posibilidad de establecer vínculos sustantivos y no arbitrarios entre lo que hay que aprender -el nuevo contenido- y lo que ya se sabe, lo que se encuentra en la estructura cognitiva de la persona que aprende -sus conocimientos previos-; aprender significativamente quiere decir poder atribuir significado al material objeto de aprendizaje; dicha atribución sólo puede efectuarse a partir de lo que ya se conoce, mediante la actualización de esquemas de conocimiento pertinentes para la situación de que se trate. Esos esquemas no se limitan a asimilar la nueva información, sino que el aprendizaje significativo supone siempre su revisión, modificación y enriquecimiento estableciendo nuevas conexiones y relaciones entre ellos, con lo que se asegura la funcionalidad y la

---

<sup>22</sup> Solé, Isabel, "*Bases Psicopedagógicas de la Práctica Educativa*", en Teresa Mauri., et. al. El Currículum en el Centro educativo.

Cuadernos de Educación, Ediciones ICE/HORSORI, Barcelona, España, 1990. Pág. 58.

memorización comprensiva de los contenidos aprendidos significativamente.<sup>23</sup>

Las afirmaciones precedentes requieren algunas aclaraciones. Se entiende que un aprendizaje es funcional cuando la persona que lo ha realizado puede utilizarlo efectivamente en una situación concreta para resolver un problema determinado; dicha utilización se hace extensiva a la posibilidad de usar lo aprendido para abordar nuevas situaciones, para efectuar nuevos aprendizajes. En esta perspectiva, la posibilidad de aprender se encuentra en relación directa a la cantidad y calidad de los aprendizajes previos realizados y a las conexiones que se establecen entre ellos.

Cuanto más rica, en elementos y relaciones, es la estructura cognitiva de una persona, más posibilidades tiene de atribuir significado a materiales y situaciones novedosos y por lo tanto, más posibilidades tiene de aprender significativamente nuevos contenidos.<sup>24</sup>

Es necesario para mí hacer una aclaración en este punto: la transmisión de contenido conceptuales desempeña un rol importante en el proceso enseñanza-aprendizaje para el estudio de la química. Resalto la palabra "transmisión" porque en mis años de experiencia docente de esta asignatura, he podido comprobar que al interior de la química existen conceptos tan abstractos, que el alumno no descubre ni construye espontáneamente.

Para seguir con el encuadre de mi propuesta didáctica, me apoyaré además del aprendizaje significativo de Ausubel, en los análisis históricos sobre la ciencia natural moderna realizados por T. Kuhn, haciendo hincapié en la

---

<sup>23</sup> Coll, César, et. al., "*Aprendizaje significativo y ayuda pedagógica*", en Reforma y Currículum, Cuadernos de Pedagogía No. 168, Edit. Fontalba, S.A., Barcelona, España. 1990 Pág. 168.

<sup>24</sup> *Ibidem*.

necesidad de fortalecer la divulgación científica, de los procesos que han hecho diferentes científicos para obtener esos conocimientos.

Estudiando la historia de la ciencia, nos encontramos que los hombres que hicieron las revoluciones científicas, tuvieron pensamientos divergentes a los de su época, es decir, partieron en direcciones diferentes, rechazando la solución antigua y tomando una nueva dirección; Así, encontramos hombres como Copérnico, Lavoisier o Einstein, los cuales abandonaron la manera tradicional de ver el mundo y lo sustituyeron por otro, incompatible con el anterior. Dentro de la historia de la ciencia, se encuentran constantemente muchos episodios revolucionarios, que han sido vitales para el desarrollo científico. Para asimilar lo nuevo, lo antiguo debe ser revalorado y reordenado; en las ciencias el descubrimiento y la invención suelen ser intrínsecamente revolucionarios. Demandan, pues, precisamente de esa flexibilidad e imparcialidad que caracterizan, o en realidad definen al pensador divergente.

¿Pero cómo enseñamos ciencias naturales? Guilford, al respecto de la educación científica nos dice:

**Se ha hecho hincapié en las capacidades relativas al pensamiento convergente y a la evaluación, a menudo a expensas del desarrollo relativo al pensamiento divergente. Nos hemos propuesto enseñarles a los estudiantes la manera de llegar a repuestas "correctas" ...Salvo en las artes y en las ciencias sociales, por regla general hemos desalentado, involuntariamente, el desarrollo de las capacidades del pensamiento divergente.<sup>25</sup>**

Khun, nos dice que la caracterización principal de la educación en las ciencias naturales, se realiza mediante libros de texto. Por lo regular, los

---

<sup>25</sup> Kuhn , Thomas S., "La Tensión..." Op. Cit. Pág. 251

estudiantes y los graduados en química, física, astronomía o biología adquieren la sustancia de sus disciplinas de libros escritos especialmente para estudiantes. Estos libros tratan diferentes asuntos, en lugar de que, como en muchas de las ciencias sociales, ejemplifiquen diferentes enfoques a un mismo asunto. Aún los libros que compiten por ser adoptados para un mismo curso difieren principalmente de nivel y de detalle pedagógico, pero no de sustancia ni de estructura conceptual. Salvo ocasionalmente en sus introducciones, los libros de texto científicos no describen la clase de problemas que es posible que el profesional tenga que resolver, como tampoco la gran variedad de técnicas para solucionarlos. Lejos de ello, en estos libros aparecen soluciones a problemas concretos que dentro de la profesión se vienen aceptando como paradigmas, y luego se le pide al estudiante que resuelva por sí mismo, con lápiz y papel o bien en el laboratorio, problemas muy parecidos tanto en método como en sustancia, a los que contiene el libro de texto o a los que se han estudiado en clase. Nada mejor calculado para producir "predisposiciones mentales".<sup>26</sup>

Kuhn nos comenta:

**Debiéramos estar de acuerdo en que los estudiantes deben comenzar por aprender una buena cantidad de lo que ya se sabe, pero al mismo tiempo insistiríamos que la educación les debe dar muchísimo más. Digamos que deben aprender a reconocer y evaluar problemas para los cuales no se han dado todavía soluciones inequívocas; debería dotárseles de todo un arsenal de técnicas para atacar estos problemas futuros; y debiera enseñárseles a juzgar la pertinencia de estas técnicas y evaluar las soluciones parciales que de ella resulten.**<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup> *Ibidem*. Pág. 252.

<sup>27</sup> *Ibidem*. Pág.

Si se trata de laboratorio, los experimentos que se realizan son casi siempre experimentos que nos han servido de modelos para la enseñanza, y con ello intentamos que la teoría y la observación existentes concuerden entre sí cada vez más.

Es necesario, romper con este único esquema de pensamiento convergente en el estudio de las ciencias naturales y enseñar a pensar al alumno estos temas en forma divergente. Un apoyo lo tendríamos en el uso de antologías que aborden la historia, en nuestro caso, de la química, para que el alumno descubra otras maneras de considerar los problemas que aparecen en su libro de texto, y en donde podría encontrar también problemas, conceptos y normas de solución que, dentro del campo de la química, han sido descartados y sustituidos por otros.

Con el apoyo del concepto de aprendizaje significativo y de pensamientos convergentes y divergentes en el estudio de la ciencia natural moderna, inicio el desarrollo de los componentes que conforman mi propuesta didáctica para la enseñanza de la química.

### **3.3.2 PROBLEMÁTICA DE LOS OBJETIVOS EN LA DIDÁCTICA CRÍTICA.**

La concepción de aprendizaje determina la naturaleza de los objetivos.

Autores como Ausubel y Bruner coinciden en que es necesario el uso de objetivos en la tarea didáctica, pero con la condición de que se formulen de manera general y no específica. Es más, estos autores plantean serias objeciones a la terminología que utilizan Bloom y colaboradores en el estudio y clasificación taxonómica de objetivos, dado que lejos de aclarar, más bien oscurecen la naturaleza de lo que se quiere enseñar.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Morán O, Porfirio, *Op. Cit.* Pág. 185



Bruner considera que es necesario establecer objetivos para la enseñanza; admite, incluso, que son útiles para orientar al profesor y al alumno en el desarrollo de su trabajo. Pero concibe la formulación de los objetivos en relación directa con la solución de problemas. Destaca sobre todo la importancia de analizar la estructura de la disciplina a estudiar, sus conceptos fundamentales, la significatividad de los aprendizajes y su aplicación a nuevas situaciones.<sup>29</sup>

Así tenemos que en el diseño de programas que conforman el plan de estudios del Modelo Educativo "Pertinencia y Competitividad" contienen dos tipos de objetivos: objetivos generales y objetivos particulares de unidad, que son objetivos que lejos de fragmentar el contenido, lo aglutinan en un todo.

Por ejemplo el objetivo general del programa de Química I nos dice:

**El programa de Química Fundamental tiene el propósito de despertar la curiosidad e interés del alumno por esta asignatura, que la relacione con todo lo que le rodea -que hay química dentro y fuera de su organismo-. En este curso, el alumno deberá adquirir una cultura química en la que entienda su lenguaje, comprenda que es una ciencia teórico-práctica y se concientice de la problemática socioeconómica y ecológica actual"<sup>30</sup>**

El objetivo particular de la Unidad I -Materia- del mismo programa nos dice:

**Al término de la unidad el alumno comprenderá la importancia que tiene el estudio de la química, las propiedades de la masa, las leyes de la conservación masa-energía y sus**

---

<sup>29</sup> *Ibidem.*

<sup>30</sup> Programa de *Química Fundamental*, IPN, Agosto 1995 Pág. 2

**transformaciones, los relacionará con la vida cotidiana, la ecología, la economía y la sociedad".<sup>31</sup>**

Los objetivos antes mencionados, son amplios en contenido y significativos en lo social, si en verdad los alcanzáramos, no existiría problema alguno, luego entonces, ¿dónde tenemos el mayor obstáculo para despertar el interés de los alumnos por el estudio de esta ciencia? Para mí, se encuentra en la selección y organización de los contenidos de los programas de química, que a continuación analizaré.

### **3.3.3 SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL CONTENIDO EN EL CONTEXTO DE LA DIDÁCTICA CRÍTICA.**

Los cuatro programas de química para el Modelo Educativo NMS-IPN "Pertinencia y Competitividad" han sido elaborados de acuerdo a la concepción constructivista, en donde los contenidos de la educación son formas culturales cuya adquisición se considera imprescindible para asegurar el doble proceso de individualización y socialización que implica el desarrollo de una persona. Poseen, por tanto un carácter claramente social ya que como se indica en el programa de Química Fundamental "la adquisición de conocimientos y desarrollo de habilidades y actitudes, le permiten al alumno relacionar y vincular el aprendizaje adquirido con la realidad social y sus necesidades en la vida cotidiana"<sup>32</sup>

Se han buscado que los contenidos de los programas de química logren que el alumno obtenga aprendizajes significativos. Ya que, los alumnos construyen significados no sobre la nada, sino sobre aquellas formas culturales que son objeto de enseñanza en la escuela; pero además construyen estos significados a partir de lo que ya saben, de lo que constituye su estructura cognoscitiva, en la que los conocimientos que los

---

<sup>31</sup> *Ibidem.* Pág. 3

<sup>32</sup> *Ibidem* Pág. 2

adolescentes han ido elaborando en sus experiencias educativas previas juegan un papel fundamental.

Como la química es una ciencia exacta, es necesario que entre los conocimientos previos, el alumno tenga un buen manejo de las matemáticas para poder abordar sin dificultad los contenidos de los diferentes cursos de química. ya que al igual que en la física se reduce a una fórmula matemática las propiedades de un fenómeno.

Además de las matemáticas se vinculan los contenidos de los programas de química con otras asignaturas como son: física, biología, filosofía, computación, y en su momento con asignaturas propias a la especialización.

¿Qué actitud asumen los jóvenes en los diferentes curso de química?

Como lo mencioné al inicio de la propuesta, la mayoría de los alumnos que toman los diferentes cursos de química, presentan rechazo y aversión por el estudio de esta ciencia, esto conlleva a un alto porcentaje de reprobación.

Los cuatro programas de química de los CECyT's son muy amplios y cargados de conceptos abstractos, que muchos de los alumnos no logran comprender y mucho menos manejar. Como mencioné anteriormente, los profesores que impartimos esta asignatura estamos más preocupados en abarcar la teoría, que en relacionar la química con el entorno.

Existe entre los profesores de química del NMS un resistencia al cambio de los contenidos -se argumenta que todo es importante y que no se deben reducir los temas que conforman los programas-, pero analizado los negativos resultados obtenidos en las dos últimas décadas, debemos romper esquemas e iniciar cambios de fondo.

No soy la primera que hace esta propuesta, sino que existen otras similares hechas por docentes mexicanos y extranjeros, que piensan que es indispensable cambiar el enfoque que tienen hoy en día los programas de

química del NMS. Por ejemplo el profesor de química Glenn Crosby de la Universidad de Washington, al respecto nos dice: "ya no es tiempo de modificar el currículo de Química General, es tiempo - afirma - de demolerlo y empezar todo de nuevo"<sup>33</sup>

El profesor Kelter de la Universidad de Wisconsin en Oshkosh comenta:

**Queremos que nuestros cursos generales le proporcionen al estudiante bases firmes para continuar una carrera en química. Incluimos un poco de todo y cometemos un error. Para los alumnos que van a seguir una carrera científica, e incluso para el que va a estudiar una ciencia diferente a la química, este método es erróneo porque la aventura en este mundo esotérico, no le va a ayudar en nada a tomar alternativas racionales en asuntos cotidianos que involucran la ciencia**<sup>34</sup>

**- Y agrega- para el que sí va a estudiar química, es todavía más dañino. Necesitamos químicos con capacidad de liderazgo, de establecer metas y que puedan ayudar a los no científicos a entender la ciencia y su impacto social. No necesitamos químicos que, debido a su entrenamiento encasillado, no tengan la habilidad de establecer los parámetros científicos y sociales en los que debe enmarcarse la ciencia**"<sup>35</sup>

El Dr. Andoni Garritz, profesor de la Facultad de Química de la UNAM nos lanza esta pregunta:

---

<sup>33</sup> Kelter, Paul, "*Razones por lo que la Enseñanza de las Ciencias Debe Cambiar*", en *Revista de Educación Química* ", vol. 3 Num. 2 UNAM ,México, Abril de 1992, pág. 129

<sup>34</sup> *Ibidem* pág. 130

<sup>35</sup> *Ibidem*

**¿No sería mejor orientar la educación media y media superior hacia temas como los siguientes, en los que la química puede emplearse para mejorar la calidad de vida? El vestido , la alimentación, el medio ambiente, la contaminación de aire, suelo y agua, y las formas de revertirla, la conservación de la salud, el abasto energético, sus alternativas y ahorro, la vivienda, el transporte etc.**

**-Y agrega- se requiere integrar un gran proyecto de replanteamiento educativo de la química a todos los niveles. Así, de no iniciarse un esfuerzo amplio y concentrado, no habría futuro para nuestra ciencia, porque no habremos sabido dotar a nuestro pueblo de la cultura química necesaria”<sup>36</sup>**

La profesora Gisela Hernández M. de la Facultad de Química de la UNAM, consciente de esta problemática, muestra una propuesta para elaborar programas de química a nivel Bachillerato, y lo hace a partir de temas de interés para el alumno, temas, con la posibilidad de cubrir los contenido de química, pero de una manera amena, dado que están relacionados con el mundo cotidiano de él, y por ende no le resultarán ajenos.<sup>37</sup>

Uno de los ejemplos que propone es el tema de química y salud, y al abordarlo nos indica que podemos tratar conceptos como acidez y basicidad, soluciones amortiguadoras, pH de la sangre. Al mismo tiempo se puede hacer mención sobre la composición de antiácidos comerciales, reforzando de esta manera la nomenclatura.<sup>38</sup>

---

<sup>36</sup> Gamitz, A... "En Busca de un Macropoyecto Preuniversitario de la Química" .en Revista de Educación Química ,vol. 3 Num. 2 ,UNAM , México, 1992 Pág. 83.

<sup>37</sup> Gisela Hernández M., Gisela, "La Enseñanza de la Química en el Nivel Medio Superior. Reflexiones y Propuestas", en Revista de Educación Química ,Vol. 4 Num 2, México, UNAM, Abril 1993. Pág. 88

<sup>38</sup> *Ibidem*. Pág. 89

Los 90's ha sido una década de propuestas de deconstrucción-construcción de los programas de química a nivel bachillerato, tanto en nuestro país como en otros países de América, algo se ha logrado, al incluir temas relacionados de la química con la vida cotidiana, pero se han incluido, casi sin alterar lo ya existente, y como lo mencioné anteriormente, son programas tan extensos, que la mayoría de los profesores abordamos los contenidos teóricos, y hacemos a un lado por falta de tiempo los temas que relacionan la química con el entorno.

Es necesario, buscar una nueva organización para los programas de química, con unos contenidos que dote a los alumnos de la cultura química necesaria para entender su impacto social, no debemos aferrarnos a los contenidos que abordamos hoy en día, no están alcanzando los objetivos deseados.

Debemos, tanto profesores de química de los CECyT's como de las escuelas superior del IPN (ESIQIE Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas y ENCB Escuela Nacional de Ciencias Biológicas), en conjunto, delimitar los conocimientos que el alumno del NMS debe aprender, para que pueda realizar una primera síntesis interpretativa de su entorno. Hablamos de QUÉ ENSEÑAR. No se deben elaborar programas encaminados sólo a los que van a elegir una carrera en el área de química, sólo uno de cada veinticinco alumnos eligen una licenciatura en esta área, olvidamos que en el Nivel Medio Superior, se le proporciona al alumno una formación integral más que propedéutica. Pienso que contenidos de los programas de química demasiado abstractos, se deben abordar en el nivel superior

El Dr. Gerritz, nos dice, que un objetivo plausible para el Nivel Medio Superior sería:

**Lograr que el joven realice una primera síntesis personal y social, que le permita definir con acierto su futura profesión y**

**comprender, hasta donde le sea posible, la naturaleza, su sociedad y su tiempo.<sup>39</sup>**

Con ello piensa que la educación en lo referente a la química no se empobrece, sino que en lo general la educación buscaría formar sujetos cultos, justos y emancipados, para que puedan tomar las riendas de sus propias vidas de manera autónoma y responsable.

Si bien en esta tesis, propongo que se deben replantear totalmente los contenidos de los programas de química, también otra de mis propuestas es introducir al alumno al estudio de la historia de la química desde un enfoque crítico, llevarlo a la reflexión de que no hay tal método científico como nos lo muestran en los libros de texto, sino que los científicos han hecho uso de su imaginación e intuición para llegar a sus resultados.

Propongo, que se elaboren antologías de la historia de la química, que contengan los procesos de producción de los conocimientos que se están abordando en los programas, haciendo hincapié en las capacidades relativas al pensamiento divergente, pensamiento como el de Lavoisier, químico que abandonó la manera tradicional del ver el mundo de sus contemporáneos y lo sustituyó por otro, incompatible con la anterior, con este estudio, el alumno irá descubriendo otras maneras de considerar los problemas que aparecen en los libros de texto, y podrá encontrar también, problemas, conceptos y normas de solución que dentro del campo de química, han sido descartados y sustituidos por otros.

### **3.3.4 ELABORACIÓN DE SITUACIONES DE APRENDIZAJE.**

Si el aprendizaje se concibe como un proceso, como algo que se construye, es necesario seleccionar las experiencias idóneas para que el alumno opere sobre el conocimiento y en consecuencia, el profesor deje de ser el

---

<sup>39</sup> Garritz "En Busca de un...", *Op. Cit.* Pág. 83.

mediador entre el conocimiento y el grupo, para convertirse en un promotor de aprendizajes a través de una relación más cooperativa.

Para lograr lo anterior en los talleres de profesionalización de la Docencia se propone organizar las actividades de aprendizaje de acuerdo a tres momentos metodológicos, los que a su vez se relacionan con toda forma de conocimiento, que son: <sup>40</sup>

A: Una primera aproximación al objeto de conocimiento.

B: Un análisis del objeto para identificar sus elementos, pautas e interrelaciones.

C: Un tercer momento de reconstrucción del objeto de conocimiento, producto del proceso que se ha seguido.

Correspondiendo a estas distintas fases del conocimiento diferentes procedimientos de investigación o actividades, como son: observación, descripción, experimentación, comparación, inducción, deducción, análisis, síntesis y generalización. Estos tres momentos metodológicos aplicados a la organización de situaciones de aprendizaje son denominados: de apertura, de desarrollo y de culminación.

Las actividades de apertura estarían encaminadas básicamente a proporcionar una percepción global del fenómeno a estudiar (tema o problema), lo que implica seleccionar situaciones que permitan al estudiante vincular experiencias anteriores con la primera situación nueva de aprendizaje. Esta síntesis inicial (general y difusa) representa una primera aproximación al objeto de conocimiento.

Las actividades de desarrollo se orientarán, por un lado, a la búsqueda de información en torno al tema o problema planteado desde distintos puntos de

---

<sup>40</sup> Taller de *Instrumentación Didáctica Para Programas de Tercer Semestre*, DEMS-IPN, Julio-Agosto, México, 1995. Pág. 15.



vista, y por otro, al desarrollo del trabajo con la información obtenida, lo que significa hacer un análisis amplio y profundo, y arribar a síntesis parciales a través de la comparación, confrontación y generalización de la información. Estos procesos son los que permiten la elaboración del conocimiento.

Las actividades de culminación estarían encaminadas a reconstruir el objeto de conocimiento en una nueva síntesis (obviamente distinta cualitativamente a la primera). Creemos importante señalar que esta síntesis no es final, sino que a su vez se convertirá en síntesis inicial de nuevos aprendizajes.

Dado el carácter integrador de las actividades de aprendizaje, su selección debe apearse a ciertos criterios. Algunos ejemplos son los siguientes:<sup>41</sup>

- Determinar con antelación los aprendizajes que se pretenden desarrollar a través de un plan de estudios en general y de un programa en particular.
- Tener claridad en cuanto a la función que deberá desempeñar cada experiencia de aprendizaje.
- Que estas experiencias promuevan el aprendizaje de ideas básicas o conceptos fundamentales.
- Incluir diversas actividades de aprendizaje: lectura, redacción, observación, investigación, análisis, discusión, etc; y diferentes tipos de recursos: bibliográficos, audiovisuales, modelo reales, etc.
- Incluir formas metodológicas de trabajo individual alternado con el de pequeños grupos y sesiones plenarias.
- Favorecer la transferencia del conocimiento a diferentes tipos de situaciones que los estudiantes deberán enfrentar en la práctica profesional.

---

<sup>41</sup> *Ibidem*. Pág. 15-16.

- Las experiencias de aprendizaje deben ser apropiadas al nivel de madurez y experiencias previas, características generales del grupo, etc.

Como se puede observar en esta perspectiva, el aprendizaje es concebido como un proceso que manifiesta constantes momentos de ruptura y reconstrucción, de aquí la gran importancia de las situaciones de aprendizaje como generadoras de experiencias que promueven la participación activa de los alumnos.

Si bien, para desarrollar las situaciones de aprendizaje, me baso en la propuesta elaborada para los Talleres de Instrumentación Didáctica Para Programas de Tercer Semestre del Modelo Educativo "Pertinencia Y Competitividad", es necesario para mí, hacer la siguiente aclaración: La enseñanza de la química en el laboratorio no está a discusión, por ser una ciencia teórico-experimental, los programas de química contemplan, que por cada hora de teoría, se imparta una hora de laboratorio. En el laboratorio los alumnos manipulan materiales de laboratorio, observan, mezclan, filtran, miden temperaturas, elaboran gráficas, sacan promedios, titulan, etc. Sin embargo, podría uno preguntarse si son realmente alumnos activos desde el punto de vista cognoscitivo.

Cuando se habla de actividad cognoscitiva no se alude a la acción física, sino a una acción de carácter psicológico tendiente a otorgar significados.

En este sentido, una propuesta de enseñanza es activa cuando favorece la construcción de nuevos significados en los alumnos y esto lo debemos evaluar los profesores.

Otra de las observaciones que me interesa hacer, es que la enseñanza de la ciencia nos lleva a "transmitir" algunos conocimientos y resalto la palabra "transmitir", porque considero -y esto lo concluyo por mis años de experiencia docente- que existen al interior de la química conocimientos tan

abstractos, que el alumno no descubre ni construye espontáneamente, sino que es indispensable la guía adecuada del profesor.

Los científicos inventan conceptos como potencial hidrógeno (pH), cero absoluto, entalpía, etc. , conceptos que son utilizados como marcos de referencia para realizar comparaciones y explicar ciertos fenómenos. Estos conceptos son para muchos de nuestros alumnos tan abstractos, que necesitan la ayuda del profesor para poder comprenderlos y manejarlos. Por lo que pienso que el profesor de química, debe ser lo suficientemente hábil para manejar diversos recursos pedagógicos, y así, lograr que sus alumnos se apropien de esos conocimientos.

### **3.3.5 PROBLEMÁTICA DE LA EVALUACIÓN EN LA DIDÁCTICA CRÍTICA.**

La evaluación, no obstante su importancia y trascendencia en la toma de decisiones del acto docente, así como en las propuestas de planes y programas de estudio, históricamente ha cumplido fundamentalmente el papel auxiliar en la tarea administrativa de las instituciones educativas, es decir en la certificación de conocimientos a través de la asignación de calificaciones.

La concepción de evaluación que se propuso en la elaboración de programas para el modelo constructivista es la siguiente:

La evaluación dentro del proceso enseñanza-aprendizaje está dada por una valoración continua a lo largo de todo el proceso, a fin de determinar hasta qué punto se está cumpliendo con los propósitos y objetivos de la enseñanza; valoración que posibilita la realización de los ajustes necesarios en el desarrollo del mismo. Si la evaluación ha de cumplir diferentes funciones, es lógico hablar de distintos tipos de evaluación.

Actualmente se consideran tres: diagnóstica, formativa y sumaria, que es una categorización útil para orientar el trabajo en el aula.

Mencionaremos a continuación los elementos fundamentales de cada tipo de evaluación.<sup>42</sup>

A. Evaluación diagnóstica.- Es la que se realiza antes de iniciar una etapa de aprendizaje (un curso, una unidad, un tema), con objeto de verificar el nivel de preparación de los alumnos para enfrentarse a las tareas que se espera sean capaces de realizar.

Evaluación formativa.- Es la que se realiza durante el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje para localizar las diferencias cuando aún se esta en posibilidad de remediarlas.

C. Evaluación sumaria.- Es la que se realiza al término de una etapa de aprendizaje (un curso, una unidad, un conjunto de unidades, un tema), para verificar los resultados alcanzados.

Así, la evaluación se plantea como una revisión constante del proceso grupal, sin embargo debe reflexionarse, sobre cómo llegar de la evaluación a la acreditación, pues esta última hace referencia a la tarea de constatar ciertas evidencias de aprendizaje relacionadas con los aprendizajes fundamentales que se plantean en un curso.

Debe recalcar que el examen concebido como criterio único de evaluación, tal como se elabora y aplica actualmente, no es el medio idóneo para verificar el aprendizaje, por lo cual se sugiere que en el plan de evaluación no sólo se contemple el examen sino que se consideren otros instrumentos de evaluación.

Como se puede observar en la propuesta anterior, la evaluación analiza el proceso de aprendizaje en su totalidad y rompe con esquemas referenciales rígidos encauzando a los alumnos a nuevas construcciones del conocimiento.

---

<sup>42</sup> *Ibidem.* Págs. 17-18

## CONCLUSIONES

A pocos años del tercer milenio, parece anacrónico argumentar a favor de la enseñanza de la química en el Nivel Medio Superior. Sobre todo, si tomamos en cuenta que más de la mitad de los conocimientos que integran el *corpus* del saber de la química actual se produjeron en el siglo XX.

La vertiginosa producción de conocimientos científicos operada en este siglo ha coincidido temporalmente con el debate teórico en el área de la didáctica de las ciencias naturales, pues la enseñanza de dichas ciencias pasó a ser objeto de reflexión a partir de los años 50. Esto nos lleva a pensar que es una área teórica relativamente nueva y que, en virtud de ello, presenta múltiples problemáticas que se hallan, aún hoy, en debate.

En el citado período se produjeron también teorías psicológicas que brindaron nuevos marcos explicativos del desarrollo cognitivo de adolescentes y del proceso de aprendizaje.

En la actualidad la enseñanza de las ciencias naturales en los CECyT's del IPN se basa en la psicología constructivista desarrollada por Piaget, Ausubel, Bruner y Gagne entre otros. Aunque esta propuesta ha superado la realizada por la psicología conductista de la Tecnología Educativa, es necesario hacer hincapié, que existe al interior de la química conceptos demasiado abstractos que el alumno no construye ni descubre espontáneamente.

Si bien en estos últimos años hemos tenido un gran avance científico, las aportaciones que a ello, han hecho científicos

mexicanos, han sido mínimas, comparadas con las aportaciones que han realizado científicos del primer mundo. Esto nos ha convertido en un país dependiente en ciencia y tecnología.

Es necesario que replantemos en este nivel de escolaridad la enseñanza de la química, por ello mi interés en elaborar una propuesta didáctica para la enseñanza de esta ciencia.

Abro, en esta propuesta dos líneas de investigación que ayudarían al estudio de la química en el espacio donde desempeño mi quehacer docente.

La primera propuesta consiste en hacer un esfuerzo amplio y concentrado, para deconstruir-construir los programas de química de los CECyT's, delimitando lo que el alumno de este nivel debe aprender, para lograr la formación de ciudadanos interesados en esta ciencia, capaces de opinar, de tomar decisiones responsables y fundamentales en todo lo referente a la química, como el cuidado del medio ambiente y el uso inteligente de sus productos, así como despertar el interés para que más alumnos ingresen a licenciaturas en esta área.

La mayoría de los profesores de química, estamos de acuerdo en la necesidad de favorecer el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión de la importancia de la química en nuestro mundo; sin embargo, los contenidos de nuestros cursos y nuestro estilo de enseñanza no reflejan esta necesidad.

En segundo lugar, propongo la elaboración de antologías de la historia de la química alusivas a los temas de los programas de química, con el objeto de romper con el único esquema de pensamiento convergente en el estudio de esta ciencia y enseñar a pensar al alumno estos temas en forma divergente.

Con el estudio de la historia de la ciencia y analizando las formas de pensar de hombre como Newton o Lavoisier, comprenderemos mejor los contenidos de los programas de química y nos adentraremos a los diferentes métodos que los científicos han utilizado para construir el *corpus* de conocimientos de la química, también estas lecturas, le servirán al alumno para establecer un marco de referencia que le permita comprender la lógica de construcción de la disciplina.

Es necesario contar con el material humano para construir ciencia y tecnología para poder alcanzar un mejor nivel de vida y como lo mencioné desde el inicio de éste trabajo, **la solución se encuentra en la educación.**

## BIBLIOGRAFÍA

- Abraham Nazif, Mirtha, "*Reflexiones Sobre los Principales Planteamientos Curriculares Actuales*", Documento No Publicado., México, 1998.
- Bachelard, Gaston, "*Epistemología*", Editorial Anagrama, Segunda Edición, Barcelona, 1989.
- Bachelard, Gaston. "*La Formación del Espíritu Científico*", Editorial Siglo XXI, Onceava Edición, México, 1983.
- Barco, Susana, Antididáctica o Nueva Didáctica, en "*Crisis en la Didáctica*", Aportes de Teoría y Práctica de la Educación en Revista de Ciencias de la Educación, Argentina, 1975.
- Bernal, John D., "*La Ciencia en la Historia*", Editorial Nueva Imagen, México, 1979.
- Bertrand Russell "*La Perspectiva Científica*" Editorial Sarpe Madrid 1983.
- Bertrand Russell "*Religión y Ciencia*" Editorial F.C.E. Séptima Edición México 1992.
- Coll, César, et. Al. "*Aprendizaje Significativo y Ayuda Pedagógica*", en Reforma y Curriculum, Cuadernos de Pedagogía no. 168 Editorial, Fontalba, S.A. Barcelona, 1990.
- Díaz Barriga, Ángel, "*Ensayos Sobre la Problemática Curricular*", Editorial Trillas, Cuarta Impresión, México, 1991.



- Estrada Olguin, Roberto, "*La Hermeneutización de la Filosofía de la Ciencia*", Tesis de Maestría en Filosofía de la Ciencia, UNAM, México, 1997.
- Flores, T, "*Química*" Editorial Publicaciones Culturales, Segunda Edición, México , 1992.
- Garriz, A., "*En Busca de un Macroproyecto Preuniversitario de la Química*", En Revista de Educación Química ,Vol. 3 Número 2, UNAM, México, 1992.
- Garriz, A. "*Química*", Editorial Addison Wesley, México, 1994.
- Gil, Oliva. "*Crítica de la Razón Didáctica*", Editorial Playor España, 1990.
- Giroux, H. A., "*Los Profesores Como Intelectuales*", Hacia una Pedagogía Crítica del Aprendizaje, Editorial Paidós , México, 1990.
- Giroux, H: A: , "*Hacia una Nueva Sociología del Curriculum*", Didáctica y Práctica de la Racionalidad I, (En torno al curriculum.), Antología de la ENEP-ARAGÓN ,UNAM, 1990.
- Gortari, Eli de, "*7 Ensayos Sobre la Ciencia Moderna*", Editorial Grijalbo, México, 1978.
- Grundy ,"*Producto o Praxis del Curriculum*", Editorial Morata, España, 1991.
- Gutiérrez Pantoja, Gabriel, "*Metodología de las Ciencias Sociales II*", Editorial Harla, México, 1986.
- Hernández, Gisela., "*La Enseñanza de la Química en el Nivel Medio Superior. Reflexiones y Propuestas*", En

Revista de Educación Química Volumen 4  
Número 2, UNAM, México, Abril 1993.

Isabel Solé "*Bases Psicopedagógicas de la Práctica Educativa*" en Teresa Mauri et. al. El Currículum en el Centro Educativo. Cuadernos de Educación. Ediciones ICE/HORSORI Barcelona España 1990.

J. Furlang, Alfredo J., "*Notas y Claves Para una Introducción en la Cuestión Curricular,*" Curriculum en Didáctica y Práctica de la Especialidad I (en torno al currículum), Antología de la ENEP ARAGÓN, UNAM, México, 1991.

Jorge A. Serrano "*Filosofía de la Ciencia*" Editorial Trillas Segunda Edición México 1992.

Ketler Paul, "*Razones por lo que la Enseñanza de la Ciencia Debe Cambiar*", en Revistas de Educación Química Volumen 3 Número 2, UNAM, México , Abril 1992.

Kuhn Thomas S., "*La Estructura de las Revoluciones Científicas*", Editorial F.C.E., México, 1976.

Kuhn, Thomas S., "*La Tensión Esencial*", Editorial F.C.E., Tercera Edición, México, 1996.

Maksabedián, Jorge , "*El Método de la Física*", Editorial I.P.N., México, 1982.

Mardones - Ursua. "*Filosofía de las Ciencias Humanas y Sociales, Materiales para una Fundamentación Científica*", Editorial Fontarama, Segunda Edición, México, 1988.

Modelo Educativo NMS-IPN "*Pertinencia y Competitividad*",  
I.P.N., México, 1994.

Morán O, Porfirio, "*Instrumentación Didáctica*", en  
Fundamentación de la Didáctica, Ediciones  
Gernika, México, 1988.

Programa de *Química Fundamental*, IPN, México, Agosto  
1995.

Sacristán, Gimeno J., "*El Curriculum: Una Reflexión Sobre la*  
*Práctica*", Edit. Morata, Cuarta Edición, España,  
1994.

Taller de *Instrumentación Didáctica Para Programas de*  
*Tercer Semestre DEMS-IPN* Julio-Agosto 1995.

Thullier Pierre "*De Arquímedes a Einstein. Las Caras Ocultas*  
*de la Investigación*" Editorial Alianza. Primera  
Edición México 1991.