

00357
2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

IMPORTANCIA DE LA GENETICA COMO TRANSMISORA DE
VALORES EN LA ESCUELA SECUNDARIA MEXICANA

T E S I S

QUE. PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS
(ENSEÑANZA E HISTORIA DE LA BIOLOGIA)
P R E S E N T A :
OFELIA CORTES MIRANDA

DIRECTORA DE TESIS: DRA. ANA BARAHONA ECHEVERRIA

MEXICO, D. F.

SEPTIEMBRE 2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PAGINACIÓN DISCONTINUA



INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y
CENSO

FACULTAD DE CIENCIAS

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
COORDINACIÓN**

OFICIO FCIE/PCB/404/2002

ASUNTO: Asignación de sinodales

DRA. ANA ROSA BARAHONA ECHEVERRIA

Presente.

Por este conducto me permito comunicarle que ha sido ratificado(a) como Director(a) de Tesis del(a) alumno(a) BIOL. OFELIA CORTES MIRANDA, quién desarrolló el trabajo de tesis titulado: IMPORTANCIA DE LA GENÉTICA COMO TRANSMISORA DE VALORES EN LA ESCUELA SECUNDARIA MEXICANA.

Así mismo, comunico que el Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada en su sesión del 29 de abril del año en curso ha designado a los siguientes sinodales para dictaminar si el trabajo que ha desarrollado como tesis el(a) alumno(a) antes mencionado(a) tiene los méritos para obtener el grado de MAESTRO(A) EN CIENCIAS (ENSEÑANZA E HISTORIA DE LA BIOLOGÍA).

CARGO	GRADO,	NOMBRE COMPLETO
PRESIDENTE	: DRA.	ROSARIO RODRIGUEZ ARNAIZ
PRIMER VOCAL	: DRA.	ANA ROSA BARAHONA ECHEVERRIA
SEGUNDO VOCAL	: DR.	ISMAEL LEDESMA MATEOS
TERCER VOCAL	: DR.	MIGUEL ANGEL CAMPOS HERNANDEZ
SECRETARIO	: MED. CIR	CARLOS VIESCA TRIVINO
SUPLENTE	: DRA	EDNA MARIA SUAREZ DIAZ
SUPLENTE	: M. EN C.	MARIA ALICIA VILLELA GONZALEZ

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarles un cordial saludo.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
 Cd. Universitaria, D. F., a 28 de Mayo de 2002

COORDINADORA

DRA. TILA MARIA PEREZ ORTIZ

TMPOASR1pp3



B

AGRADECIMIENTOS:

A todos aquellos que de alguna manera tuvieron que ver con la realización del presente trabajo.

A la UNAM, porque a través de ella he podido formarme como profesionista pero también como ser humano.

A mis compañeros del área de Filosofía e Historia de la Biología, ya que su compañía y apoyo moral fue muy importante sobre todo en aquellos momentos en que todo parecía confuso e irrealizable.

A los miembros de mi jurado, muy especialmente a aquellos que tuvieron el interés y paciencia de corregir paso a paso cada uno de los escritos y por sus valiosas reflexiones y sugerencias.

A Ana, la Doctora, pero también la mujer que sabe esperar cuando las necesidades así lo requieren.

A Diana, Arlene y Ramón por su compañía, cariño y apoyo constante.

**EL PRESENTE TRABAJO ES UNA TESIS CON UN PUNTO DE
VISTA EDUCATIVO QUE SE APOYA EN ELEMENTOS
FILOSÓFICOS, PEDAGÓGICOS, HISTÓRICOS Y SOCIOLÓGICOS
PARA HACER UN ANÁLISIS DIDÁCTICO DE LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA Y DEL PAPEL QUE JUEGA LA
GENÉTICA COMO TRANSMISORA DE VALORES EN EL ÁMBITO
DE LA ESCUELA SECUNDARIA MEXICANA**

IMPORTANCIA DE LA GENETICA COMO TRANSMISORA DE VALORES EN LA ESCUELA SECUNDARIA MEXICANA

Introducción	
1. Qué es la Biología	5
1.1 Qué es la Evolución	9
1.2 Qué es la Genética	14
2. Desarrollo histórico de la Genética en México	31
3. Importancia de la enseñanza de la Ciencia	38
3.1 Importancia de la enseñanza de la Biología	60
3.2 Importancia de la enseñanza de la Evolución y de la Genética	63
4. Fundación y desarrollo de la escuela Secundaria Mexicana.	70
4.1 Problemática actual de la escuela Secundaria Mexicana	83
5. Importancia de la transmisión de valores y actitudes en el ámbito escolar	88
5.1 Importancia de los valores en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias	94
5.2 Medios utilizados para la transmisión de valores en la educación	101
5.3 Valores expresados a través de la enseñanza de la genética	110
5.4 Forma en que son presentados los conocimientos referentes a la genética	123
6. Análisis de los Programas de Estudio de Biología en la escuela Secundaria	136
7. Discusiones	152
7.1 Conclusiones	181
Bibliografía	194
Anexo	

E

IMPORTANCIA DE LA GENETICA COMO TRANSMISORA DE VALORES EN LA ESCUELA SECUNDARIA MEXICANA

Introducción

La biología comprende todas las disciplinas dedicadas al estudio de los organismos vivos (sus patrones y procesos), por lo que se le ha llamado la ciencia de la vida. La biología tiene un amplio rango de aplicación práctica: en la medicina, la salud pública, la agricultura, la oceanografía, la biotecnología, etc. Por lo que el aprendizaje de la biología es primordial para el ser humano desde el nivel básico de estudios, ya que éste le permite conocer más sobre sí mismo y su entorno. Le proporciona además herramientas básicas como la capacidad de observación, comparación, descripción o análisis y manipulación de herramientas y artefactos que amplían las capacidades del ser humano, todo esto guiado por un pensamiento ordenado. Dichas herramientas ayudarán en la construcción de una cultura suficiente para enfrentar los cambios que la dinámica social, y personal le deparan a todo individuo en las sociedades actuales.

Debido a la amplia cercanía que tiene la biología con la experiencia directa del ser humano en su actuar cotidiano, su estudio brinda excelentes oportunidades para que conozca y aprenda a atender cuestiones tan importantes como su salud, su higiene, nutrición, su desarrollo físico, el aprovechamiento de los recursos naturales, el deterioro ambiental que viene a redundar en una baja calidad de vida. Con esto se busca que el ser humano común aproveche el conocimiento biológico en su beneficio. El logro de este objetivo en especial en los estudiantes de educación secundaria ayudaría a incrementar su interés por la actividad científica y el conocimiento del mundo vivo, a desarrollar y fortalecer las actitudes de respeto y responsabilidad hacia la naturaleza y hacia sí mismo, con lo que se lograría transmitir valores altamente estimados. Se espera también que además de desarrollar un pensamiento lógico y actitudes flexibles y críticas, pueda adquirir contenidos relevantes para la vida y pueda elaborar pensamientos de manera autónoma.¹

Vivimos en una sociedad en que la ciencia y la tecnología son fundamentales en la vida cotidiana y en el sistema productivo. Por esto es importante que adolescentes y adultos tengan una formación científica adecuada, ya que se espera que de esta manera ellos tomen conciencia de la riqueza de las implicaciones que ésta tiene en su propia formación y en su vida cotidiana.² La adquisición de conceptos científicos así como el conocimiento de los procesos que caracterizan a los seres vivos que el estudiante puede obtener a través del aprendizaje de la biología desde la etapa de la formación básica es muy importante, pero este tipo de aprendizaje debe ser también capaz de brindar conocimientos y herramientas que posean un carácter social, lo que les proveerá

¹ SEP, 1993

² Nieda, J. y Macedo, B, 1997.

de seguridad y de ciertos valores en el momento de debatir temas de importancia actual, los cuales les atañen de manera directa. Estos temas son aquellos que hacen referencia a la aplicación del conocimiento de la genética en la medicina y en la agricultura como: la manipulación de embriones humanos, la clonación de seres vivos, la creación de organismos transgénicos, la manipulación del DNA humano, etc. Pocos avances biológicos han recibido tanta atención fuera de los círculos científicos, como lo han hecho las técnicas llamadas en conjunto: Biotecnología, sólo comparable con las polémicas que lamado la teoría de la evolución.³ Sin embargo existen varios temores al respecto, entre ellos los abusos a que podría conducir la manipulación indiscriminada de los seres vivos de este planeta, sobre todo en el hombre. Y la posibilidad de sobre explotar los recursos naturales de modo insospechado con procedimientos cada vez más ingeniosos pero no del todo seguros. El desarrollo de la llamada *Nueva Genética*⁴ ha impactado de manera importante a la humanidad, las repercusiones que esto tiene en la sociedad son amplias, sobrepasan aquellas de tipo ético y moral. Las que inciden directamente en la formación educativa, científica y humana de los jóvenes estudiantes.

Los valores que se espera que el individuo adquiera a través del aprendizaje en general, le sirven de guía para tomar decisiones particulares en relación con las costumbres y las formas de proceder socialmente, como criterios de lo deseable, además de sentar las bases para aceptar o rechazar normas, actitudes, procedimientos, etc. Es decir, los valores se convierten en criterios para la selección de cierta acción, son además generadores de conductas y elementos centrales en los procesos de comparación moral. Realizan también la función de racionalización de creencias, actitudes y acciones ya que ayudan a mantener o acrecentar la auto imagen.⁵ Como sistema valoral cumplen la función de ser un plan general en la resolución de conflictos y la toma de decisiones: " un sistema de valores es una organización aprendida de principios y reglas que ayudan a escoger entre alternativas, resolver conflictos y tomar decisiones".⁶ Todas las funciones antes citadas se manifiestan en cada individuo grupo o cultura, es en ese ámbito en donde se les da cierto grado de prioridad.

El presente trabajo tiene como **objetivo** conocer cuáles son los valores y actitudes que se han pretendido transmitir a través de las clases de genética, tomando como elementos básicos de análisis los programas de estudio de biología de la escuela secundaria mexicana de 1964 a 1993. Para poder generar una discusión sería acerca de cuáles son los valores deseables que se espera sean adquiridos por los estudiantes de ese nivel, de acuerdo con las necesidades educativas que hoy se presentan como consecuencia del amplio desarrollo de la ciencia y en especial de la Genética. Ya que el nivel básico de estudios se

³ Abrisqueta y Aller, 1988.

⁴ Término acuñado por D. Cumings en 1979, con él quiso significar el desarrollo de las nuevas tecnologías, especialmente del DNA recombinante, para el conocimiento del mapa genético humano y la determinación de la estructura del genoma, con el impacto que estos avances causan en la genética clínica y en otras áreas de la medicina.

⁵ Barba, Bonifacio, 1997.

⁶ Rokeach, 1973; citado por Barba, Bonifacio, 1997.

considera de gran relevancia en la formación cultural, social y humana de los estudiantes.

Es a través de este nivel educativo que se tienen los primeros contactos formales con el conocimiento científico, los cuales en muchas ocasiones son los únicos. Las experiencias, información y valores que de este nivel educativo se deriven podrán orientar el desarrollo de un criterio más informado, y por lo tanto, se espera que los capacite para emitir juicios y decisiones prudentes, adecuadas y maduras con respecto al conocimiento de la genética debido al impacto que esta puede tener en sus vidas, y a las implicaciones de su actual desarrollo.

Con este objetivo es que en el **capítulo 1 se discute ¿Qué es la Biología?**, con la finalidad de conocer el objetivo y la importancia de esta disciplina, así como las preguntas que ha sido necesario desarrollar para aproximarse a su estudio sistemático, las que ayudaron a consolidar a la biología como una ciencia. En el apartado **1.1 se define ¿Qué es la evolución?**, la trascendencia de su estudio, además se hace una breve reseña de su desarrollo histórico con el objetivo de comprender cómo se consolidó dicho conocimiento, ya que constituye una de las bases epistemológicas fundamentales de la biología. En el apartado **1.2 se le da un tratamiento muy semejante a la pregunta ¿Qué es la genética?**, en la parte histórica se trata de hacer notar cuáles fueron las inquietudes que guiaron la experimentación y las discusiones que le fueron dando forma a las teorías que hoy conocemos, así como la diversificación que esta rama de la ciencia ha sufrido debido a la especialización de sus estudios y los avances que esta ha logrado en las últimas décadas. En el **capítulo 2 se habla acerca del Desarrollo Histórico de la genética en México**, con la finalidad de que se comprenda cuál fue la recepción y la repercusión de este conocimiento en áreas como la medicina y la agricultura en nuestro país. Como estos conocimientos al tomar importancia fueron implementados en diversos programas de estudio, entre ellos los de la escuela secundaria.

En el **capítulo 3 se aborda la Importancia de la Enseñanza de la Ciencia**, de la biología. Los problemas que se presentan al tratar de transmitir los conocimientos científicos en el nivel básico de estudios, los modelos de enseñanza que se han adoptado para tal fin. Así como las discusiones que en torno a esto se han generado. Se hace énfasis en el hecho de que a través de la enseñanza de los procesos que caracterizan a los seres vivos es posible también fortalecer ciertos valores, actitudes y habilidades que pueden ayudar a fomentar un cambio de visión que erradique la imagen tradicional de la ciencia, fomentando el respeto a la vida en general. Del mismo modo, los valores, actitudes y habilidades que en esta área se aprendan podrán ser aplicados en otras áreas y situaciones de la vida. En el apartado **3.1 se aborda la Importancia de la enseñanza de la Biología**, ya que su conocimiento es básico en diversos aspectos de nuestra vida. En el apartado **3.2 se da una discusión semejante con respecto a la Importancia de la enseñanza de la evolución y la genética**, ya que ambas nos proporcionan el conocimiento necesario para comprender la amplia diversidad orgánica. El **capítulo 4 trata acerca de la Fundación y Desarrollo de la Escuela Secundaria Mexicana**, señalando los valores y objetivos considerados importantes en ese momento a través de la enseñanza en general. En el apartado **4.1 se analiza su Problemática Actual**, esto ayudará a comprender los problemas que enfrenta la

enseñanza en general y de las ciencias en particular. En el **capítulo 5** **Importancia de la transmisión de valores y actitudes en el ámbito escolar** En el se señala que desde el punto de vista antropológico, los valores y las creencias son la base de los sistemas culturales. Por tanto, a partir de ciertos valores y creencias se condicionan las intenciones que darán paso a un comportamiento deseado en un medio específico. Los valores, comportamientos y actitudes son transmitidos en el aula, dándole a los estudiantes ciertas pautas de comportamiento las cuales comúnmente sirven para que ellos construyan sus propios valores. En el apartado **5.1** se habla acerca de la **Importancia de los valores en la enseñanza aprendizaje de las ciencias**, ya que la ciencia es una actividad muy importante en las sociedad actual. Infiuye en diversos ámbitos, entre los más importantes, el educativo. En el apartado **5.2** se exponen los Medios utilizados para la transmisión de valores en la educación, lo que lleva también a la reflexionar acerca de la neutralidad de la educación y de la escuela como institución educativa. En el apartado **5.3** se hace una discusión acerca de los **Valores expresados a través de la enseñanza de la genética**, por lo que el reduccionismos es discutido ampliamente, así como la ideología implícita en diversos programas de investigación científica. En el apartado **5.4** se discute acerca de **La forma en que son presentados los conocimientos referentes a la genética**, por tal motivo se hace referencia a las ideas eugenésicas, su utilización en diferentes momentos históricos, así como sus repercusiones. Cómo es que éstas ideas han resurgido de cierta manera en las recientes aplicaciones biotecnológicas y cuáles son las decisiones más adecuadas para ser tomadas a este respecto. En el **capítulo 6** se hace el análisis de los Programas de Estudio de Biología, con el objetivo de resaltar los valores y actitudes que han sido considerados importantes para su transmisión a través de la enseñanza de la biología en la escuela secundaria. Finalmente en el **capítulo 7** se da la discusión y en el **capítulo 8** las conclusiones.

1. ¿Qué es la Biología?

De acuerdo con Mayr,⁷ el estudio de la biología enfoca su atención en los patrones y procesos que caracterizan a los seres vivos.

La biología como ciencia trata de responder preguntas como:

¿Porqué los seres vivos son tan diversos? ¿Cuáles son las relaciones que éstos establecen con su medio ambiente? y la importancia de este hecho, ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios de padres a hijos?, etc.

Con la finalidad de contestar estas preguntas es necesario conocer las formas de aproximación al conocimiento biológico que en tiempos pasados coadyuvaron a la consolidación de la biología como ciencia y que actualmente presentan un amplio y expansivo programa de investigación.⁸

Por tanto, en el estudio de esta disciplina se trata de contestar el qué, cuál, cómo y el porqué del mundo vivo.

Debido a que los procesos de los organismos vivos no pueden ser explicados en términos de los fenómenos físicos y químicos, se ha buscado la manera más conveniente de explicar la causalidad en biología, a través del desarrollo histórico de la misma.

Aunque la biología a primera vista sugiere ser una ciencia uniforme y unificada, se ha hecho cada vez más claro, gracias a estudios recientes, que es un área bastante compleja. A tal grado que comprende dos campos de estudio que difieren ampliamente en su metodología y conceptos básicos. A estos campos de estudio se les ha llamado biología funcional y biología evolutiva:

Biología Funcional

Se relaciona con la operación e interacción de elementos estructurales (moléculas, órganos e individuos completos) Es decir, analiza las causas próximas.

La pregunta que utiliza comúnmente es ¿Cómo?, con la finalidad de contestar a esta pregunta el biólogo funcional separa el componente que es su objeto de estudio. De la misma manera, intenta controlar todas las variables posibles hasta quedar lo más clara posible la función del componente. La técnica que utiliza para tal fin es el experimento, aunque esta técnica ha sido considerada como fuertemente simplista, el éxito que ha tenido en áreas experimentales como la biofísica y la bioquímica justifican su uso.

Biología Evolutiva

Es una disciplina unificadora y central en el conocimiento e investigación en la biología contemporánea. Involucra el estudio de los eventos biológicos pasados y presentes. Los fenómenos evolutivos pasados son el objeto de estudio de los paleontólogos y sistemáticos, en tanto que los fenómenos contemporáneos son analizados por los genetistas y ecólogos de poblaciones.⁹ La biología evolutiva

⁷ Mayr, E., 1997.

⁸ Barahona A., Suárez E. y Martínez S., 2000.

⁹ Núñez- Farfán y Eguiarte L., 1999.

contemporánea pretende realizar la fusión entre ambos enfoques. De tal modo que actualmente, los evolucionistas usan tanto datos morfológicos, moleculares y paleontológicos para establecer las relaciones filogenéticas de los organismos o especies para reconstruir el origen de las adaptaciones (también denominadas novedades) ecológicas. O también empleando datos ecológicos y moleculares se pueden hacer predicciones e inferencias sobre procesos de especiación y patrones macroevolutivos¹⁰ (analiza las causas últimas) Una de las preocupaciones prioritarias que guían estos estudios es describir los procesos a través de los cuales los organismos llegan a adquirir o desarrollar cierta adaptación. Es decir, poder explicar la enorme diversidad del mundo vivo.

Presenta como pregunta básica ¿por qué?, la que de acuerdo con Mayr puede también querer decir ¿Cómo fue?, o bien tener el significado finalista ¿Para qué?.

Al tratar de contestar ¿por qué? Se debe tener en mente que, cada organismo es el producto de una larga historia de aproximadamente 3000 millones de años. Por lo que cada organismo con el que se trabaja es un eslabón en la cadena evolucionista, y ninguno de esos eslabones tiene validez permanente.¹¹

Tanto las causas próximas implícitas en la biología funcional como las causas últimas que impregnan la biología evolutiva tienen que ser explicadas e interpretadas para comprender completamente un fenómeno biológico.

Las causas próximas gobiernan las respuestas de los individuos a factores inmediatos del ambiente, en tanto que las causas últimas son responsables de la evolución del programa de información del DNA característico de todos los seres vivos.¹²

En este mismo orden de ideas es que Mayr expresa que un biólogo no puede hacer el mismo trabajo que haría un lógico. El mundo biológico es menos predecible que el mundo físico. Los modelos biológicos necesitan incorporar una gran cantidad de parámetros y variables.

Por esto el análisis de causalidad en biología ha presentado varios problemas, y se ha señalado que existen tres elementos básicos que deben tomarse en cuenta en cualquier discusión sobre causalidad:

- 1) explicación de los sucesos del pasado (causalidad *a posteriori*)
- 2) predicción de hechos futuros
- 3) interpretación de fenómenos teleológicos (dirigidos a una meta)

Una discusión muy importante que se aborda también en el estudio de la biología es aquella que trata de definir qué es vida. La elucidación de esa entidad que llamamos vida ha sido uno de los mayores objetivos de la biología. El problema aquí es que la palabra "vida" sugiere alguna cosa, una sustancia o fuerza. Por centurias los filósofos y los biólogos han tratado de identificar esa sustancia de vida o fuerza vital, pero aún no lo han logrado. En realidad las conclusiones a este respecto han apuntado hacia la afirmación de que ésta no existe como una entidad independiente.¹³

¹⁰ Ibid, 1999.

¹¹ Mayr, E, 1982.

¹² Ibid, 1982.

¹³ Mayr, E, 1997.

Una de las definiciones dadas por la ciencia es que un ser vivo es aquel que presenta capacidad de reproducirse, metabolizar, crecer, tener un sistema genético que garantice la transmisión de los rasgos hereditarios, etc. Sin embargo al tratar de establecer cuáles son las características que definen lo vivo, se ha encontrado que esto trasciende el ámbito científico llegando a convertirse también en una cuestión filosófica y moral. Este problema no ha sido resuelto completamente.

Características de los seres vivos:

Los seres vivos son altamente complejos, esto es, los seres vivos se caracterizan por poseer una organización notablemente compleja que les permite reaccionar ante diversos estímulos así como intercambiar energía. De este modo, los sistemas biológicos son, en varios ordenes de magnitud, más complejos que cualquier sistema no biológico.

Todos los organismos presentan un programa genético, el que ha evolucionado a través del tiempo y se codifica en la estructura molecular del DNA. A través del programa genético se incorporan las experiencias de los ancestros.

Es necesario señalar que es precisamente la variabilidad y complejidad del mundo biológico las que han determinado que el concepto de ley haya desaparecido de la biología contemporánea.

Ya se señaló que el mundo biológico es menos predecible que el mundo físico, ya que existe una gran diversidad de las fuerzas biológicas a diferencia las físicas, cuyo ámbito es mucho más preciso.

Por otra parte, la biología cuenta con varias formas características de explicación, una de ellas es la narrativa. De tal modo que, las teorías biológicas son generalizaciones de explicaciones limitadas y frecuentemente llenas de excepciones, pero hasta ahora ha demostrado ser el medio más idóneo.

El proceso de constitución de la biología se inició en el siglo XIX. Sus paradigmas fundamentales son: la teoría celular de Schleiden y Schwann (1838), la teoría de la evolución de Darwin (1859), la teoría de la homeostasis de Bernard (1878), así como la teoría de la herencia de Mendel (1866)

La Biología en sus inicios carecía de unidad, por lo tanto no era posible hablar de una ciencia autónoma. Su articulación o unificación como ciencia se logró gracias a la teoría de la evolución, ya que introdujo una causalidad biológica especial, por lo que la teoría de la evolución fue reconocida como la "teoría unificadora de la biología".¹⁴

La unificación de una ciencia implica su consolidación y su institucionalización. La organización de la biología en los Estados Unidos de América se inició en 1889¹⁵. La dificultad por unificar a la biología fue tan fuerte que dicha tarea se abandonó en 1923. En ese entonces el carácter científico de la biología fue cuestionado fuertemente, por lo que a dicho campo de conocimiento se le relacionaba con el pensamiento vitalista, se decía que tenía una metodología poco rigurosa, lo que promovía la presencia de serias especulaciones. Posteriormente, en 1950 la

¹⁴ Mayr, E., 1988.

¹⁵ Ledesma Mateos, 1998.

organización de las ciencias biológicas fue profundamente transformada y con esto se logró también la unificación de la biología. La fundación del American Institute of Biological Science, en 1947, fue un indicador decisivo de que la biología se había convertido por fin en una ciencia totalmente unificada. La biología es una ciencia joven, que se desarrolló primordialmente durante el siglo XIX. Actualmente es una ciencia con mayor significado e influencia en lo social, que otras ciencias. Sus hallazgos frecuentemente influyen en concepciones filosóficas, así como en la ética y en la moral de las sociedades humanas. Ahí también reside su importancia.

1.1 ¿Qué es la Evolución?

La biología evolutiva puede ser definida como el campo de conocimiento científico que estudia los cambios en las frecuencias génicas de los organismos de una población en un tiempo determinado. Es decir, los cambios heredables que han sufrido las especies a lo largo del tiempo.

Theodosius Dobzhansky la definió como "un cambio en la composición genética de una población", dicho de esta manera, parecería un hecho mucho más sencillo de lo que realmente es, ya que en el proceso de la evolución intervienen varios eventos complejos como es la variación, la divergencia de caracteres, la adaptación, la lucha por la existencia, la especiación y la extinción.

Dobzhansky, señaló en 1977 que "*Nada en biología tiene sentido, excepto a la luz de la evolución*". Desde entonces la teoría de la evolución tuvo influencia en otras disciplinas biológicas como la embriología, la bioquímica, la sistemática, la genética, la fisiología y la ecología.¹⁶

La importancia de la evolución reside en ser el conocimiento más global e integrador de la biología y constituye una de las bases epistemológicas fundamentales, porque mediante el estudio de sus procesos se puede llegar a la comprensión de los conceptos que forman el paradigma evolutivo.

La razón por la que a la teoría de la evolución se ha designado como la máxima teoría unificadora de la biología se debe a que no hay campo de la biología en el cual esta teoría no haya servido como principio ordenador. Dicha teoría organizó hechos como la diversidad de los organismos, las semejanzas y diferencias entre ellos, las pautas de distribución y conducta, la adaptación y la interacción.

A medida que ha pasado el tiempo esta teoría ha cobrado mayor importancia.

La teoría moderna de la evolución fue fundada por Charles Darwin en 1859, por lo que este hecho ha sido considerado como una gran revolución intelectual. A este respecto Ayala expresa que Darwin completó la revolución copernicana, la cual abarcó los siglos XV al XVII con los descubrimientos de Copérnico, Galileo y Newton, los que marcaron los principios de la ciencia moderna.¹⁷

Darwin demostró que las especies evolucionan, es decir, que los seres vivos incluyendo al hombre, son descendientes de antepasados diferentes a ellos y que los seres vivos están relacionados entre sí porque tienen antepasados comunes.

Elaboró una explicación causal del origen de los organismos; la teoría de la selección natural, con lo que extendió al mundo orgánico la noción de que los fenómenos naturales pueden ser explicados como consecuencias de leyes inmanentes, sin necesidad de postular agentes sobrenaturales. Es decir, todos los fenómenos del mundo de la experiencia externa están al alcance de las explicaciones científicas, que dependen exclusivamente de las causas naturales.¹⁸

¹⁶ Ayala, Francisco, 1987, en Barahona Ana. y Piñero D, 1994

¹⁷ Ayala, Francisco, 1994.

¹⁸ Antes de Darwin la adaptación y la diversidad de los seres vivientes eran aceptadas como hechos sin explicación, o bien eran atribuidas a la sabiduría omnisciente de Dios, el Creador de todas las cosas.

La explicación darwiniana de la evolución de los seres vivos por medio de la selección natural incluye varios puntos importantes: la existencia de las variaciones hereditarias, aunque ignoraba los mecanismos de mutación que dan origen a dichas variaciones. Otro punto importante es que sólo una fracción de los organismos sobrevive hasta su madurez y se reproducen, la mayoría muere antes de dejar descendencia.

Las experiencias de los ganaderos y agricultores que practicaban la selección artificial fueron tomadas en cuenta por Darwin, ya que en base a estas él arguye que algunas variantes hereditarias deben ser más ventajosas que otras con respecto a la probabilidad de multiplicarse por parte de quien las posee. Así, los organismos que poseen variantes favorables tendrán una probabilidad mayor de sobrevivir y reproducirse que los organismos que carecen de ellas. De este modo, de acuerdo al pensamiento darwiniano el proceso de la reproducción a través de las generaciones llevará al aumento gradual de las variaciones hereditarias beneficiosas, y a la eliminación de las variantes desventajosas.

Al publicarse *El origen de las especies* hubo grandes discusiones y serias críticas a Darwin y su trabajo, incluso en América. Científicos, políticos, clérigos y gente ilustrada discutía el libro, defendiendo o refutando las ideas que en él se exponían. La objeción que más sobresalía era aquella que se oponía a la explicación del diseño de los seres vivos en el universo. Quedando Dios sólo como creador del mundo original y de sus leyes inmanentes, en vez de ser responsable de la configuración y operación de los organismos y de todo el universo.

El más vehemente defensor de las ideas de Darwin fue Thomas H. Huxley (1825-1895), quien defendía la teoría de la evolución en discusiones públicas y con escritos científicos y populares. Alfred Russel Wallace (1823-1913), en 1858 le envió a Darwin un manuscrito proponiendo el proceso de selección natural, resultado de sus observaciones como naturalista al trabajar en el Archipiélago Malayo.¹⁹

La teoría de Darwin fue mucho más completa que el trabajo de Wallace, además de presentar numerosas evidencias. Wallace por su parte negó que la selección natural fuera suficiente para demostrar el origen del hombre, ya que esto requería una intervención divina directa.²⁰

Herbert Spencer (1820-1903), se convirtió en uno de los proponentes más radicales de la teoría evolutiva.²¹ Fue Spencer quien extendió la teoría darwiniana a especulaciones sociales y metafísicas, lo que provocó que se tuviera una comprensión inadecuada y por tanto, esto dificultó la aceptación de la teoría de la evolución por selección natural. Una de las ideas más extremas fue la extrapolación de la noción de "lucha por la existencia" a las actividades económicas y sociales humanas, dando lugar al darwinismo social.

¹⁹ El 1º de julio de 1858 un artículo escrito conjuntamente por Darwin y Wallace fue presentado en la Sociedad Linneana de Londres, pero tuvo muy poco efecto en los científicos, en comparación con lo que sucedió un año después con el trabajo de Darwin.

²⁰ Ayala, Francisco, 1994.

²¹ Fue él quien popularizó la expresión "sobrevivencia del más apto", la que fue incorporada en las últimas ediciones de *Origen de las Especies*.

La teoría de Darwin presentaba un problema importante, le faltaba una teoría de la herencia que pudiera explicar la transmisión de características de padres a hijos, es decir, de la herencia de las variaciones sobre las que actúa la selección natural. En esa época se aceptaba la idea de la herencia mezclada, en ella se proponía que en los hijos se mezclan las características de sus progenitores, pero a través de esta teoría no era fácil explicar el efecto de la selección natural, ya que si existía alguna variante ventajosa en un individuo, las ventajas se reducirían a la mitad en sus hijos, al mezclarse con las variantes menos ventajosas presentes en el otro padre. Las variantes ventajosas se diluirían rápidamente de generación en generación.²²

Aún así, para 1870 la teoría darwiniana fue más aceptada. Un poco antes de esta fecha el monje agustino Gregorio Mendel realizaba experimentos con chicharos en el jardín del monasterio de Borno. El artículo publicado por Mendel en 1866, producto de dichos experimentos, formuló los principios fundamentales de la teoría de la herencia, la cual actualmente es aún vigente. Sin embargo este conocimiento Darwin lo ignoró al igual que sus contemporáneos, pues lamentablemente el trabajo de Mendel no trascendió debido a diversas circunstancias.²³ En 1900 el trabajo de Mendel fue redescubierto por 3 científicos, cada uno por su parte pero casi simultáneamente: Hugo de Vries en Holanda, Carl Correns en Alemania y Erick von Tschelmarck en Austria. Correns fue quien hizo hincapié en el papel de la herencia en la evolución. De Vries propuso una teoría de la evolución conocida como mutacionismo, la que eliminaba a la selección natural como el proceso principal en la evolución. De acuerdo con esta teoría existían dos tipos de variaciones: una de ellas se refería a la variabilidad ordinaria, presentada por los individuos de una especie. Ejemplo de esto es la variación en el color de los ojos, de las flores, la piel, o bien en el tamaño. El otro tipo de variación es la que surge por mutación génica, es decir, las alteraciones espontáneas de los genes que ocasionan fuertes modificaciones en los organismos y por tanto, pueden dar origen a nuevas especies. Esta teoría mutacionista fue rechazada por muchos naturalistas y biométricos generando una seria discusión. De cualquier forma el problema de la continuidad-discontinuidad en la evolución fue resuelto décadas después con la síntesis evolutiva (1940). Es necesario señalar que el uso de las matemáticas en el estudio de los procesos evolutivos de los seres vivos dificultaba aún más la comprensión de dicho fenómeno. En 1937 el genetista Theodosius Dobzhansky publicó *Genetics and the origin of Species*, en el que explicó de manera comprensible el proceso evolutivo en términos genéticos, apoyando cada uno de los argumentos teóricos con las evidencias empíricas, por lo que esta obra ha sido considerada la contribución más importante a la teoría sintética, también llamada teoría moderna de la evolución que integró la teoría de la selección natural y la genética mendeliana. Los naturalistas y biólogos experimentales aceptaron casi inmediatamente esta nueva teoría de la evolución. Como consecuencia de este hecho, se intensificó el interés en el estudio de la evolución, apareciendo

²² Esta fuerte crítica fue aportada en 1867 por Floeming Jenkin, profesor de ingeniería de la Universidad de Edimburgo.

²³ El trabajo de Mendel será expuesto en la parte correspondiente a la genética.

contribuciones importantes a dicha teoría, extendiéndola a otros campos de la biología. Entre los científicos que colaboraron a este fin se cita a Ernst Mayr, George G. Simpson, Leydard Stebbins, Julian Huxley y Bernhard Rensch.

De este modo, para la década de 1950 la teoría darwiniana fue aceptada universalmente, convirtiéndose en la piedra angular que ordena y explica las observaciones y resultados obtenidos en diversas disciplinas, llamada teoría sintética²⁴. Dicha teoría intenta evaluar los papeles respectivos de los numerosos factores que interactúan para producir los cambios evolutivos. Considera la diversidad y la adaptación armónica del mundo orgánico como resultante de una constante producción de variación y de los efectos selectivos del ambiente. La introducción de un modelaje matemático en el estudio de los procesos evolutivos ofreció una fuente de análisis cualitativo. Fue entonces posible tratar matemáticamente a las variables mutación y deriva génica, lo que permitió medir los procesos evolutivos y definir a la selección natural como el mecanismo principal de la evolución.

La idea de que el cambio en la frecuencia de los genes de una población es la piedra angular de la evolución es cierta, pero esto no quiere decir que los evolucionistas se interesen únicamente en los genes. Tratan también de comprender por ejemplo las relaciones filogenéticas de las especies, la biogeografía, y la biodiversidad.

Actualmente los avances más importantes a la teoría de la evolución han sido aquellos que se derivan de la biología molecular. A este respecto James Watson y Francis Crick, en 1953 descubrieron la estructura del ácido desoxirribonucleico (DNA), el cual se caracteriza por ser el material hereditario contenido en los cromosomas del núcleo celular. La información genética contenida en la secuencia de los cuatro tipos de nucleótidos que componen al DNA determina la secuencia de aminoácidos en las proteínas, así como las enzimas responsables de los procesos vitales de los organismos.

Aproximadamente en 1965 la electroforesis de enzimas hizo posible la investigación genética en poblaciones naturales de diferentes especies. Esta misma técnica permitió resolver otros problemas como la variación genética entre individuos y entre poblaciones para determinar su potencial evolutivo; el ritmo genético de la evolución; la proporción de genes que cambian durante la formación de una especie nueva, entre otros.

También la secuencia de aminoácidos en proteínas de diferentes especies ha sido comparada para medir cuantitativamente la divergencia entre especies.

En 1968 fue propuesta la teoría neutral de la evolución molecular por parte del genetista japonés Moto Kimura, en la que señaló que muchos de los cambios que ocurren en las secuencias del DNA y de las proteínas son adaptativamente neutrales, por lo que tienen poco o ningún efecto en la función de la molécula. De lo cual se ha inferido que hay un "reloj molecular" de la evolución, debido a que es constante la probabilidad de que haya una sustitución (de un nucleótido por otro en el DNA, o de un aminoácido por otro en las proteínas) en un gen dado, por lo que, el número de diferencias entre dos especies refleja el tiempo transcurrido

²⁴ Reyes Carmona, Reyes Bonilla y Millán Benítez, 1998.

desde que se separó de un ancestro común.²⁵ De lo cual se concluye que es posible reconstruir la historia evolutiva y el orden de ramificación de los diferentes linajes y el tiempo transcurrido entre un evento evolutivo y el otro. Pero en las décadas de 1970 y 1980 los estudios sobre evolución molecular han mostrado que el reloj molecular no es exacto. A pesar de esto, la evolución del DNA y de las proteínas se ha convertido en el mejor método para reconstruir la historia de los linajes de los seres vivos.

Para finales del siglo XX, las técnicas de clonación y secuenciación del DNA han brindado un medio nuevo y fiel de investigación evolutiva a nivel molecular.

El conocimiento surgido como consecuencia del estudio de la evolución ha podido ser aplicado a áreas como la ecología, la geología y la geofísica y la sociobiología²⁶ lo que ha enriquecido ampliamente el conocimiento actual del mundo.

²⁵ Ayala, Francisco, 1994.

²⁶ Ibid, 1994.

1.2 ¿Qué es la Genética?

La genética es la ciencia que estudia la variación y la herencia de los caracteres biológicos.

"La genética es el núcleo de las ciencias biológicas; ella provee la infraestructura dentro de la cual la diversidad de la vida y sus procesos se puede entender como un todo intelectual".²⁷ Es decir, la genética es la herramienta básica para comprender los cambios evolutivos.

Antes del nacimiento de la genética como la ciencia que trata los procesos de la herencia, las teorías acerca de la herencia tuvieron dos vertientes conceptuales principales²⁸: La de los interesados en el mejoramiento de organismos,

especialmente de plantas, conservando los caracteres importantes para el hombre y aplicando este conocimiento en la agronomía. La segunda vertiente se debe a la importancia que se le dio a la herencia de caracteres en relación con problema de la naturaleza de las especies. Esta se inició con Linneo y se centraba en la concepción que había de especie, la discusión se centraba en el interés de saber si había una esencia en cada especie. Linneo identificaba a las especies como una creación divina, pero diferenciaba a esas especies de las variedades producidas por el hombre. Ambas vertientes no tenían ninguna relación entre sí.

Con la finalidad de entender cómo se heredaban las características individuales antiguamente se estudiaban los árboles familiares o pedigrees, aunque dichos árboles fueron utilizados en varias ocasiones esto no fue suficiente para generar una teoría de la herencia. Otra manera consistía en hacer cruza entre individuos que tienen caracteres diferentes, debido a esto es que se utilizaba ampliamente la cruce de plantas.

Kolreuter, contemporáneo de Linneo fue el primero de los hibridólogos interesado en los principios de la herencia en relación a la naturaleza de la especie. Hizo muchas cruces entre un buen número de especies, en particular estudió un híbrido de dos especies de una planta del género *Tragopogon*, *T. pratensis* y *T. porrifolius* de las cuales envió semillas a Linneo, quien le dio el nombre de *T. hybridum*. Kolreuter quería demostrar que la hibridación entre dos especies no produce una tercera especie y que la concepción esencialista de especie era incorrecta.

Con este objetivo hizo 500 hibridaciones en las que incluyó 138 especies y encontró que el general la fertilidad se reducía en los híbridos, sólo en algunos casos la fertilidad era alta, de lo cual concluyó que las especies parentales en realidad no eran especies verdaderas.²⁹

Existieron varios autores que trabajaron en el mismo problema de Kolreuter, entre ellos Carl Fríwdrich von Gartner (1772-1850), quien en 1849 publicó un trabajo en

²⁷ Ayala, Francisco, 1984.

²⁸ Piñero, 2000; en Barahona A, Suárez, E. y Martínez, S, 2000.

²⁹ Como resultado de sus experimentos encontró varios principios acerca de la reproducción, que aunque no tenían que ver con la hipótesis inicial, ayudaron a entender la biología reproductiva de las plantas, entre otras cosas demostró que las flores son estériles si el polen no llega al pistilo, lo que demostró que el material del macho es necesario para la fertilización, también demostró que hay una contribución igual de ambos padres para producir a los hijos al hacer cruza recíprocas (utilizando individuos con características opuestas).

donde presentó los resultados de 10,000 cruzas entre 700 especies diferentes que originaron 250 híbridos distintos.

La motivación principal de los experimentos de Gartner y Kolreuter, fue la misma, tratar de contestar la interrogante: ¿Qué enseña la experiencia con relación a la producción de especies nuevas y variedades, a través de la fertilización artificial de las flores de una con el polen de la otra y que plantas ornamentales y de utilidad económica pueden ser producidas y multiplicadas de esta manera?.

Otro hibridólogo importante fue Charles Naudin (1815-1899) quien ya contaba con una teoría de la herencia. Pensaba en la herencia, pero no a la manera de Kolreuter (mezclada), aunque tampoco pensaba en la apariencia como un conjunto de caracteres sino más bien como un todo.³⁰

Los mejoradores de plantas realizaron experimentos con la finalidad de mejorar los cultivos, es decir, las razas de plantas. Estaban interesados fundamentalmente por caracteres específicos y no por la apariencia global de los individuos. Thomas Andrew Knight (1759-1838) fue el primero de los mejoradores que trabajó con árboles frutales, pero también reconoció la utilidad del chicharo como material genético. Knight describió la dominancia y la segregación de las retrocruzas, pero no reportó las proporciones. Alexander Seton (1824) y John Goss (1820) en la misma época confirmaron la dominancia y la segregación, estableciendo la existencia de líneas puras, esto es, variedades que no producen más que hijos con una sola apariencia. Augustin Sageret (1763-1851) trabajó con el melón *Cucumis melo* del cual obtuvo híbridos que no eran intermedios entre ambos padres sino que para cada carácter el híbrido se parecía más a alguno de los padres. Lo que coincidió con los resultados de Seton y Goss. Sageret además designó claramente una de las dos alternativas del carácter como dominante, se dio cuenta que algunos caracteres ancestrales aparecen en generaciones salteadas, lo que hoy conocemos como caracteres recesivos.

En otra área del conocimiento Schleiden y Schwann aportaron bastante con su teoría celular. Schwann sobre todo trató de explicar los fenómenos biológicos en términos fisicoquímicos con la finalidad de contestar la pregunta entonces existente: ¿Cómo se genera una célula? la respuesta clásica de la época era "de células preexistentes" lo que apoyaba el preformismo y no explicaba nada. Schleiden propuso en 1838 la Teoría de formación libre de células, aunque su teoría no era correcta, fue el primer citólogo en proponer una teoría clara a este respecto. Schwann por su parte, en 1939 demostró a través de una publicación clásica de *Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen*, que las conclusiones de Schleiden también se aplicaban a animales, esto es, que todos los tejidos están compuestos de células. Esto mostró la unidad de la vida: la célula.

Pasteur por su parte, tuvo un enfrentamiento teórico con Félix Archimédes Pouchet quién sostenía que los microorganismos producidos después de la fermentación y la putrefacción se generaban de manera espontánea debido a los simples cambios químicos, esta idea fue brillantemente refutada por Pasteur ya que señaló que los organismos microscópicos responsables de la fermentación

³⁰ Piñero, 2001.

provenían del aire, esta discusión teórica la apoyó con sus experimentos ya tan ampliamente conocidos.³¹ Lamarck fue quien mostró que los huevos de rana se formaron por la división de células preexistentes, rechazando así la formación libre de células que había propuesto Schleiden. En 1855 Rudolf Virchow mostró algo similar en otros tejidos animales, con lo cual se rechazó fuertemente la teoría de la generación espontánea. Perpetuándose a partir de entonces la frase propuesta por Virchow *omnis cellula e cellula*: toda célula proviene de otra célula.

En el siglo XVIII existía también la gran interrogante acerca de la función del polen en la fertilización, Rudolf Jacob Camerarius (1665-1721) estableció la naturaleza sexual de la reproducción en las plantas a través de su obra "*De Sexu Plantarum Epistola*". Camerarius ya utilizaba el microscopio para realizar sus observaciones.

Remack fue quien mostró que el huevo de una rana era también una célula. Esto fue muy importante para comprender la fertilización.³²

Incluso el hecho de que el núcleo es la parte fundamental de la fertilización no fue aceptado hasta varios años después, a pesar de que el espermatozoide es todo núcleo en sí.

Entre los experimentos que dieron evidencias más claras sobre el papel tan importante que desempeña el espermatozoide en la fertilización fue Oskar Hertwig quien en 1875 estableció el proceso de la fertilización en el erizo de mar *Toxopneustes lividus* usando equipo óptico. A pesar de esto, a finales del siglo XIX quienes estudiaban la naturaleza tenían muchas interrogantes acerca de los hechos de la herencia y la variación. Cuando un criador cruzaba organismos ya fueran animales o plantas, frecuentemente se encontraba con **variantes no esperadas entre la descendencia**. A este respecto no habría otra alternativa que plantearse ¿De donde venía esa variación nueva?. Es necesario recordar que en el siglo XIX se creía en la herencia dura y la herencia mezclada o suave. Así, el hecho de que un individuo se pareciera a su padre, madre o a un pariente aún más ancestral daba evidencia de que había actuado la herencia dura (la que se conservaba). Toda la crianza de animales se basaba en el hecho de que la herencia dura existe, no tomaban en cuenta que si la herencia fuera sólo de este tipo, las variaciones nunca aparecerían. Lo anterior llevó a concluir que entonces las fuentes de variación eran dos aunque estas no eran excluyentes, así, la herencia era en parte suave susceptible a influencias del medio o bien que el material genético era duro pero poseía la capacidad de generar ocasionalmente variación. Aún hasta aproximadamente la tercera década del siglo XX la

³¹ Ledesma, Mateos, 1998.

³² En ese entonces se tenía la concepción de que durante la fertilización había fusión de células, lo que tardó varias décadas en aclararse. Así por ejemplo, encontramos que en 1829 von Baer decía que la hembra contribuía con la materia y que el macho contribuía con lo formal. En plantas esto fue más complicado ya que no se aceptaba la existencia de sexo en ellas. Se pensaba que la fertilización se debía a una excitación molecular no a una penetración por parte del espermatozoide. Con respecto a la fertilización Gaertner pensaba en la fertilización como un fenómeno de masas, en donde los óvulos grandes necesitaban muchos granos de polen. Fue hasta 1824 que J.L. Prevost y J.B. Dumas mostraron que los espermatozoides realizaban la fertilización del óvulo. Este descubrimiento no fue aceptado inmediatamente. Mendel por su parte fertilizó un solo grano de polen de *Mirabilis jalapa* y obtuvo 18 semillas desarrolladas. Así, de 1850 a 1875 existieron dos teorías alternas para explicar la fertilización: la de contacto y la de fusión.

interrogante acerca de la herencia suave y la fuente de variación genética generó numerosas controversias.³³

La respuesta más acertada a esta gran interrogante fue publicada en 1866 en el *Proceeding of the Natural History Society of Brun* por el monje austriaco Gregor Mendel, quien además ofreció dos conferencias en la misma Sociedad el 8 de febrero y el 8 de marzo de 1865, en las cuales describió los resultados de los experimentos con cruces de plantas que había iniciado desde 1856, aunque lamentablemente quienes lo leyeron en esa época no comprendieron el resultado de su trabajo. Mendel nació en Austria, Silesia. Estudió en la escuela de nivel medio superior de Troppau y Olmutz durante dos años (1851-1853) en la Universidad de Viena, en donde se capacitó para la enseñanza de las ciencias físicas entre otras, a nivel preparatoria. Uno de sus profesores fue Franz Unger, profesor de botánica, quien ya había adoptado la teoría de la evolución en 1852.³⁴ Unger influyó enormemente en Mendel por lo que la finalidad principal de su trabajo fue solucionar el problema de las especies a través del estudio de las variedades.

Mendel en su trabajo adoptó el método de análisis poblacional en vez del estudio solo del individuo. Analizó la descendencia de numerosas cruces y retrocruzas, también analizó miles de semillas y plantas lo cual le ocupó ocho estaciones de siembra. Era tan minucioso que incluso tenía reportes del clima, manchas de sol y otros fenómenos variables.

Leyó a Gartner, por lo cual Mendel estaba consciente de la importancia de seleccionar el tipo correcto de planta en sus experimentos.³⁵

Las cruces que realizó Mendel fueron a partir de más o menos 34 distintas variedades de chícharos de distintos negociantes de semillas y las sometió a dos años de pruebas. Las características o caracteres que seleccionó fueron siete, uno de los cuales siempre era claramente dominante:

1. Semillas maduras lisas y redondas o angulares y rugosas
2. Semillas maduras (cotiledón) color verde o amarillo
3. Cubierta de color blanco o gris
4. Vaina madura lisa y no constreñida o bien profundamente constreñida entre las semillas y más o menos rugosa
5. Vaina inmadura verde o color amarillo intenso
6. Flores abundantes a lo largo del tallo principal o terminales
7. Tallo largo (1.8-2.1 m) o corto (0.2-0.45 m)

En todas las cruces la primera generación de híbridos F1 era uniforme y presentaba la característica de uno de los progenitores (semilla redonda híbrida). Al ser auto fertilizados los híbridos F1 en la generación F2 apareció el carácter recesivo junto con los dominantes en toda su expresión en una proporción 3:1 de

³³ Piñero, 2000.

³⁴ Mayr, E. 1982.

³⁵ Debido a que Mendel tenía una idea muy vaga de lo que era una especie designó las formas que en ocasiones cruzaba como especies y subespecies o bien como variedades. Utilizó el término híbrido indiscriminadamente, tanto para los híbridos de una sola especie como para los heterocigotos de un solo gen.

manera que entre cada cuatro plantas de dicha generación tres muestran el rasgo dominante (semilla lisa) y una el recesivo (semilla rugosa). Al producir la generación F3 por auto fertilización de las plantas de la generación F2, obtuvo entonces una proporción 3:1 en donde un tercio de semillas fueron lisas como las progenitoras y dos tercios de semillas angulares y rugosas. Mendel realizó la mayor parte de sus cruces de cuatro a seis generaciones siendo los resultados siempre los mismos. Posteriormente Mendel hizo una cruce involucrando dos conjuntos de caracteres (o dihíbrida) mostrando que los dos se heredan independientemente. Al abocarse en sus cruces a observar el comportamiento de los caracteres individuales en generaciones subsecuentes, Mendel logró plantear ciertas generalizaciones, de esta manera formuló leyes de combinación de diferentes caracteres:

1° Ley de Segregación Independiente: existen dos factores alternativos de cada carácter que los descendientes reciben de cada progenitor al azar.

2° Ley de Combinación Independiente: cada par de factores es heredado independientemente de cualquier otro par, de manera que los factores de caracteres diferentes se recombinan unos con otros al azar.

Mendel en cuanto a un solo conjunto de caracteres concluyó:

1. Los genes dominantes y recesivos no se afectan mutuamente cuando están asociados en el heterocigoto. Aun cuando se cruzaran chícharos de semilla lisa con chícharos de semilla rugosa por cien generaciones, las semillas de los chícharos de semilla lisa permanecían con esa característica, lo mismo sucedía para las semillas rugosas.
2. Los gametos siempre contienen sólo el "Anlage" de uno de los dos caracteres alternativos. Esto es cierto para los gametos producidos por heterocigotos. Evidentemente, los determinantes de los rasgos paternos se separan antes de la formación de los gametos. Esto explica los fenómenos de la segregación y la recombinación, conocida ya por los criadores.
3. Una planta produce miles de células huevo y miles de granos de polen (espermatozoides en el caso de los animales), el encuentro de los gametos con diferentes genes es una cuestión azarosa. Cuando se utilizan muestras pequeñas, se debe esperar desviaciones de la razón 3:1 pero el rango de esta desviación es estadísticamente predecible.

Olby asegura que Mendel no creó de un solo golpe toda la teoría moderna de la genética, él no tenía una teoría del gen. De cualquier forma los descubrimientos de Mendel como segregación, razones constantes, distribución independiente de los caracteres, combinados con las nuevas perspectivas adquiridas entre 1865 y 1900 condujeron a la teoría mendeliana por aquellos interesados en el tema.

Lo más trascendental del trabajo de Mendel fue haber contribuido a la erradicación de la antigua creencia de la herencia mezclada además de enfatizar que si son diferentes los factores derivados de padre y madre, estos nunca se fusionarían, sino que se separarían otra vez durante la formación de la célula germinativa. La separación de los factores genéticos en el germoplasma dio un gran paso hacia la creencia de la herencia dura. Por otra parte, la herencia para Mendel no se debía

a fuerzas de excitación como creían His, Loeb, Batenson y Johanssen, sino a materiales concretos aportados por las células huevo maternas y por las células del polen paternas. La base de la herencia era la calidad de la materia paterna transmitida. La mayor contribución de Mendel fue que al descubrir la relación 3:1 refutaba al mismo tiempo el postulado de las partículas múltiples, las cuales, de acuerdo a sus experimentos, existen en conjuntos, conocidos actualmente como genes y alelos. A través de esta suposición fue posible explicar la segregación y la recombinación. Las generalizaciones simples o leyes de Mendel sirvieron de fundamento para el posterior desarrollo de la genética durante el siglo XX. Lamentablemente el trabajo de Mendel fue ignorado durante su época, quizá porque Mendel abortó por el trabajo del monasterio publicó muy poco, sólo la conferencia que presentó ante la Sociedad de Historia Natural de Borno y otro artículo corto sobre cruces de hierbas (1870) Mendel mandó a reimprimir cuarenta copias de su trabajo y los mandó entre otros a dos botánicos famosos: A. Kerner von Marilaun y Nageli de quien se supone no entendió el trabajo de Mendel ya que no lo estimuló y ni siquiera lo invitó a publicar sus resultados en una de las revistas de botánica más prestigiadas. Cuando Nageli publicó su libro sobre la evolución y la herencia en 1884, no mencionó a Mendel en el capítulo que trataba de los experimentos de hibridación. Por tanto, lo que se puede concluir es que Mendel se le oponía ya que Nageli fue uno de los pocos biólogos que aceptaron una teoría genética puramente de mezcla.³⁶ Aceptar la teoría de Mendel hubiera significado la refutación de su propia teoría, por tanto, al respecto de su trabajo Nageli simplemente concluyó que debería estar equivocado.³⁷

Después de esto Mendel no hizo aparentemente ningún esfuerzo por contactar con otros botánicos. Los resultados que obtuvo con *Hieracium*, la planta recomendada por Nageli para corroborar los resultados obtenidos en las plantas de chícharos, lo desconcertaron completamente, a tal grado que pensó que sus hallazgos quizá no eran ciertos para todas las especies de plantas. Pensó que las leyes obtenidas a través de *Pisum* no tenían validez porque encontró otros tipos de plantas en las que las leyes no se podían aplicar. Mendel abandonó todo su trabajo de cruces en 1871 después de ser elegido Abad del monasterio y hacerse cargo del trabajo administrativo. Murió de nefritis en 1884 a la edad de 62 años sin que nadie apreciara la trascendencia de su trabajo.³⁸

Los hibridólogos Hoffman y Focke realizaron estudios en donde las cruces de Mendel con *Phaseolus* y *Hieracium* fueron mencionadas. A pesar de esto después de 1900, durante un buen periodo de tiempo, se aceptó que la variación continua obedecía a leyes completamente diferentes a las leyes de la herencia de Mendel, ya que desde 1859 se aceptó la variación gradual continua como única variación de interés para el evolucionista. De acuerdo con los historiadores, el trabajo de Mendel había sido citado una docena de veces antes de 1910. La cita más importante se hizo en el libro de Focke *Die Pflanzen-Mischlinge* en 1881, a pesar de esto Focke tampoco se

³⁶ Mayr, E. 1973

³⁷ Weinstein, 1962; en Mayr, 1982

³⁸ Ibid, 1982.

percató de la importancia del trabajo de Mendel y lo refirió de tal manera que a nadie le interesaba consultarlo³⁹.

En esa época, la herencia en general era considerada sólo con relación a otros fenómenos biológicos como el problema de las especies y el de los híbridos de especies, la inducción ambiental y la herencia de caracteres adquiridos, la diferenciación durante el desarrollo, la consolidación de los caracteres de la especie en aislamiento y su degradación (mezcla) después de quitar la barrera que los aislaba, pero no había interés en la genética pura de transmisión. Fue después de 1900 que se comprendió que la evolución gradual y la variación continua podían ser explicadas en términos mendelianos.

Hacia 1890 los biólogos interesados en la herencia se plantearon un problema: saber si la herencia era continua o discontinua y cual de estos tipos de herencia actuaba en la selección natural. Esta interrogante surgió de la obra de Darwin, *El Origen de las especies*, sobre todo la expresión "variación continua" que designaba a las variaciones que tenían lugar de manera discreta, reconocible, sin gradaciones entre una forma y la siguiente⁴⁰.

Pero ¿cuál era el tipo de variación que se hereda realmente?. Darwin afirmó en su obra que la selección obra primordialmente sobre pequeñas variaciones individuales de carácter más o menos continuo. Por su parte los biometristas, eran encabezados por Francis Galton (1822-1911), quién se interesaba en la medición de los rasgos humanos ya que pensaba que esto le permitiría inferir el grado de inteligencia en las diferentes poblaciones de negros, blancos y orientales. El interés principal de Galton era simplemente contar y ponderar los resultados de la misma manera que lo hacían las políticas económicas y sociales. Al introducir el análisis matemático, se introdujo también la distribución gaussiana, la que le servía para analizar la variación de altura, peso e "inteligencia" en las poblaciones. De esta manera Galton instrumentó un análisis de la variación hereditaria.

Karl Pearson (1857-1936) fue alumno de Galton, ambos estudiaron las variaciones a nivel de poblaciones mediante instrumentos estadísticos tratando de desarrollar un concepto que les permitiera comprender los patrones hereditarios a través de estudios cuantitativos de los caracteres en una población. Estas características en la mayoría de las poblaciones están determinadas por la interacción de la herencia y el ambiente, así, los datos recogidos por los biometristas mostraron distribuciones "normales". Esto condujo a la conclusión que la mayoría de las variaciones eran de carácter continuo, de acuerdo con el juicio cualitativo de Darwin, aunque Galton no estaba tan seguro de esto. Los biometristas rechazaron la idea de una herencia discontinua, ya como fenómeno general o como algo que tuviera relación alguna con la evolución.

Galton al igual que Darwin sostuvieron la teoría de la herencia intermedia, por consiguiente, creyeron que las variaciones nuevas en una población, por más pronunciadas que pudiesen ser al principio, se debilitarían en su efecto en cada generación de entrecruzamiento. Galton propuso una teoría de la herencia en 1875 que se contraponía con la teoría de Darwin de la pangénesis, y aunque estaba de acuerdo con algunos aspectos como la transmisión de ciertas

³⁹ Ibidem, 1982

⁴⁰ Allen, G, 1983.

características de padres a hijos no aceptaba la existencia de las gémulas circundantes. Galton creía en la transmisión hereditaria de padres a hijos así como en la persistencia de ciertos caracteres en los individuos relacionados genealógicamente. Se refería al término "estirpe" para referirse a la suma de genes rudimentarios presentes en el huevo recién fecundado. Con base en esta concepción, propuso una especie de selección artificial, en donde la reproducción de los organismos superiores fuera dirigida, a la vez que se impidiera la reproducción de los individuos inferiores. Concluyó como resultado de sus investigaciones que la selección natural no podía formar especies nuevas, ya que muchas variaciones descritas en su laboratorio eran interpretadas como variantes dentro de una curva normal, donde la selección natural no podía ser el mecanismo por medio del cual se pudiera modificar el patrón continuo de variación en las poblaciones⁴¹.

Los biometristas eran darwinianos estrictos y apoyaban con sus datos la idea de que la evolución se llevaba a cabo a través de la selección de pequeñísimas diferencias casi imperceptibles (hereditarias) entre los organismos de una población. Estas ideas tenían muchas dificultades ya que no existían pruebas que mostrasen que estas variaciones se heredaban en efecto. Además de que examinando las poblaciones en la naturaleza se observaba que entre una y otra localidad, las variaciones parecían ser a menudo discontinuas. Esto es, que aun cuando dentro de una población determinada la gama de las variaciones era continua (y trazaba una curva de campana), entre poblaciones, aun de la misma especie, pero de lugares diferentes, las diferencias eran claras y amplias.

Tales observaciones dieron origen entre 1880 y 1890 a la idea de que las variaciones heredadas eran de carácter discontinuo, en tanto que las variaciones no heredadas, producidas por influencia del ambiente, eran de tipo continuo. Debido a esto muchos investigadores creyeron que Darwin estaba en un error al insistir en el origen de las especies por selección de las pequeñas y continuas variaciones entre miembros de una población. Ya que al parecer la selección tenía que actuar sobre algunas variaciones de gran magnitud, de la especie discontinua. Así, quienes creían en la discontinuidad rechazaban el darwinismo ortodoxo, aunque en general siguieron creyendo en la eficacia de la selección, pero buscaron la manera de explicar el origen de las variaciones de otra manera.

A finales del siglo XIX William Bateson (1861-1926), publicó el resultado de sus investigaciones sobre variabilidad en muchas clases de organismos: *Materials for the Study of Variation*⁴², y lo relacionó con cuestiones de evolución, ya que

⁴¹ Ibid, 1983

⁴² Entre 1886 y 1887 Bateson viajó a las estepas asiáticas para estudiar la relación de la variación en el ambiente y la variabilidad dentro de poblaciones de organismos. En la provincia rusa de Kazakztán varios lagos tenían grados variables de salinidad, que puede ordenarse en una serie lineal, casi perfectamente continua de circunstancias ambientales. Ahi Bateson estudio la distribución de una especie de crustáceos y descubrió que las gradaciones de salinidad no iban acompañadas de gradaciones similares, proporcionales, en la gama de caracteres específicos de los organismos. Así, podía pensarse que el ambiente representaba una gradación continua y suave de características físicas, pero las gradaciones entre los organismos eran no obstante discontinuas. Con esto llegó a la conclusión de que las variaciones que dieron origen a estas

llegó a la conclusión de que la selección puede obrar únicamente sobre las variaciones discontinuas, puesto que son las únicas que se heredan. Los partidarios de la variación continua, los biometristas y los neodarwinistas lo atacaron fuertemente generando una seria disputa.

Con relación a esta misma discusión, otra teoría muy importante fue la elaborada por August Weisman (1834-1914), biólogo alemán especializado en citología, que trabajó en el estudio del desarrollo y la herencia. Su primer escrito a este respecto fue publicado en 1876, otra serie de ensayos importantes apareció en la década de 1880, finalmente en 1892 publicó su obra monumental llamada *Keimplasma*. El escrito publicado en 1876 incluía su teoría de la herencia, en la que explicaba que la herencia se debía a movimientos moleculares por lo que rechazaba la teoría de la pangénesis de Darwin. Puso a prueba la herencia suave con numerosos experimentos de 1875 a 1880⁴³. La teoría genética que Weissmann propuso en 1883 y 1885 sostenía que todo el material genético estaba contenido en el núcleo celular. Esta teoría se fundaba en la idea de que la herencia era producida por la transmisión de una sustancia con una constitución definida de una generación a otra. Con lo que se rechazaba definitivamente la herencia de caracteres adquiridos, ya que el mecanismo a través del cual se suponía que operaba era imposible. Por tanto Weissmann afirmó que no había nada en la estructura y división de las células que posibilitara la existencia de una herencia de caracteres adquiridos. Posteriormente, en 1885 expuso su teoría de "continuidad del germoplasma, en la que se planteó que "el camino germinativo está separado del corporal (somático) desde el principio de la división celular, por tanto nada que suceda al soma puede ser comunicado a las células germinativas y sus núcleos"

⁴⁴ Actualmente se sabe que a lo que Weissmann se refería era no sólo a una completa separación del germoplasma y su expresión en el fenotipo del cuerpo (características físicas observables), sino que la separación básica es aquella existente entre el programa genético del núcleo en el DNA y las proteínas del citoplasma de cada célula. El rechazo hacia la herencia suave por parte de Weissmann le produjo mucha hostilidad por parte de los neo-lamarckianos, quienes tenían gran influencia en ese momento (1880-1890) ya que se enfatizaba la importancia del uso y el desuso en el desarrollo y atrofia de los órganos. En esta teoría además se agregaba la noción de que el ambiente actúa directamente en las estructuras orgánicas, con lo que se trataba de explicar su adaptación al ambiente y al modo de vida del organismo. Además de que descartaba que el darwinismo pudiera explicar la adaptación de los organismos al ambiente. Por otra parte, los darwinianos ortodoxos seguían aceptando la idea de Darwin del uso y desuso de los órganos lo que complicaba aún más las discusiones. Las ideas de Weissmann fueron conocidas a partir de 1896 como neodarwinismo, una aceptación más generalizada a nivel mundial hacia esta teoría se dio hasta la década de 1930 a 1940 como resultado de la síntesis evolutiva⁴⁵

diferencias entre los crustáceos tenían que haber sido inicialmente discontinuas y determinadas por la herencia, no por el ambiente. Esto corroboró la idea de que las variaciones hereditarias eran discontinuas.

⁴³ Mayr, E., 1982.

⁴⁴ Bowler, P., 1989.

⁴⁵ *Ibid*, 1989

En 1900 redescubrieron las leyes de Mendel de manera independiente: Carl Correns, Hugo De Vries y Erich von Tschermak⁴⁶, pero hubo algunos factores que influyeron de manera importante para que esto sucediera. En esa época las ideas de Galton y Weismann crearon un marco conceptual que facilitó que algunos biólogos empezaran a pensar en términos de herencia dura, a su vez los citólogos habían empezado a promover la idea de que las partículas del núcleo celular podían ser las responsables del control de la producción de caracteres individuales. Para entonces la idea de que los caracteres estaban de alguna manera "preformados" en el núcleo, era rechazada por la mayoría de los embriólogos, quienes pensaban que la herencia era un tema relacionado al problema general del desarrollo.

Así, durante las primeras décadas del siglo XX, el problema de la variación y su herencia seguían siendo el centro de discusión en biología.

Esta problemática tomó dos direcciones básicamente: 1) la que tenía un punto de vista naturalista y suponía que las variaciones debían incluirse en las discusiones evolutivas en tanto que explicaban la aparición de formas existentes o extintas de seres vivos. Los naturalistas investigaban la variación como un enlace entre la herencia y la evolución. 2) quienes intentaban investigar la transmisión de los caracteres de una generación a otra. De acuerdo con esta perspectiva, los mendelistas trataban de explicar el parecido entre padres y su descendencia, y las diferencias entre los individuos. Los mendelistas veían la herencia como una distribución e intercambio de caracteres.⁴⁷ Desde ese entonces el problema de la variación ha sido discutido en la genética y la evolución.

Al redescubrirse el trabajo de Mendel se inició, aunque no de manera inmediata, el estudio de la Genética propiamente dicha aunque la palabra fue acuñada poco después. Uno de los grandes difusores del mendelismo en Inglaterra fue William Bateson (1861-1926) botánico de profesión quien estaba interesado en los problemas de variación en relación con la evolución de las especies. Para él el método de hibridación era el más adecuado para la investigación científica. Fue quizá debido a esto que leyó los trabajos de Mendel, lo hizo mientras iba de Cambridge a Londres camino a una conferencia en la que hablaría de sus experimentos de hibridación en plantas, esto sucedió en mayo de 1900. Para Bateson la ley de la segregación propuesta por Mendel confirmaba su teoría de la formación de especies. Debido a esto tradujo los trabajos de Mendel al inglés y fue el promotor más importante del mendelismo en Inglaterra. De esta manera, en los años siguientes Bateson trató de unificar un lenguaje común entre los investigadores que estaban preocupados por los problemas de la variación y su herencia. En vista de la importancia de la pureza de los gametos y de su incapacidad para transmitir los caracteres antagónicos al mismo tiempo, en 1901 propuso los términos *alelomorfo*, *heterocigoto* y *homocigoto* para denotar las formas alternativas de un carácter (D y d), a la composición de un individuo cuya combinación sea Dd, y, al individuo que presenta ambos factores iguales (DD o

⁴⁶ A Tschermak (1871-1962) en la actualidad no se le considera como redescubridor de los trabajos de Mendel ya que nunca comprendió los principios mendelianos. Barahona Ana y Piñero Daniel, 1994.

⁴⁷ Jan Sapp, citado por Barahona, Ana, 1998.

dd) Bateson escribió el libro *A defence of Mendel's Principles of Heredity* en 1902 y en 1906 introdujo el término Genética para la nueva disciplina científica, cuyo objeto de estudio eran los problemas relacionados con la herencia.

En los inicios del siglo XX, debido a la introducción del mendelismo en Inglaterra se armó una fuerte polémica entre algunos seguidores de Galton (los biometristas) entre los que se encontraban Karl Pearson (1857-1936) y W. F. R. Weldon (1860-1936) Ellos pensaban que la variación en las poblaciones seguía leyes estadísticas, mientras que los darwinistas apoyaban el tipo de evolución continua.

Ya se había mencionado anteriormente que uno de los grandes difusores del mendelismo fue Bateson quien se opuso a la idea de la variación continua y de la evolución gradual pero en cambio defendió el método de hibridación como el más adecuado en este tipo de investigaciones pero a nivel científico. Apoyaba la evolución discontinua y no estaba de acuerdo con Pearson y Weldon.

Para Bateson la presencia repentina de variaciones discontinuas en las poblaciones permitía el éxito evolutivo de las diferentes especies, y evidenciaba la discontinuidad en la variación. Esto contradecía a Darwin quien decía que la variación continua heredada era mantenida en la población por selección, ya que permitía que los individuos sobrevivieran a la competencia. Así, la acumulación selectiva de pequeñas variaciones formaría especies nuevas y no la aparición repentina de variaciones heredables, esto se correspondería con la idea de evolución continua. De estas posturas diferentes surgió una fuerte polémica entre mendelianos como Bateson y posteriormente Galton, con los biometristas. Galton precisamente creía en los saltos discontinuos, esto lo llevó a separarse de los biométricos como Weldon y Pearson quienes sostenían la idea de herencia ancestral galtusiana y la selección natural como fuerza evolutiva, y a coincidir finalmente con los mendelianos.⁴⁸

A pesar del revuelo que armó la nueva teoría fue incapaz de convertir a la mayoría de experimentalistas y estadísticos de la comunidad científica de principios del siglo XX al hereditarismo. Con la excepción de Hugo De Vries, muchos mendelianos fueron hostiles al concepto de partículas hereditarias preformadas, ya fueran bioforos, pangenes o gémulas. De esta manera la idea de que un patrón continuo de evolución corresponde a un patrón continuo de herencia impidió que la mayoría de biólogos interesados en la evolución, herencia y variación continua se identificaran con el darwinismo y el mendelismo. La técnica mendeliana de

⁴⁸ Barahona Ana (1998) cita a Robert Olby destacado historiador de la biología y la genética, quien sostiene que las diferencias entre Weldon y Bateson son producto de las diferentes trayectorias profesionales que incidieron en el interés de cada uno de ellos por los problemas de la variación. Kim, K. M., 1994 (en Barahona, 1998), señala que el debate entre Pearson, Weldon y Bateson es un ejemplo de la importancia de los intereses sociales de los investigadores que pueden determinar incluso, su posición en el contexto científico. Las diferencias sociales entre ambos contendientes influyeron en su visión de la herencia y la evolución. Viciedo por su parte afirma que resulta muy difícil ubicar claramente a los estudios de la herencia en uno u otro bando, como si se tratara de posiciones irreducibles y monolíticas. Además dice que en un análisis histórico-filosófico de este tipo de polémica deben incluirse diferentes aspectos del conflicto, como las diferentes creencias de los actores, sus criterios de cientificidad, o su pertenencia a ciertos círculos sociales para determinar como influyeron en el desarrollo de la ciencia, ya que de su análisis se podrá comprender mejor el estado actual de la ciencia.

rastrear mediante híbridos la transmisión de caracteres, no fue entendida como la clave de una nueva ciencia, la herencia, ya que se creía que los caracteres mendelianos eran esenciales para una teoría saltacionista de la evolución.

A principios del siglo XX se creía que las variaciones cuantitativas comúnmente observadas entre los individuos, no obedecían las leyes de Mendel. Mientras que los mutacionistas decían que ni la herencia mezclada ni las mutaciones ni la selección natural que actúa sobre estas, podían desempeñar un papel importante en la evolución, debido al efecto de dilución de las variaciones ventajosas de una generación a otra.

Los biometristas sostenían que el tipo de mutaciones observadas por De Vries principalmente y las variaciones cualitativas que obedecen las leyes mendelianas eran anomalías (llamadas sports, estas son muy importantes para producir variedades llamativas de animales domésticos), pero que no contribuían a mejorar la adaptación hacia el ambiente ya que eran eliminadas por selección natural, por tanto carecían de importancia para originar nuevas especies. Sostenían también que la evolución dependía esencialmente de la selección natural ya que esta actuaba en las variaciones métricas (cuantitativas), las cuales estaban presentes en todo tipo de organismos.

Ninguno de ellos pudo resolver satisfactoriamente esta disputa ya que no contaban con una teoría sólida de la herencia que coincidiese con los hechos reportados mediante los experimentos de cruce. De esta manera, los seguidores de Darwin se adhirieron a una teoría de la herencia intermedia o bien, a una concepción modificada de la pangénesis. Mientras que los seguidores de Bateson rechazaron la idea de la herencia intermedia, así como la pangénesis darwiniana⁴⁹. La controversia entre mutacionistas y biométricos se resolvió de 1920 a 1930. Como primer paso se reconoció que la herencia de las variaciones cuantitativas obedecía las leyes de Mendel.⁵⁰ Varios genetistas teóricos apoyaron esta idea y demostraron matemáticamente que la selección natural actuando acumulativamente sobre pequeñas variaciones, puede producir cambios evolutivos importantes en la forma y función. En este grupo de genetistas se encontraban R. A. Fisher y J.B. S. Haldane en Inglaterra, en los Estados Unidos Sewall Wright. Su trabajo contribuyó ampliamente a rechazar el mutacionismo y brindó una estructura teórica para que la genética se integrara a la teoría de la selección natural de Darwin.

De cualquier forma el problema de la continuidad-discontinuidad en la evolución no fue resuelto en ese tiempo sino hasta 1940 con la síntesis evolutiva.

Sin embargo, estos descubrimientos teóricos tuvieron poco impacto entre los biólogos de esa época, quizá porque fueron formulados en términos matemáticos que la mayoría de evolucionistas no comprendía. También debido a que tenían poca corroboración práctica, es decir, eran casi exclusivamente teóricos y también debido a que los problemas resueltos habían dejado de lado muchas otras cuestiones de gran interés, como lo es el proceso de especiación.⁵¹

⁴⁹ Ibid., 1998.

⁵⁰ Caracteres como el número de frutos, el tamaño, el número de huevos están determinados por varios genes, cada uno de ellos con un efecto muy pequeño.

⁵¹ Ayala, Francisco, 1994.

El intenso desarrollo de la biología moderna y en particular de la genética se inició aproximadamente de 1930 a 1940 y alcanzó un amplio desarrollo aproximadamente en la década de 1950 a 1960 cuando surgió la biología molecular, desde entonces los estudios del desarrollo como los de la evolución empezaron a tratar cuestiones celulares y subcelulares naciendo en consecuencia la genética molecular.⁵²

El conocimiento de la genética es tan relevante que en la actualidad se ha diversificado en un buen número de especialidades. Entre ellos se encuentran; genética animal, genética bioquímica, citogenética, genética humana, genética médica, genética vegetal, genética de radiaciones, etc. Y actualmente la genómica. De este modo, durante la primera mitad del siglo XX se estableció gradualmente que los genes desempeñan un papel importante en la función y evolución de los organismos superiores. Esto se pudo reconocer sólo cuando se supo que los ácidos nucleicos son el material hereditario de todos los organismos. Así, al descubrirse la naturaleza química del DNA se establecieron los principios de la herencia, lo que condujo a la comprensión de cómo los genes en forma de moléculas de DNA se transmiten de generación en generación y son expresadas en cada una de éstas.

De tal modo, la unidad de todos los seres vivos se refleja en la función del código genético, el cual relaciona secuencias de nucleótidos con secuencias de amino ácidos y se presenta en todos los organismos. Por lo que se puede expresar que el código genético es casi universal, ya que algunos tripletes en el DNA mitocondrial modifican para la incorporación de aminoácidos diferentes.

Los genetistas en décadas recientes han utilizado técnicas de investigación sofisticadas del DNA recombinante, gracias a esto han logrado trasplantar genes de un organismo a otro, mezclando el material genético en forma que antes nunca había sido experimentado en la evolución de la vida sobre la tierra. Este conocimiento indiscutiblemente tiene profundas implicaciones para la biología en general, la medicina, así como la filosofía, la ética, la moral y los valores reconocidos por la sociedad.

La genética humana en especial examina todas aquellas características que el hombre hereda, tanto físicas como mentales, normales y anormales. Es decir, se ocupa de todas los caracteres comunes a los seres humanos que lo distinguen de otros seres vivos, así como de las que caracterizan sólo a ciertos grupos de hombres, algunas familias o determinados individuos. Dicho de otro modo, la genética humana analiza científicamente las diferencias y similitudes entre los seres que constituyen la especie humana, sus causas y la manera en que se transmiten de generación en generación.⁵³

En la genética médica moderna existen amplias implicaciones de lo antes mencionado. A partir de 1950 en diferentes países, progresó rápidamente esta área de conocimiento. Aunque fue en 1940 que se inició la investigación

⁵² Barahona Ana, 1994.

⁵³ Strachan, T. y P. Read Andrew, 1998.

epidemiológica de las enfermedades hereditarias en cuanto a la prevalencia, mecanismo de transmisión, tasa de mutación y heterogeneidad. Después de la Segunda Guerra Mundial, la genética humana avanzó vertiginosamente debido al perfeccionamiento de las técnicas citológicas y bioquímicas. Los estudios de Pauling establecieron que el código genético es común al hombre y a los virus. El estudio de la hemoglobina fue también decisivo para interpretar los mecanismos y las consecuencias de las mutaciones. Se descubrió que éstas son en la mayoría de los casos, sustituciones de un solo aminoácido, pero algunas son deleciones o pérdidas de material genético. Tjio y Levan establecieron en 1956, en las células obtenidas por cultivo de tejido pulmonar fetal, que el número normal de cromosomas de la especie humana es de 46 y no 48 como se había creído por más de 30 años. Entre 1960 y 1970 se analizó minuciosamente el sistema de histocompatibilidad, convirtiéndose su estudio en paradigma para comprender porque varios genes con funciones relacionadas entre sí pueden encontrarse en lugares íntimamente unidos y explicar la susceptibilidad a muchas enfermedades auto inmunitarias. La simplificación de las técnicas citogenéticas posibilitó que estas fueran utilizadas en laboratorios y clínicas de genética médica para el diagnóstico de los defectos y malformaciones congénitas y de los síndromes de diferenciación sexual normal.

Gracias a las técnicas de DNA recombinante se definió la secuencia de nucleótidos de la hemoglobina. En consecuencia se comprendió que muchos de los errores congénitos del metabolismo son consecuencia del cambio en la estructura de una enzima, la cual debió haber sido modificada por mutación. Las técnicas citogenéticas y bioquímicas se combinaron y abrieron una nueva área de conocimiento: la genética de células somáticas. Se identificaron entonces defectos enzimáticos específicos en células que crecían y se desarrollaban en cultivo de tejidos. Los procedimientos de hibridación entre células humanas y de ratón permitieron la asignación de muchos genes en lugares específicos en los cromosomas.

Cada vez es más frecuente el diagnóstico de padecimientos de origen genético, así como información sobre la evolución de la enfermedad diagnosticada. En México, incluso, se han establecido programas para el diagnóstico de enfermedades hereditarias. Las enfermedades llamadas comunes, cuyo origen se desconoce se deben a cambios heredados o adquiridos en la composición y estructura del material genético de las células. Ejemplos de estas enfermedades son: accidentes vasculares cerebrales, enfermedades coronarias, trastornos mentales, hipertensión arterial, diabetes, etc.

Con el advenimiento de la llamada "nueva genética", se amplía la posibilidad de que enfermedades hasta ahora sin tratamiento sean solucionadas.

Conforme ha transcurrido el tiempo, la medicina genética ha catalogado más de 4000 desórdenes genéticos en los seres humanos, los cuales se deben a una secuencia nucleotídica anormal. Es decir, existen desórdenes o daños asociados a una secuencia nucleotídica específica.

Para la prevención y tratamiento de las enfermedades hereditarias es muy recomendable el asesoramiento genético, que consiste en proporcionar

información sobre el riesgo de que ocurra o se repita una enfermedad genética en una familia.⁵⁴

El diagnóstico prenatal, sirve para identificar posibles daños en el feto, y permite la interrupción del embarazo cuando el producto está afectado de un padecimiento genético. Otros procedimientos médicos son el diagnóstico premarital, la detección de enfermedades hereditarias mediante encuestas, la manipulación del material genético mediante ingeniería genética, la recombinación del DNA, y la clonación. Aunque algunos de estos procesos no se han realizado en seres humanos (como la clonación)⁵⁵ son temas de amplio interés para la "nueva genética".

La terapia génica es un proceso mediante el cual el DNA normal es adherido a las células afectadas que expresan un gen defectuoso. La adhesión del DNA es para lograr, en la medida de lo posible, que esas células dañadas realicen de manera normal nuevamente sus funciones vitales. Tratamientos con este tipo de terapias han reducido la deficiencia inmunológica de los pacientes. Enfermedades como la fibrosis quística, un desbalance en el colesterol y algunos tipos de cánceres han sido atacadas.

De los cientos de daños genéticos que se pueden presentar en los seres humanos sólo un bajo porcentaje ha sido atribuido a genes específicos, por lo que se espera que los resultados del Proyecto del Genoma Humano provean una mayor identificación genética, lo que ampliaría las aplicaciones de la terapia génica. Del mismo modo, los avances en la biología molecular podrían mejorar la calidad de vida de aquellos que nacen con daños genéticos.⁵⁶

Uno de los objetivos del Proyecto del Genoma Humano es por ahora sólo la secuenciación de las bases y a largo plazo conocer las funciones de cada gen, así como sus complejas interrelaciones, y aunque aún este trabajo no ha concluido, ya se han reclamado varias patentes sobre secuencias genómicas y se prevé incluso la posibilidad de patentar secuencias génicas de importancia comercial. A este respecto se han tomado acuerdos entre diferentes gobiernos de países interesados.⁵⁷

⁵⁴ A este respecto la experiencia ha demostrado que las decisiones que toman los interesados intervienen los aspectos médicos, pero influyen de manera importante otros factores como son: los culturales, emocionales, legales, sociales, familiares, económicos y religiosos.

⁵⁵ La técnica de clonación consiste fundamentalmente en el trasplante del núcleo vivo de una célula diploide (2n) a un huevo del cual se ha extraído el núcleo, continuando el resto del desarrollo embrionario en forma normal. Este tipo de reproducción asexual es capaz potencialmente de producir cientos de seres genéticamente idénticos. Aunque en 1952 R. W. Briggs y T. J. King tuvieron éxito trabajando en anfibios, en 1981 K. Illmensee y P.C. Hooper en ratones, en 1986 S.M. Villadsen en Cambridge logró el nacimiento de tres corderos. No se ha comprobado pero en 1979 L.B. Shettles realizó un clonaje en un ser humano, obteniendo el desarrollo del embrión hasta el estado de mórula, los mecanismos biológicos que condicionan el desarrollo posterior de embriones "fabricados" esta lejos de ser comprendido y controlado. Abrisqueta y Allier, 1988.

⁵⁶ Por ejemplo los nuevos antibióticos han reducido la severidad de las infecciones pulmonares y muchos individuos afectados pueden vivir en forma casi normal hasta cerca de los 30 años. Algo muy parecido sucede con los hemofílicos. Karl D, 1997.

⁵⁷ Gobierno de Gran Bretaña y Estados Unidos, los laboratorios Glaxo- Wellcome, los National Institutes of Health y la Compañía Celera Genomics. Revista "Dia Siete", #28, 2000. pag 22- 34.

Las áreas de la Biotecnología contemporánea de vanguardia parten de dos campos: la genética molecular y la ingeniería genética. Por lo que existen numerosos espacios de investigación conforme el conocimiento avanza en esas y otras áreas, como la semiótica y el área digital. Se prevé que el futuro de la informática serán los modelos biomoleculares y el modelaje de rutas y redes metabólicas. De lo anterior ha surgido un nuevo campo de conocimiento, la Genómica, la cual tiene como finalidad definir que es un gen, entender como se organizan miles de genes hasta conformar un individuo (y una especie), y representar el orden que guardan entre sí en mapas cromosómicos o genéticos, con la ayuda de sofisticados algoritmos y modelos matemáticos y estadísticos, conocidos como bioinformática.

La revolución genética contemporánea ha comenzado a proveernos de nuevos caminos para lograr los mejores resultados en diferentes áreas del quehacer humano. El avance de la nueva genética depende de la información que se encuentra almacenada en el DNA molecular de los organismos por lo que los resultados del proyecto del genoma humano, aunque aún no han sido bien definidos, sí han creado alrededor de ellos grandes expectativas. Por lo que no es extraño observar diariamente en los periódicos y revistas no especializadas en el tema, notas o comentarios al respecto. En consecuencia, también es posible observar que incluso personas que no tienen una formación académica superior ni mucho menos especializada se interesen por tópicos de este tipo. Lamentablemente la información no siempre es veraz, además de que la gente común no tiene las herramientas necesarias para comprender la información que les es proporcionada.

Así, podemos apreciar que el desarrollo de la ingeniería genética y la biotecnología han llegado a ser empresas rentables, lo que quizá algún día pueda llamarse "la industria del DNA recombinante", pero cabe reconocer que existen consecuencias impredecibles que aumentan más los temores debido a que no se sabe como se manejará la información obtenida, esto aunado a la ambición de los grupos de investigación implicados, convierten en una verdadera caja negra este problema.

A la par que esto sucede, y debido al amplio alcance que han generado los mitos creados alrededor del Proyecto del Genoma Humano, se ha gestado también un serio conflicto acerca de las ideas de la neutralidad y pureza de la ciencia y la realidad de su utilización al servicio de intereses económicos privados.

De ahí la necesidad de profundizar más en este tipo de discusiones en forma interdisciplinaria para que con bases sólidas se establezca un control ético que se regule mediante la valoración de riesgos, así como toda esta nueva metodología biológica y sus beneficios: "Si tales técnicas permiten al hombre tener en sus manos el propio destino, lo exponen también a la tentación de transgredir los límites de un razonable dominio de la naturaleza". Por eso, aún cuando tales técnicas pueden constituir un progreso al servicio del hombre, al mismo tiempo comportan graves riesgos"⁵⁸.

⁵⁸ Abrisqueta y Aller, 1988.

A este respecto, grupos de bioética han empezado a intervenir, y piden que la información genética sea personal y totalmente confidencial, y que de ninguna manera debe generar discriminación en ninguna de sus formas. Y sobre todo respetar la vida y los valores que el ser humano ha creado a través de la historia, ya que éstos le dan seguridad e identidad como ser humano.

Con lo anterior podemos constatar que la ciencia ya no se aboca únicamente a la búsqueda de la Verdad o del conocimiento puro, contribuye ampliamente a transformar el mundo, por lo que es necesario analizar los valores que rigen dicha acción transformadora.

Indagar sobre la actividad científica y sus valores ha sido uno de los principales objetivos de la filosofía de la ciencia, ayudando a esclarecer con esto el quehacer científico el cual al ser una actividad humana está impregnada de valores humanos susceptibles de ser evaluados éticamente.

Por esto es bastante recomendable estar suficientemente informados para ser capaces de decidir hasta que punto la genética y la biotecnología pueden mejorar nuestras vidas y si ese supuesto mejoramiento vale tanto la pena como para arriesgar incluso nuestra salud y la estabilidad de los ecosistemas.⁵⁹

⁵⁹ de Melo Martín, I. 2002

2. Desarrollo Histórico de la Genética en México

El tema de la herencia en México se abordó en las últimas décadas del siglo XIX. Fueron los médicos, los agrónomos, los veterinarios y los naturalistas (zoólogos y botánicos) quienes se interesaron en dicho estudio.

En esa época la comunidad médica era la más destacada en el área de las ciencias biológicas. Se caracterizaba por ser un grupo sólido e institucionalizado con órganos propios de difusión.⁶⁰

La comunidad médica había superado en cierta medida el pensamiento vitalista, por tanto, los métodos de obtención de conocimiento privilegiaban el uso de la observación y la experimentación para aproximarse al estudio de los fenómenos biológicos en la investigación médica científica. El fisiologismo ayudó a desarrollar una visión dinámica del organismo, el cual interactúa con su medio. Además se señalaba que las causas que funcionan en el estado de salud son las mismas que al ser alteradas provocan enfermedades.

Estas ideas excluyeron forzosamente las ideas mágicas y dogmáticas que trataban de explicar el origen de las enfermedades.

A finales del siglo XIX la herencia se entendía como la transmisión del conjunto de las cualidades morales y físicas de los padres a los hijos, lo que se manifestaba principalmente en dos tendencias o leyes:

- La tendencia conservadora en donde se mantenía el tipo de especie.
- La tendencia progresiva o acumulativa la cual se suponía era ocasionada por los cambios ambientales, por tanto, era responsable de la evolución de la especie.⁶¹

Incluso se utilizaba una clasificación de la manera como se pensaba se transmitían los padecimientos que conformaban el área de la herencia patológica:

- Las enfermedades diatésicas (tisis, epilepsia y enfermedades mentales)
- Malformaciones y monstruosidades

Las enfermedades diatésicas transmitían únicamente una predisposición a presentar la enfermedad. Las malformaciones y monstruosidades se creían que eran transmitidas a causa de un serio daño material ocasionado en las células reproductoras antes de efectuarse la fecundación. Se suponía que el medio ambiente jugaba un papel muy importante en la herencia patológica ya que era la causa de la manifestación o ausencia de las predisposiciones en las generaciones sucesivas, así como los daños que sufren las células reproductoras. Esta visión tardó mucho en ser modificada.

Algunas décadas antes de iniciar el siglo XX la tendencia en la comunidad médica fue encontrar explicaciones acerca de las enfermedades hereditarias. En este aspecto se distinguió el médico teratólogo y obstetra Juan María Rodríguez quien gracias a sus conocimientos en química trató de explicar el origen de las monstruosidades, la variación fenotípica, la fecundación y el desarrollo, así como las enfermedades hereditarias.

⁶⁰ Gaona Robles, 1988

⁶¹ Ibid, 1998.

De acuerdo con Gaona Robles, Rodríguez entendió el desarrollo embrionario como una transformación cuya etapa inicial se daba durante la fecundación.⁶² Explicó además que el origen de la variación se debía al comportamiento químico de los elementos que componían al óvulo y al espermatozoide. Entendiendo a la variación como las diferencias que se observan entre los organismos de una misma especie. Así, la variación sería el reflejo de las reacciones químicas que se realizan en diferentes circunstancias ambientales originan una composición similar, por lo que el tipo de la especie se conserva pero con diferentes aspectos.⁶³

La idea aportada por otro distinguido teratólogo de la época, el médico José Ramírez, implicaba a la herencia en la generación sexual. Así, la herencia era un hecho puramente mecánico, resultado de la unión material de dos organismos productores.⁶⁴ De este modo, para que un nuevo organismo pudiera originarse era necesaria la unión de la célula proveniente del macho y la célula proveniente de la hembra. El óvulo era importante ya que contenía la sustancia que formaría al nuevo individuo, el espermatozoide sólo producía la sustancia fecundante. Al unirse estos gérmenes (óvulo y espermatozoide), daban impulso al desarrollo de un nuevo individuo.

Para Ramírez la herencia y la adaptación son las dos actividades vitales más importantes que presentan los organismos. La evolución sería un producto de la combinación de ambas. De este modo Ramírez utiliza conceptos e ideas implícitas en el trabajo de Darwin, aunque su interpretación estuvo guiada por una concepción fisiológica en donde la nutrición y la interacción de los organismos con su medio eran básicas. En este contexto se aceptaba la idea de una herencia conservadora en la que los individuos donan o transmiten a la descendencia los caracteres que han heredado a su vez de sus antecesores. La herencia progresiva era entendida como aquella en la que se transmitían los caracteres que han adquirido los organismos únicamente durante su vida. Era durante el proceso de la herencia progresiva que se relacionaban la adaptación o variación, siendo muy importante para dicho proceso la nutrición. Las diferencias en las condiciones del medio tanto interno como externo del organismo eran responsables de cualquier tipo de variación, siendo las variaciones mayores las responsables del cambio evolutivo. El cambio evolutivo podía darse de diferentes maneras:

- Mediante la acción prolongada de las condiciones externas distintas de las normales.
- Por modificaciones en los hábitos de vida; uso o desuso de ciertos órganos.
- Mediante saltos bruscos o producción de monstruosidades (siempre que estas fueran compatibles con la vida)
- Y por hibridación.⁶⁵

⁶² Rodríguez al sostener concepciones materialistas, concibió a la reproducción y al desarrollo como fenómenos que involucran entidades materiales y elementos químicos que al reaccionar entre sí conforman al nuevo ser. Así, al tratar de explicar la evolución dio una explicación del origen de la variación.

⁶³ Rodríguez, J.M., 1878.

⁶⁴ Entendiendo a la herencia como la transmisión de los caracteres físicos y morales de los padres a los hijos.

⁶⁵ Las dos primeras podían producir adaptación y cambios en la nutrición. La tercera se suponía que era causa de la herencia mezclada.

Estas ideas eran utilizadas para explicar la irregularidad aparente en la transmisión hereditaria de los caracteres, generación tras generación. Así, la herencia era vista como una fuerza que puede adoptar una tendencia conservadora y progresiva al mismo tiempo, sólo que con diferente intensidad.

Para la herencia patológica eran importantes las causas congénitas y las ambientales. Ejemplos de esas patologías eran la polidactilia, la ectromedia y la ectrodactilia, de las que era difícil establecer una causa exacta ya fuera congénita o hereditaria. La alteración del germen, según Rodríguez se refería a la alteración material de los elementos de las células reproductivas antes de la fecundación, debido a la presión, la electricidad, y la calidad de los componentes de estas.

Otra aportación al respecto fue dada por el médico José Olvera quien consideró que el temperamento del individuo actuaba conjuntamente con el ambiente produciendo más ó menos receptividad en las personas hacia ciertas enfermedades. Hablaba de la "viciación celular" del óvulo o del espermatozoide que creaba una receptividad especial hacia cierto grupo de enfermedades.

De este modo la herencia se entendía como una predisposición que variaba en grado de probabilidad, la que influía para que un individuo adquiriera alguna enfermedad. La predisposición dentro de una familia podía mantenerse durante un buen número de generaciones pero podía desaparecer posteriormente, aunque también la familia podía adquirir otras.

Se creía que el cambio de costumbres en el tipo de vida como: la manera de educar, de creer, mantenerse, vestirse, redundaría en una modificación en "las naturalezas". Lo anterior daba por hecho que la herencia podía ser modificada en una sola generación. Tales cambios estarían determinados principalmente por el ambiente y el entorno social.⁶⁶

Otros médicos que dieron importancia a la influencia del medio ambiente en los cambios que presentan los organismos fueron José Ramírez y Porfirio Parra.

Gaona Robles señala que el surgimiento de la genética no tuvo una repercusión inmediata en la comunidad médica, no por falta de información, sino porque esa nueva área de conocimiento no había sido aceptada por los médicos mexicanos.

Así, la visión que se tenía sobre la herencia, en el área teórica, tanto en la comunidad médica como en la de biólogos (de reciente formación) no se modificó prácticamente en las primeras décadas del siglo XX. Por tanto, en México, durante las primeras décadas del mismo siglo se hablaba de leyes de la herencia, o bien se hacían hipótesis sobre ésta, pero no se inició ningún programa de investigación al respecto en el área médica y biológica. Ni se creó algún departamento de investigación especializado en estos temas. Pero por otra parte, en el área de la agricultura en las primeras décadas del siglo XX el gobierno porfirista fomentó la agricultura con fines de exportación, ya que la generación de divisas ayudaría a equilibrar la balanza de pagos. Por lo que dicho gobierno inició también el apoyo de la investigación agrícola experimental y la educación agrícola superior, dando a sus carreras una orientación más técnica.

⁶⁶ Olvera, J. 1878; en Gaona Robles, 1998.

En la época post revolucionaria imperaba una gran preocupación en nuestro país, ya que era necesario atender las necesidades básicas de alimentos, así como los problemas económicos, sociales y políticos. Por lo que era necesaria una rápida recuperación del sector agrícola.

El año de 1924 fue muy importante para la investigación y la experimentación, ya que se destinaron áreas de tierra para este fin. Fue en la misma década que en la escuela de agricultura se inició la enseñanza de la genética a cargo del profesor Khanfojen, lo que posteriormente revolucionó la práctica agrícola, la investigación y la experimentación. Por esto se considera a esta década como el periodo de inicio de la modernización agrícola en México. La generación de ingenieros agrícolas con conocimientos amplios de genética se inició entonces. Aunque ya desde 1920 se conocían las aplicaciones de la genética en la agricultura fue hasta 1940 que se expandió este conocimiento en México. De este modo, el conocimiento de la genética se utilizó dentro de un programa de investigación por primera vez en la agricultura con fines económicos y políticos. Se realizaron entonces programas de investigación genética con el auspicio del gobierno mexicano y la fundación Rockefeller. Todo esto sucedió durante el gobierno de Lázaro Cárdenas (1934-1940), bajo la dirección del Ingeniero Agrónomo Edmundo Taboada.⁶⁷ Quien representaba los intereses del grupo cardenista que luchaba por la creación de una agricultura campesina basada en las tradiciones de tenencia comunal de la tierra.⁶⁸

Taboada se había formado en los campos experimentales de la Secretaría de Agricultura fundados en 1933. Fue uno de los primeros catedráticos de genética vegetal y aplicada en la Escuela Nacional de Agricultura y el primero en escribir un libro de texto sobre genética general: "Apuntes de Genética" (1938)⁶⁹. Al iniciar el gobierno de Lázaro Cárdenas (1934) Taboada fue nombrado jefe de la estación agrícola experimental del Yaqui en Sonora, en el Departamento de Agronomía, Química y Suelos de la Dirección General de Agricultura de la Secretaría de Hacienda y Fomento. En este lugar Taboada inició el primer trabajo sobre genética vegetal. En 1940 la Dirección General de Agricultura creó la Oficina de Campos Experimentales y su primer jefe fue Taboada.⁷⁰ Lamentablemente con el cambio de gobierno de Cárdenas por el de Manuel Ávila Camacho (1940-1946), se vio apoyada la idea capitalista en la agricultura. Con la supuesta idea de incrementar la producción en el próspero sector privado de la agricultura mexicana de manera que pudiera proveer de un excedente que permitiera alimentar a las ciudades que presentaban un rápido crecimiento, así

⁶⁷ Aunque se tienen evidencias que ya desde 1911 se desarrollaban técnicas de mejoramiento genético en el ganado de importancia económica, en el área de la veterinaria. Cervantes, J. M., 1998.

⁶⁸ Hewitt de Alcántara, 1985.

⁶⁹ Taboada egresó de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo. Fue el primer técnico mexicano en agronomía que realizó estudios de posgrado de 1932 a 1933 en la Universidad de Cornell, N. Y., especializándose en genética vegetal y parasitología vegetal en la Universidad de Minessota.

⁷⁰ Los primeros campos experimentales coordinados a nivel nacional fueron: El Yaqui, Son., Tamps., Briseñas, Mich., Pabellón, Agu., León, Gro., Rosario Izapa, Chi., Querétaro, Gro., Tlaxtepec, Méx., Zacatepec, Mor., El Palmar. Ver. En estas estaciones se seleccionaron diferentes variedades de maíz adaptadas a las condiciones ecológicas y económicas de los productores de diferentes estados del país.

como aprovisionar a las nuevas industrias, se formó otro grupo de investigadores en agricultura en el entonces llamado programa Agrícola Mexicano. Dicho grupo surgió en el Instituto de Investigaciones Agrícolas en cooperación entre el gobierno mexicano y la Fundación Rockefeller de Estados Unidos, se integraron para la introducción de un "paquete tecnológico" que formaba parte de la llamada Revolución Verde, que empezó en México pero que más tarde fue transferida a otros países del tercer mundo con la finalidad de aumentar la producción de alimentos básicos. Este grupo apoyaba la creación de una empresa privada a gran escala. El Programa Agrícola Mexicano se inició en febrero de 1943, el director de dicho programa fue J.G. Harrar, quien junto con el Dr. Starkman⁷¹ consultaron con los científicos mexicanos para establecer las estrategias a seguir. Se recomendó concentrarse en aspectos como:

- ° Control de enfermedades y plagas
- ° Ganadería
- ° Suelos
- ° **Genética**

Debido a que este programa debería ser totalmente mexicano después de algún tiempo, se acordó desarrollar un programa de adiestramiento para investigadores mexicanos seleccionados. Con esta finalidad se creó la Oficina de Estudios Especiales (OEE) en 1944, la que contaban con especialistas en genética, químicos de suelos, microbiólogos, entomólogos, fitopatólogos, ingenieros agrícolas y ecólogos. Los cultivos que recibieron una especial atención debido a su importancia alimenticia fueron el maíz y el trigo. De este modo se formó un banco de información genética con semillas provenientes de diversas regiones productoras de la República. Los investigadores hicieron nuevas cruces desarrollando nuevas variedades sintéticas e híbridas. Esto originó el establecimiento de una de las colecciones más grandes y más variadas del maíz de ese tiempo.

En 1947 se transformó la Oficina de Campos Experimentales dando origen al Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), en donde también Edmundo Taboada fungió como director hasta 1960. De 1947 a 1960 se realizaron gran cantidad de programas de investigación en cultivos diversos. Taboada personalmente se dedicó a producir variedades estabilizadas de maíz tomando como base las variedades de semillas de maíz de polinización abierta creadas recientemente. Realizó con ellas todas las combinaciones posibles entre las líneas superiores produciendo una población con equilibrio genético. De esta manera, se observó que aunque ambas líneas en su planteamiento se enfocaban al mismo objetivo, existían discrepancias importantes en la política que seguían así como la metodología de trabajo. Además de que hubo amplias

⁷¹ El comité de la fundación Rockefeller estaba integrado por el Dr. Starkman jefe de la División de Fitopatología de la Universidad de Minnesota, el Dr. Paul Mangelsdorf director del Museo de Botánica de la Universidad de Harvard y el Dr. Richard Bradfield jefe del Departamento de Agronomía de la Universidad de Cornell. Este comité visitó más de la mitad de la República Mexicana con la finalidad de investigar los cultivos característicos de estas regiones, así como el clima, suelo, tradiciones y costumbres de su gente. Todo esto fue presentado en un informe al gobierno de México, quien posteriormente hizo una invitación formal a la fundación para la realización de un programa de agricultura en cooperación con nuestro país.

diferencias en cuanto al apoyo económico y administrativo brindado al gobierno federal, lo que originó una relación distante entre ambos grupos, aunque ambos tenían un desarrollo paralelo y en ambos se realizó investigación genética importante. Para 1955 la OEE había formado un "paquete" cada vez más complejo de insumos y prácticas agrícolas, como el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, insecticidas, irrigación y mecanización, todo esto supuestamente aplicados específicamente a las zonas de riego.⁷² Este programa culminó con la entrega de trigos enanos (trigo japonés, Nori) a los agricultores en 1961-1962, se buscaba que estas variedades resistieran la aplicación de dosis prolongadas de fertilizantes sin que se debilitara antes del tiempo de la cosecha. Dicha variedad en 1962 fue perfeccionada, obteniéndose nuevas variedades de tallo corto.⁷³

De todo lo antes expuesto se puede afirmar que el tipo de genética introducida en México en la década comprendida entre 1930 y 1940 fue de mejoramiento vegetal en su aspecto práctico proveniente de los conocimientos desarrollados en Estados Unidos de Norte América.⁷⁴

A los agrónomos les interesaba el mejoramiento de las variedades vegetales de valor económico ya que les permitía obtener mayores rendimientos, debido a estos motivos fue que el gobierno mexicano los apoyó, ya que estaban interesados en aumentar los ingresos en esa área. Es decir, hubo una introducción y un desarrollo primario de los aspectos más prácticos de la genética.⁷⁵

Posteriormente, se realizaron numerosos programas de investigación en cultivos diversos produciendo incluso poblaciones de semillas con equilibrio genético.⁷⁶ Esto permitió que se formaran especialistas mexicanos en diversas áreas como la genética agrícola. Los resultados de estas investigaciones fueron un antecedente muy favorable que influyó para que el conocimiento de la genética fuera aplicado en diversos ámbitos. En el área médica por ejemplo, sobresalen los estudios del Dr. León de Garay quién en la segunda mitad del siglo XX formó escuela en la Universidad de Puebla.

Para el año de 1960 la genética se impartía en un curso optativo en la facultad de ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México por parte del doctor Villalobos Pietrini y el Dr. Félix. Dicho curso optativo con el tiempo pasó a formar parte integral del programa de estudios correspondiente a la carrera de biología en el año de 1966. Se le fueron haciendo implementaciones y mejoras de acuerdo a las necesidades del curso y al avance de la misma disciplina. Este conocimiento

⁷² Gaona Robles, 1998.

⁷³ Las variedades Pénjamo, Pitie y la Sonora 63 y 64 aumentaron la productividad de los triguales mexicanos en forma considerable, más que la variedad Lerma Rojo. Posteriormente también se trabajó con papa, verduras, hortalizas, sorgo, cebada, leguminosas forrajeras y ganado (1956), cuyos resultados parecieron en su momento exitosos.

⁷⁴ Este tipo de genética o fitotecnia comenzó a ser desarrollada casi inmediatamente después de redescubrirse las leyes de Mendel, en las Estaciones Experimentales Agrícolas de Connecticut y Cold Spring Harbour en 1905 en el maíz y después se extendió a lugares como Washington, California, Minnesota y Ohio, llegando a hacerse notoria la diferencia entre las variedades utilizadas comúnmente y las obtenidas mediante mejoramiento vegetal. Por lo que su investigación y financiamiento se hizo más redituable.

⁷⁵ Gaona Robles, 1998.

⁷⁶ Reyes Pedro, 1981.

se implementó también en otras escuelas de nivel superior como el Instituto Politécnico Nacional y medio superior como la Escuela Nacional Preparatoria. En cuanto a la escuela secundaria, ya en los programas de estudio de biología y ciencias naturales de la década de los 60's, se citaban algunas cuestiones relacionadas con la herencia pero estos eran abordados de manera informal con un lenguaje muy poco descriptivo, no se manejaban los conceptos básicos para explicar los procesos implícitos en el fenómeno de la herencia. Fue hasta los programas de estudio de 1975 que se empezaron a desarrollar estos temas de forma menos somera y se empezaron a manejar conceptos más descriptivos relacionados con el estudio de la genética moderna. En el programa de estudios de 1992 referente a la Modernización Educativa no hubo cambios de fondo que mejoraran el aprendizaje de la genética. De 1992 a 1993 el reordenamiento que se hizo al programa de biología facilitan la comprensión de estos temas. Además se señaló que no era necesario aprender con detalle dicho proceso, sino que se debería dar mayor énfasis a la explicación de principios generales. Desde esta reforma ha pasado ya una década, y aún así, la genética sigue figurando como una de las materias escolares cuya comprensión es difícil, incluso para los mismos profesores de educación básica. Esta problemática no es exclusiva de la genética, existen diversas disciplinas de corte científico que la presentan.

En cuanto al Instituto Politécnico Nacional, El Departamento de Genética y Biología Molecular del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) se originó a partir del Departamento de Bioquímica, creado en 1963. Para 1966 algunos doctores que constituían el área de investigación solicitaron al Dr. Rosenbluth la creación del Departamento de Genética y Biología Celular. En enero de 1967 dicho departamento fue inaugurado por el entonces presidente Lic. Gustavo Díaz Ordaz.

En 1971 se presentó la propuesta al Dr. Guillermo Massieu de dividir el departamento, creándose así el Departamento de Biología Celular y el de Genética de manera independiente. En 1975 el nombre del departamento cambia a Departamento de Genética y Biología Molecular el cual para la década de 1990 contaba con 9 grupos de investigación. La producción científica del Departamento se ha estimado por el número de publicaciones realizadas, las cuales en 1995 tuvieron una producción de 3.125 artículos por grupo. Muchos de los egresados son investigadores independientes tanto dentro del CINVESTAV como en otras instituciones del país.⁷⁷

Actualmente la genética se ha diversificado en numerosos campos de estudio, siendo uno de los más recientes la Genómica.

⁷⁷ Ortega A. y Muñoz M. de L., 1996.

3. Importancia de la enseñanza de la Ciencia

El propósito de la enseñanza de la ciencia es desarrollar en los estudiantes la capacidad para entender el medio natural en que vive, razonar sobre los fenómenos que lo rodean y tratar de explicarse las causas que los provocan. Se pretende también que evolucionen las concepciones del estudiante sobre el medio, pero sobre todo que desarrolle una actitud científica⁷⁸ y un pensamiento más ordenado. Se espera que la enseñanza de las ciencias también los vincule con los procesos científicos y tecnológicos para que sean capaces de apreciar que dichos procesos tienen efectos significativos en sus propias vidas, que es necesario clarificar sus propios valores respecto a los aspectos sociales implícitos en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Dichos aspectos implican el conocimiento de las decisiones que los expertos toman para validar ciertas líneas de desarrollo, pero que deberían reconocerse criterios éticos y de valor acerca de los efectos de la ciencia y la tecnología en las sociedades humanas. Que este análisis valoral no pueden ser delegado exclusivamente a los expertos, debe ser una consulta lo más amplia posible que incluya sobre todo, a aquellos individuos involucrados directamente en dicho proceso. Que es importante que aprendan a trasladar sus propios puntos de vista en una acción participativa en la que presenten sus ideas y escuchen las de los demás.

La enseñanza de las ciencias debe trascender la simple descripción de fenómenos y experimentos, por tanto, es necesario promover en los estudiantes el interés científico, esto se puede lograr acercando la ciencia a sus propios intereses, haciendo que ellos participen en la construcción de su propio conocimiento.⁷⁹

Así, encontramos que en la escuela secundaria, el estudio de los procesos que el estudiante observa cotidianamente le permiten tener una explicación más clara del mundo. De esta manera, al estudiar por ejemplo, el uso de las fuentes de energía y sus repercusiones en los ecosistemas (implícito en el estudio de las ciencias naturales), se favorecerá la elaboración de presupuestos encaminados al cuidado del ambiente, permitiéndole actuar en su vida cotidiana de manera más reflexiva. Además de apreciarse a sí mismo como partícipe del cuidado y mejoramiento del ambiente y actuar de manera responsable y consciente ya que se trata de su propio bienestar y el de la sociedad de la que forma parte.⁸⁰

Se espera que también comprenda las repercusiones del mal manejo de los elementos que conforman la naturaleza, lo cual repercutirá en su personal y en la comunidad. Al estudiar cómo ellos mismos y las demás personas influyen, regulan y transforman estos fenómenos y procesos.

Otro de los puntos más sobresalientes que se debe estudiar en este nivel de estudios es la comprensión del funcionamiento y el desarrollo del cuerpo humano, formación de hábitos que lo ayuden a mantenerse sano y en relación armónica y responsable con el medio natural. De esta manera el estudio de las ciencias naturales invita al estudiante a conocer y reflexionar acerca del mundo

⁷⁸ Candela M, 2001.

⁷⁹ Ibid, 2001.

⁸⁰ SEP, Programa para la Transformación y el Fortalecimiento de las Escuelas Normales, 2000.

que le rodea y a concebir a la ciencia como una **actividad humana** la cual requiere poner en práctica **valores, habilidades y actitudes adecuadas**, lo que permitirá tener una visión más amplia de este conocimiento. También se pretende que el estudiante comprenda que la ciencia es una actividad que ha generado un cuerpo organizado de conocimiento que se encuentra en constante transformación a través del tiempo. De ninguna manera se pretende en este nivel introducir al estudiante en una ciencia formal y disciplinaria, sino estimular en él la capacidad de observación, reflexión, planteamiento de preguntas, toma de decisiones y plantear explicaciones sencillas con respecto a sí mismo y a la naturaleza.⁸¹ A pesar de toda la riqueza que brinda el estudio de la ciencia, desde el ámbito personal y posteriormente comunitario, la problemática que enfrenta la enseñanza de la ciencia es amplia y diversa. En particular en el estudio de las ciencias naturales se ha encontrado que los estudiantes no aprenden o lo hacen parcialmente. Por tanto, lo que se puede considerar como conocimiento adquirido para ser usado a largo plazo es muy poco y en ocasiones es equivocado. De esta manera, la conceptualización que el estudiante de secundaria va construyendo en condiciones regulares en el aula en base a los programas de estudio presenta diferentes problemáticas en las que convergen diversos factores, entre ellos los de tipo institucional y curricular, así como problemas de enseñanza inadecuada resultado probable de la mala formación docente. La ausencia de estrategias didácticas, se ignora el conocimiento previo de los estudiantes en consecuencia no se les permite hacer sus propias investigaciones, la dificultad que presenta el aprendizaje del conocimiento científico en sí, etc. **Todo esto contribuye a la estructuración de un contexto social que no favorece la claridad y solidez del aprendizaje de las ciencias.**⁸²

Por otra parte, al conocimiento científico se le ha dado una imagen muy problematizada, con frecuencia es enfocada como algo difícil de comprender, además de identificarla como la responsable de la mayoría de los problemas ambientales. Una de las explicaciones de esta visión se centra en la organización curricular la cual es frecuentemente diseñada por especialistas, quienes no ponderan la manera en que los estudiantes aprenden ciencia en las escuelas.⁸³ Es en este sentido que se debe aclarar que en la escuela secundaria es donde los estudiantes se enfrentan por primera vez a un curso formal de ciencias, y quizá sea el único contacto que tendrán con esta área de conocimiento. Y es también en este nivel en donde ellos definen la disciplina en la que se desarrollarán profesionalmente. Debido a esto es que se recomienda tener cuidado con dicho contacto ya que de esto dependerá la imagen que los estudiantes formen de la ciencia y la tecnología así como la influencia de ambas en la sociedad y en sus propias vidas.⁸⁴

⁸¹ Ibid, 2000

⁸² Corrés, Leticia, 2000.

⁸³ Guillén, Rodríguez, 1998.

⁸⁴ Hernández Ma. Elena, 1994.

Existen evidencias de que los estudiantes de 11 y 12 años tienen un fuerte interés por la ciencia, el que declina fuertemente en los años posteriores.⁸⁵ Este cambio se ha atribuido al aumento de la complejidad que ha tenido el currículum de ciencia, además de los cambios psicológicos y fisiológicos que sufren los adolescentes en dicha etapa⁸⁶. La diferencia de percepción en los estudiantes no es el único problema, entre los problemas que obstaculizan la apropiación del contenido académico en la enseñanza secundaria se encuentran: el nivel de significación de los contenidos, el predominio de la lógica en las actividades que se realizan, el esfuerzo adaptativo de los estudiantes y el énfasis de la evaluación formal. Estos elementos operan en contra de la integración efectiva de los contenidos en el saber de los estudiantes.⁸⁷ De alguna manera existe un conflicto entre las posibilidades de que el alumno se apropie de los contenidos académicos y se adapte a la estructura de la escuela secundaria. Esta incompatibilidad está determinada por las características del currículum, las condiciones materiales del trabajo docente y las tradiciones académicas del magisterio⁸⁸. Entre otros problemas hay también deficiencia en los contenidos y objetivos de los programas de estudio, no hay vinculación de los conocimientos enseñados en el aula con la realidad de los alumnos, el profesorado tiene una formación deficiente o apenas suficiente para impartir su cátedra, empobreciendo con esto las posibilidades de formar en el alumno un criterio definido y bien fundamentado con respecto al conocimiento de las ciencias e incluso de sí mismo, y en general no se dispone de recursos para una educación experimental adecuada, debido a que no se ha dado la importancia vital que este nivel tiene para la formación de seres humanos integrales y no entes mecanizados y esclavizados por sus propios prejuicios e ignorancia.

En México, la educación básica se ha caracterizado por presentar programas curriculares desmedidos en cantidad de contenidos los mismos que se espera sean aprendidos por los estudiantes. Debido a esto es que se recurre a la memorización mecánica basándose sobre todo en una simple repetición, lo cual hace a la ciencia tediosa, aburrida y poco creativa. Son muchas las ocasiones en que se enseñan conocimientos con una diversidad y grado de complejidad que en la mayoría de los casos ni los especialistas recuerdan. Los contenidos de cada toma se encuentran descontextualizados y aislados uno de otro lo que no permite al alumno integrar estos conocimientos entre sí ni con una red ya existente. Los contenidos suelen ser ajenos al niño ya que no le dicen nada ni le explican el entorno concreto que los circunscribe. Además de que casi nunca se toman en cuenta las expectativas que los alumnos manifiestan por ser diferentes a las que el profesor tiene y la que las autoridades educativas exigen.⁸⁹

⁸⁵ Guillén Rodríguez, 1998.

⁸⁶ Estudios diversos sugieren que en general los varones tienen mayor interés que las mujeres en las materias científicas, y que aquellos que eligen una disciplina científica como profesión tienen un carácter estable, mientras que las mujeres que hacen lo mismo presentan mayor madurez aunque no ejercen el mismo control emocional. Esto se señala debido a que es necesario ponderar estas variables del adolescente en el diseño curricular. Head, 1986; en Guillén Rodríguez, 1998.

⁸⁷ Quiroz, Rafael 1991.

⁸⁸ Ibid, 1991.

⁸⁹ Ibidem, 1991.

Por otra parte, la mayoría de las materias científicas que integran el currículum escolar tienen una amplia falta de significados, por ejemplo se puede citar la terminología científica que se utiliza en los materiales designados para la educación de este nivel, en particular el libro de texto de secundaria. A este respecto Hernández⁹⁰ señala que la creación de la terminología científica tiene el ideal de expresar de la manera más fiel posible el objeto de estudio. El científico busca crear una terminología que permita identificar lo que nombra y la descripción de algunas de sus propiedades. Sin embargo existen características propias del lenguaje que dificultan ese propósito: la creación de sinónimos, el uso de metáforas, la diversidad de las necesidades de los usuarios, la necesidad de traducir ciertos términos. Todo lo anterior trae problemas cuando el propósito es transmitir conocimientos e ideas a un público no especializado. Es necesario por lo tanto, eliminar los componentes del lenguaje científico que dificulten su comunicación a sectores no científicos. Incluso se debe reconocer que la descripción detallada de un objeto o proceso muchas veces no es necesaria para fines de divulgación ya que lo que se pretende es que la información sea interesante.

La utilización del lenguaje metafórico muchas veces es necesario pero se corre el riesgo de que al ser mal manejado favorezca que se desarrollen concepciones equivocadas sobre ciertos términos importantes en la construcción del conocimiento.⁹¹ Otro problema muy importante es la sobre valoración del método científico y del laboratorio como fuente de conocimiento, obligando al alumno a imitar más que a comprender el porqué y para qué del trabajo experimental en esa área. En este orden de ideas Ausubel señala que la introducción del método científico como un paradigma metodológico de la ciencia, así como su enseñanza dogmatizada ha sido perjudicial ya que en la mayoría de los casos se aplican en forma mecánica una serie de reglas que pueden ofrecer a los estudiantes una visión equivocada de cómo se desarrolla la ciencia, lo que la hace aún menos atractiva.⁹²

La ciencia es un cuerpo de conocimiento que se transforma constantemente con el surgimiento de nuevas ideas y descubrimientos los cuales se desarrollan en el marco de las teorías científicas, pero la perspectiva tradicional de la enseñanza de los procesos científicos en la educación básica ha dado una visión equivocada de esto ya que a la ciencia se le ha enfocado como un producto acabado, rígido o bien solamente como un método de trabajo en donde se tienen que adoptar ciertos criterios y ciertas formas de proceder. No se alcanza a visualizar todo lo que hay detrás, esto es, no se aprecian los elementos básicos que tienen un papel decisivo en la construcción del conocimiento de la ciencia a través del tiempo. A este respecto Nieda y Cañas⁹³, realizaron un análisis comparativo de los currícula de biología, física y química en los países de Ibero América y concluyeron que en

⁹⁰ Hernández, Ma. Elena 1994.

⁹¹ Por ejemplo, los términos animal y fuego tienen un significado más correcto en términos científicos en niños menores de edad. Osborne et al, 1986.

⁹² Pérez Pascual, 1991.

⁹³ Nieda y Macedo, 1997.

casi todas las naciones existe un modelo ahistórico de enseñanza, lo que empobrece en mucho la importancia de la ciencia y su desarrollo en la sociedad. Por otra parte, los experimentos se plantean con metas ya definidas, además de que no hay tiempo suficiente para favorecer la reflexión de todo lo que se pretende que el alumno aprenda. ¿Será que no se considera necesario en la estructura social actual que los estudiantes tengan tiempo para pensar y comentar sus experiencias?.

Donelly cita un modelo para educar acerca de contenidos científicos en donde se plantea la necesidad de que el estudiante adquiera la personalidad de un científico, pero él expresa que el problema que se presenta es que el estudiante de nivel básico reconoce a los experimentos únicamente como ejercicios cuyo propósito es brindarle una definición operacional a ciertas teorías. Además de que el estudiante de ciencias frecuentemente acepta una teoría con base en la autoridad del maestro, de su habilidad para introducirlo en estos temas. No con base en evidencias científicas, siendo esto una diferencia central con respecto a la actividad científica. Tal parece que el estudiante de nivel básico no puede validar una evidencia por muy científica que sea mientras él no la comprenda⁹⁴. Una posible solución a este problema sería permitirle que lleve a cabo sus propias investigaciones, no para establecer principios sino para ganar experiencias en diseñar y experimentar de acuerdo a su propia iniciativa. Esto permitirá que aprenda los pasos necesarios para realizar sus investigaciones, más que esperar resultados concretos de la investigación en sí. Es importante que el estudiante diseñe y decida que aparatos utilizar y registre sus resultados cuidadosamente. Una actividad de este tipo estimula la creatividad y la imaginación.⁹⁵ Además de que también se pretende que entienda que una teoría científica es adecuada no cuando demuestra ser verdadera en sentido absoluto, sino cuando es razonable, plausible y tiene suficiente poder explicativo, además de estimular a investigaciones más profundas. Esto rara vez es adoptado en los salones de clase, aunque es más sensato permitir a los alumnos que utilicen en la discusión los modelos que generan y que les son aceptablemente más legibles, en lugar del que el profesor presenta como verdadero y único, el cual frecuentemente no les es accesible. Se discute también que los alumnos deberían de experimentar y discutir revisando sus propios modelos ante la evidencia, esto podrá permitir que reciban con mayor apertura un modelo moderno en el que la ciencia no se considere como un producto terminado, en el que ellos puedan intervenir y desarrollar su capacidad creativa.

En cuanto a la manera en que los estudiantes se asocian con el conocimiento biológico se han realizado diversos trabajos y se encontró que la biología despierta mayor interés que la física y que esta tendencia se acentúa más en las mujeres.⁹⁶

La actitud inicial de los estudiantes del nivel básico hacia la biología es positiva en términos afectivos, aunque esto se modifica a medida que aumenta su edad. En

⁹⁴ Welford y Donelly, 1989.

⁹⁵ Driver, 1986.

⁹⁶ Welford y Donelly, 1989.

cambio, los estudiantes mayores tienen un mayor aprecio cognitivo por la materia ya que reconocen que es "constructiva".⁹⁷

En el ámbito escolar, la biología es una materia en la que el discurso científico predomina: el profesor inicia explicando procesos lo cual implica el uso de conceptos, da ejemplos que a criterio de él explican los temas estudiados, rara vez se utilizan las ideas de los estudiantes. En el laboratorio nuevamente los problemas los plantea el profesor quien procura que todo esté de acuerdo con el programa de estudios. Los alumnos toman notas del pizarrón y tienen exámenes en un tiempo regular. Sin tener mayor contacto explicativo con la realidad que lo circunscribe.

Entre los pocos materiales utilizados predomina el libro de texto, el que está diseñado de acuerdo al programa de estudios oficiales, siendo casi una copia fiel de éste. De esta manera se espera que el estudiante construya su conocimiento científico y además forma una cultura tendiente hacia el mismo.

Como se puede apreciar, la enseñanza de la ciencia y la problemática que ésta enfrenta han generado una lista interminable de cuestiones por resolver, además de que este problema no es exclusivo de nuestro país:

- ° La exposición del maestro, la lectura del libro y la recitación posterior por parte de los alumnos siguen siendo las formas fundamentales de instrucción.
- ° Las actividades experimentales se limitan a ejercicios y practicas de verificación dadas por el libro de texto o por el maestro.
- ° Se sigue evaluando la repetición de contenidos, vocabularios, definiciones, fórmulas, etc.
- ° La ciencia en la escuela no retoma las ideas ni la experiencia extraescolar de los alumnos.
- ° L a enseñanza de la ciencia no tiene incidencia sobre lo que los alumnos piensan ni sobre lo que los alumnos hacen.

Debido a estos problemas es que en el desarrollo de la enseñanza de las ciencias naturales se han presentado diversas propuestas curriculares, en diferentes momentos sustentadas en las ideas predominantes de la época. En algunos casos se incorporaron los problemas sociales además de los valores, pero sólo los morales y los políticos. Así por ejemplo encontramos que, con la finalidad de encontrar posibles soluciones a la problemática educativa, a mediados del siglo XX se desarrolló el **modelo constructivista de aprendizaje**, basado en la premisa de que las ideas que maneja el que aprende son determinantes e interaccionan dinámicamente para construir nuevos significados. De modo tal que, el conocimiento está determinado por las características del sujeto y por las características de la propia realidad. En el constructivismo convergen distintas

⁹⁷ Ibid, 1989.

aportaciones (piagetiana, cognitiva, vygotskiana, entre otras), sin embargo existen cuestiones que no han sido todavía suficientemente exploradas.⁹⁸ Las aportaciones del constructivismo se presentan a continuación:

1. Posibilita una mejor integración cognoscitiva de: conocimiento, al conectarse éste con la experiencia del alumno, y al fortalecerse por la propia elaboración que implica el proceso de construcción.
2. Tiene mucha probabilidad de generar "motivación intrínseca" por el saber, en el placer de sentirse "autor" y en la satisfacción de encontrar soluciones a los problemas planteados. Para que esto sea así, sin embargo, se requiere una serie de condiciones.
3. Propicia una mayor eficacia del aprendizaje, en tanto cuanto se orienta hacia la elaboración y el pensamiento productivo, potenciando el desarrollo intelectual de los sujetos.⁹⁹

La teoría de Piaget es el punto de partida del constructivismo contemporáneo. Su principal preocupación son los procesos internos que tienen lugar en el sujeto. Por esto, las condiciones externas al sujeto le parecen secundarias en el proceso de construcción del mismo.¹⁰⁰

La base del constructivismo coincide con los fundamentos de los movimientos de renovación educativa de los años recientes ya que considera al estudiante como centro de la enseñanza y como sujeto mentalmente activo en la adquisición de conocimiento. Y toma como objetivo prioritario poder potenciar sus capacidades de pensamiento y de aprendizaje¹⁰¹ En este sentido, tienen un gran valor las ideas de los estudiantes, las cuales son entendidas como visiones alternativas y en muchos casos difieren de lo que la ciencia plantea. Es así como la investigación sobre cognición del estudiante ha demostrado que los conocimientos conceptuales previos del estudiante influyen en todos los aspectos del procesamiento de información, desde la percepción de las señales en el medio ambiente, hasta su atención selectiva hacia estas claves, a su decodificación y comprensión para la resolución de problemas.¹⁰²

De este modo, las ideas previas que poseen los estudiantes no son simplemente reemplazadas por otras ideas más adecuadas cuando se acumula la experiencia suficiente, sino que es necesario que se produzca un cambio conceptual, esto es,

⁹⁸ Entre ellas son singularmente importantes: a) la necesidad de una definición precisa de la naturaleza del conocimiento previo, así como una teoría coherente y acabada del cambio conceptual, b) la especificación de las condiciones de aplicación de la concepción constructivista a las distintas materias escolares, c) los criterios de aplicación de los principios constructivistas al ámbito escolar cotidiano, es decir, el paso de unos principios generales al diseño del currículum y de la actividad en el aula. Carretero M, y Limón M, 1997.

⁹⁹ Es necesario aclarar que el constructivismo dominante en la literatura europea es un constructivismo más enfocado en el afán de mejorar la comprensión, mientras que el constructivismo dominante en la literatura norteamericana, especialmente en la tecnología educativa se afana más en potenciar la elaboración y el pensamiento productivo. Esto es característico en el trabajo de Bruner, aprendizaje BIG (más allá de la información dada y WIG (sin información dada).

¹⁰⁰ El desarrollo actual del constructivismo, además de ser resultado de la expansión de la teoría piagetiana y del desarrollo de las teorías cognitivas, es también consecuencia de los avances de la tecnología educativa.

¹⁰¹ Hernández Pedro, 1997.

¹⁰² Paul R. Pintrich, R. W. Marx y Robert A. Boyle, 1993.

que las viejas ideas se modifiquen hasta dar forma a los nuevos conceptos aprendidos. Esto sucede así porque las ideas no constituyen elementos aislados o atomizados en la mente de los alumnos, sino que se organizan en estructuras. Al establecerse los nuevos conceptos aprendidos forman estructuras que constituyen auténticas teorías, generalmente causales. Así, las estructuras conceptuales que poseen los estudiantes no tienen un carácter exclusivamente descriptivo, sino también explicativo. Cada una de las ideas que poseen los estudiantes está relacionada de forma compleja con el resto de las ideas, componiendo un **sistema de creencias relacionadas**, esto es, una teoría. Estas teorías pueden ser implícitas (cuando no existe una conciencia de las mismas por parte del sujeto) o explícitas (cuando el sujeto ha tomado conciencia de las mismas, conceptualizándolas). Al organizarse en teorías, no necesariamente conscientes, y por tanto, no necesariamente coherentes, las ideas previas resultan especialmente difíciles de cambiar ya que no pueden ser simplemente sustituidas por otras ideas, sino que debe modificarse la teoría de la que forma parte. En otras palabras, **de acuerdo al modelo de cambio conceptual en el aprendizaje cognitivo, aprender ciencia no es únicamente adquirir teorías nuevas, sino de cambiar las existentes para acceder a nuevas formas de explicación.**

Así, el aprendizaje procede de la reestructuración de las ideas anteriores. Para que la reestructuración se produzca y de lugar a una estructura "auténticamente nueva" debe apoyarse en la experiencia anterior, que ha ido acumulando pequeñas alteraciones con respecto a la idea también anterior. El desequilibrio o conflicto en teorías o conocimientos ocupa un lugar fundamental en todas las explicaciones del aprendizaje cognitivo.¹⁰³ Sin embargo existen diversos tipos de conflictos que desempeñan una función distinta en el aprendizaje de las ciencias. Según la clasificación piagetiana, los conflictos más simples y probablemente los más frecuentes, son los que tienen lugar entre una idea o esquema previo y un dato de la experiencia o un dato observable. Este tipo de conflicto se produce cuando se realiza una predicción errónea con respecto a un fenómeno. Estos conflictos desempeñan un papel limitado en el aprendizaje de la ciencia y poseen una naturaleza fundamentalmente conceptual e incluso epistemológica. Al tratar de superar los conflictos, no se da enseguida un aprendizaje, son muy escasas las ocasiones en que conducen a una integración o a una reestructuración.¹⁰⁴ Sin embargo, es poco lo que se sabe sobre las condiciones que determinan la solución de los diversos conflictos cognitivos, los datos provenientes de los estudios históricos y de las investigaciones psicogenéticas muestran que la toma de conciencia a este respecto, es una condición necesaria para la superación de un conflicto cognitivo. Dicho de otra manera, el aprendizaje del conocimiento científico no es en absoluto un proceso intuitivo o incidental, sino que **debe ser algo consciente e intencional**, aunque esto no resuelve todo el problema.

¹⁰³ Pozo, J. I., 1987.

¹⁰⁴ Carey, 1985; en Pozo, J. I., 1987.

Con respecto al modelo de cambio conceptual en el aprendizaje cognitivo, Paul R. Pritch, Ronald W. Marx y Robert A. Boyle de la Universidad de Michigan, opinan que los modelos cognitivos son relevantes y útiles para conceptuar el aprendizaje del estudiante, pero su forma de actuar es fría y aislada, ya que parece no describir adecuadamente el aprendizaje en el contexto del salón de clases. Esto es, dichos modelos cognitivos no explican adecuadamente porqué los estudiantes que parecen tener el requisito conceptual previo para el conocimiento, no activan este conocimiento en muchas de las tareas escolares.

La falla para activar o transferir apropiadamente el conocimiento puede ser atribuida a factores puramente cognitivos que incluyen la automatización, la decodificación y los procesos meta cognitivos y autoregulatorios, aunque es muy probable que los factores motivacionales y conceptuales también jueguen un papel importante¹⁰⁵

Los modelos que se enfocan solamente en la cognición tienden a evitar los llamados constructos incluyentes tales como las metas personales, intenciones, propósitos, expectativas o **necesidades de un individuo**.¹⁰⁶ Pero en el trabajo real del aula los estudiantes adoptan diferentes metas y propósitos para sus trabajos escolares, su nivel de compromiso y deseo para persistir en la tarea de aprendizaje va en función de sus **creencias motivacionales**.¹⁰⁷

La selección de una tarea, el nivel de compromiso o actividad en la tarea y el deseo para persistir en ella son tres indicadores del comportamiento motivacional. Esto unido a los modelos cognitivos daría como resultado un individuo que aprende activamente, quien selectivamente atiende a la información implícita en el aprendizaje escolar. Además activa conocimientos conceptuales previos, en este caso el compromiso cognitivo en las tareas académicas podría ser un buen

¹⁰⁵ El modelo de cambio conceptual en el aprendizaje cognitivo no pretende simular detalladamente el aprendizaje del sujeto, sino únicamente servir como esquema general que ayude a comprender los procesos que intervienen en el aprendizaje de la ciencia y, en un sentido más general, en cualquier aprendizaje de conocimientos complejos. Son varios los problemas que el modelo deja sin resolver, pero es útil para comprender cómo se produce el aprendizaje de la ciencia tanto en el aula como fuera de ella. Dicho modelo puede tener un valor descriptivo e incluso prescriptivo, permitiendo establecer secuencias didácticas concretas para la enseñanza de conceptos científicos. En cambio se debe admitir que no posee valor explicativo, ya que son muchos los problemas que deja sin respuesta, puesto que no siempre los conflictos en el aprendizaje de la ciencia se resuelven de manera favorable. De esta manera, la condición más importante para que se produzca una reestructuración teórica es disponer de una teoría alternativa que pueda entrar en conflicto con la que ya se posee. Pero la creación de nuevas teorías no está al alcance de todos y no puede esperarse que los estudiantes de ciencias sean masivamente capaces de generar concepciones alternativas que resulten más coherentes y eficaces que las que ya poseen. Es función de la instrucción proporcionar al mundo nuevas teorías, pero al hacerlo es necesario respetar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, de modo que los conflictos surjan en los momentos adecuados y de la forma más idónea para su mejor resolución. Garner, R. 1990.

¹⁰⁶ Ibid, 1993.

¹⁰⁷ Para lograr tal fin se requiere la creación de un contexto propicio para hacer intervenir activamente al estudiante en su dimensión cognitiva y motivacional afectiva (disposición para aprender y creación de expectativas para que el aprendizaje sea significativo) de modo que se logre una interpretación creativa y valiosa. A este respecto los psicólogos cognitivos han mostrado gran interés por el estudio de los procesos motivacionales y volitivos, de tal modo expresan que es necesario fomentar que los alumnos se guíen a través de modelos motivacionales adaptativos o metas de aprendizaje (tener interés por la actividad misma, etc.) no por otros patrones inadecuados ni por metas de ejecución (ejemplos: quedar bien con los demás, evitar el fracaso o tener éxito sin aprender verdaderamente).

representativo del comportamiento motivado. A pesar de esto ha habido poca investigación o desarrollo de teorías que intenten unir lo **motivacional** y lo **cognitivo**.¹⁰⁸ Es por esto necesario empezar a construir las conexiones entre ambos constructos. No obstante, hay hechos que se presentan cotidianamente en el salón de clase que no ayudan a tal fin, un ejemplo de esto son las tareas realizadas en el salón de clase las cuales a menudo no son claramente definidas por lo que los estudiantes deben definir las por sí mismos, **introduciendo sus propias metas y estructuras**. Los estudiantes pueden no percibir las tareas en la misma manera que lo hacen los maestros y pueden no entender que recursos cognitivos son apropiados para diferentes tareas. De la misma manera otras tareas del salón de clase como seguir instrucciones (lo cual es frecuente en el laboratorio de ciencias naturales) y practicar hojas de trabajo pueden estar tan sobre estructuradas y repetitivas que se requiere muy poco compromiso cognitivo para un desarrollo satisfactorio.¹⁰⁹ Aunado a esto existen los problemas personales que el estudiante presenta debido a su edad e inquietudes, a este respecto los constructos motivacionales tales como metas y creencias pueden jugar un papel importante para ayudar a describir los factores que influyen su la habilidad individual para reconocer un problema, definirlo e intentar resolverlo.¹¹⁰

En necesario aclarar que el modelo estándar de cambio conceptual individual asume que el cambio ontogénico en el aprendizaje de un individuo es análogo a la naturaleza del cambio en los paradigmas científicos que ha sido propuesto por los filósofos de la ciencia. Sin embargo hay desacuerdo entre los filósofos, historiadores y sociólogos de la ciencia acerca de la **naturaleza** del cambio en los paradigmas científicos. Lamentablemente no se hace un análisis profundo a este respecto, pero se señalan dos aspectos relevantes para poder comprender la finalidad del trabajo de los autores. En primera instancia hay un desacuerdo acerca de la naturaleza de los juicios y evaluaciones científicas de los diferentes paradigmas a lo largo de un continuo de lo racional (que es conducido aisladamente por hallazgos lógicos y científicos, a lo que se le llama modelo frío) a lo irracional (que es conducido por intereses personales, motivación y procesos socio históricos, llamado modelo caliente, descrito a menudo como una posición naturalista¹¹¹) Segundo, hay un desacuerdo sobre si el contenido real de las teorías o sólo el proceso de hacer investigación científica (incluyendo desarrollar nuevas ideas y teorías) puede ser mejor descrito como **racional e irracional**.

¹⁰⁸ Winne, y Marx, 1989.

¹⁰⁹ La estructura y organización en general de las clases en el aula influyen las percepciones de los estudiantes en cuanto a lo que es considerado aprendizaje, así como también su compromiso cognitivo real.

¹¹⁰ Lave, 1989; citado por Pitrich, Marx y Boyle, 1993. Señalan que hay muchos modelos de cognición del estudiante derivados de una variedad de perspectivas teoricas, pero que ellos se enfocan en un modelo de cambio conceptual que es importante para describir como el conocimiento previo del estudiante puede facilitar o impedir el aprendizaje real. Esto debido a que el cambio conceptual es relevante para el entendimiento conceptual en las escuelas, además de que este modelo es muy útil en la investigación sobre aprendizaje en los sujetos (ciencias, matemáticas, estudios sociales). Las creencias motivacionales son tomadas como mediadores y los contextos del salón de clases como moderadores del cambio conceptual.

¹¹¹ Giere, R, 1988.

Desde Kuhn (1962) ha habido algún acuerdo en cuanto a que **el proceso de investigación científica está influenciado por factores psicológicos, sociológicos e históricos**, pero más recientemente los sociólogos de la ciencia, particularmente los constructivistas sociales ¹¹² han argumentado que el contenido sustantivo real de los modelos y teorías científicas están influenciados por **factores irracionales**¹¹³. En contraste otros filósofos de la ciencia como Thagard, Cole y Latour (1987) encontraron que mientras que el proceso de la investigación científica podía ser influenciado por factores irracionales, el conocimiento central de un área está determinado por factores empíricos y lógicos.

Básicamente el modelo de cambio conceptual individual estándar describe el aprendizaje como la interacción que tiene lugar entre las experiencias de un individuo y sus concepciones e ideas actuales. El proceso de aprender en un modelo de cambio conceptual depende en gran medida de la **integración de las concepciones del individuo con la nueva información**. Si sabe un poco acerca del tema de estudio, será más probable que la nueva información sea combinada más fácilmente con sus ideas existentes. El proceso que se toma en cuenta para describir este evento es el de Posner, el cual se refiere a la asimilación. En donde puede suceder que el individuo pudo desarrollar bien los conceptos acerca del tema de estudio, pero frecuentemente estos conceptos pueden conflictuar y ser contrarios a lo que se entiende como verdadero por los expertos. Tales ideas individuales son a menudo referidas como marcos de trabajo alternativo y son muy resistentes al cambio. Este proceso es lo que Posner refiere como acomodación. Los procesos de asimilación y acomodación son guiados sobre todo por el principio de equilibrio, por medio del cual los individuos buscan una homeostásis relativamente estable entre las concepciones internas y la información nueva en el medio ambiente.

Es claro que el proceso de acomodación es crítico para el desarrollo de la comunidad estudiantil, pero sin este proceso de acomodación habría poco crecimiento conceptual. La primera condición para que haya un cambio conceptual es que exista una falta de satisfacción con las concepciones actuales, así el individuo considerará un cambio en su punto de vista y por tanto de los conocimientos que maneja. La segunda condición es que la nueva concepción sea inteligible. A fin de que un individuo considere esa nueva concepción como mejor, con respecto a su concepción actual. La tercera condición es que el nuevo concepto sea plausible. Finalmente, la cuarta condición establece que el nuevo concepto debe ser fructífero, esto es, debe tener poder explicativo y/o sugerir nuevas áreas para la investigación.

La anterior descripción para las cuatro condiciones necesarias para el cambio conceptual provee un modelo interesante de cómo los que aprenden podrían llegar a cambiar sus creencias acerca de las materias académicas, pero esto

¹¹² Latour, B, 1987.

Knorr-Cetina, 1981; en Pitrich, Marx y Boyle, 1993.

¹¹³ Cole, S, 1992.

¹¹⁴ Chapman, 1988; Piaget, 1985, en Pitrich, Marx y Boyle, 1993.

sustenta un proceso muy racional de cambio cognitivo. Brown, Bransford, Ferrara y Campione¹¹⁵ expresan que el aprendizaje académico es una cognición "fría y aislada". Esto, de acuerdo a los autores, sugiere que los que aprenden se comportan de manera muy semejante a los científicos cuando no están satisfechos con una idea, entonces buscan otros constructos inteligibles, plausibles y fructíferos con lo cual balancearán su modelo conceptual general. Sin embargo existen razones teóricas y empíricas para creer que **los aprendizajes académicos no son fríos y aislados.**

A este respecto, hay evidencias empíricas que muestran que las **creencias motivacionales** que más influencia tienen en los estudiantes son las de auto eficacia, las metas que ellos tienen hacia el aprendizaje pueden influenciar su compromiso cognitivo en una tarea académica.¹¹⁶

Existe investigación teórica y empírica que sugiere que el aprendizaje individual en los salones de clase no es aislado, sino que esta influenciado por las interacciones de los compañeros y el maestro. Además de la influencia de las creencias individuales.

La suposición de que los estudiantes se aproximan a sus salones de clase para aprender con una meta racional para dar sentido a la información recibida y coordinarla con sus concepciones previas podría no ser del todo exacta. **Los estudiantes tienen muchas metas sociales en el contexto del salón de clases además del aprendizaje, tales como hacer amigos, encontrar un novio o novia, o impresionar a sus colegas,¹¹⁷ quizá también agrada a sus padres, lo cual puede variar el compromiso intelectual. Incluso los estudiantes podrían adoptar diferentes orientaciones con respecto a su aprendizaje.**

A este respecto, en la enseñanza aprendizaje de las ciencias hay quienes creen que la mayoría de los científicos internalizan normas de la comunidad científica y las toman como metas personales, pero es dudoso que los estudiantes en el salón de clases sean miembros de una comunidad que opera con cierta meta de entendimiento o que los estudiantes de manera individual internalicen esta meta.

Reif y Larkin han argumentado que las metas individuales para la vida diaria conducen a satisfacer una cierta explicación y predicción que les ayude a conducir "una buena vida", no están buscando una explicación óptima ni la explicación que los científicos típicamente adoptan como metas para su trabajo. Dado que el salón de clases podría no crear o respaldar una comunidad comprometida hacia el aprendizaje, **la metáfora del cambio científico puede no ser tan aplicable así como el modelo para el cambio conceptual frío en el salón de clases.** De esta forma se puede ver que hay ciertas limitaciones para la posibilidad de que exista una teoría de cambio conceptual para explicar el aprendizaje en los salones de clase. De lo cual se ha mostrado que dos de los más grandes problemas son la falta de razonamiento teórico acerca de la forma en que:

- a) Las creencias motivacionales individuales acerca de sí mismo influyen en el salón de clases, y

¹¹⁵ Brown, A., Bransford, J, Ferrara y Campione, 1983

¹¹⁶ Pintrich y Schrauben, 1992; en Pintrich, Marx y Boyle, 1993.

¹¹⁷ Wentzel, 1991; Ibid. 1993.

- b) El papel del individuo en una comunidad de aprendizaje resiste el cambio conceptual instruccionalmente guiado.

Si los estudiantes quieren decodificar nuevos conceptos para hacer plausible la nueva información adquirida, entonces tienen que usar varias estrategias involucradas en los procesos cognitivos más profundos como elaboración de mapas conceptuales, redes de trabajo, síntesis, ya que estas han facilitado la decodificación y el aprendizaje. De la misma forma podrían activar y utilizar sus conocimientos previos a fin de integrarlos con la nueva información de una manera lógica y coherente, en lugar de sólo separarla en pedazos para ser recordada. También es necesario desarrollar la capacidad y la inquietud en los estudiantes de identificar los problemas para posteriormente resolverlos.¹¹⁸

Otra estrategia cognitiva es el auto examen y el auto cuestionamiento para determinar si las nuevas ideas son inteligibles para ellos dado su conocimiento previo. Todo este tipo de compromiso cognitivo a menudo requiere más esfuerzo y persistencia de parte de quien aprende, lo cual puede convertir las estrategias en un elemento de control, en tanto que los estudiantes se esfuerzan en resolver tareas más desafiantes.

En cuanto a las creencias motivacionales de los estudiantes, ya Piaget había hecho notar que la cognición y el afecto eran inseparables y propuso que el afecto (específicamente el interés por hacer o conocer algo) estaba relacionado con el esfuerzo puesto en todas las acciones, incluyendo la actividad cognitiva.

Existen otras creencias motivacionales que influirían en la calidad y la velocidad cognitiva del estudiante, así como las razones que tienen los estudiantes para realizar una tarea (los componentes de **valor** que incluyen la orientación de una meta, su interés e importancia), y sus creencias acerca de su propia capacidad para desempeñar dicha tarea, en donde influye de manera importante su auto estima. Es importante hacer notar que dichas creencias motivacionales son creadas, conformadas y restringidas por varios aspectos del contexto del salón de clases (ver cuadro 1). Es así como, el estudio de los valores transmitidos a través de la enseñanza en general cobran una amplia importancia.

Orientación de metas y el cambio conceptual

Los estudiantes que adoptan una orientación de dominio del conocimiento se supone que se enfocan en el aprendizaje, entendimiento y dominio de la tarea, mientras que aquellos que adoptan una orientación de desempeño se supone que se enfocan sólo en obtener una buena calificación y ser mejores que los otros. A este respecto Pintrich cita que ha habido un buen número de estudios que han mostrado que estos dos diferentes tipos de orientación de metas pueden conducir a diferentes patrones de compromiso cognitivo.

Los resultados obtenidos a este respecto sugieren que cuando se requiere por parte de los estudiantes, procesar material un poco más profundo, enfocado para

¹¹⁸ Reif, F., y Larkin, J., 1991.

lograr un cambio conceptual, es más probable que procesen la información de tal forma que aumente la probabilidad para que el cambio conceptual ocurra.

CUADRO I

Factores cognitivos motivacionales y conceptuales del salón de clases relacionados con el proceso de cambio conceptual.

Factores conceptuales del salón de clases	Factores motivacionales	Factores cognitivos	Condiciones para el cambio conceptual
Estructura de tareas Auténticas Desafiantes	Metas de dominio	Atención selectiva	Falta de satisfacción
	Creencias epistémicas	Activación del Conocimiento previo	Inteligibilidad
Estructuras de Autoridad Selección óptima Desafío óptimo	Interés personal	Proceso más profundo Elaboración Organización	Plausibilidad
Estructuras de Evaluación Basadas en el mejoramiento Errores como positivos	Valor de utilidad		Utilidad
Manejo de clase Uso del tiempo Normas para el compromiso	Importancia	Encontrar y solucionar problemas	
	Auto-eficiencia	Evaluación metacognitiva y control	
	Creencias de control		
Modelo de maestro Pensamiento científico Disposiciones científicas		Control voluntario y regulación	
Andamiaje del maestro Cognición Motivación			

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tomado de P. R. Pintrich, R. W. Marx y R. A. Boyle, 1993.

Reif y Larkin, Cole y Thagard¹¹⁹ han señalado que los científicos tienen un cierto número de metas operando mientras se encuentran involucrados en una investigación, aunque casi siempre tienen una meta definida con respecto al fenómeno que están estudiando.

Parece haber varias dimensiones importantes en los salones de clases que pueden influenciar la adopción de una orientación de dominio de conocimientos y por tanto, influir en ellos para que se esfuerzen por lograr sus metas de aprendizaje. A este respecto, la naturaleza de las tareas que son solicitadas a los estudiantes pueden ser desafiantes, significativas, auténticas y reales de tal modo que sean relevantes para la vida exterior de la escuela, y por lo tanto la trasciendan.

Si esto es cierto, entonces dicha tarea puede facilitar la adopción de una meta de dominio del conocimiento. Sin embargo, en la mayoría de los salones de clases no se ofrece a los estudiantes la oportunidad de trabajar en tareas que comprometan realmente en forma cognitiva a los estudiantes. Lo cual disminuye la motivación y las oportunidades para transferir el conocimiento aprendido de la escuela a otros contextos. Al mismo tiempo, la estructura de autonomía de los salones de clase, frecuentemente impide a los estudiantes la selección o control sobre sus actividades, lo que disminuye la probabilidad de que una orientación de dominio de conocimiento sea desarrollada por parte de ellos. Finalmente, los procesos de evaluación que se enfocan en la competencia, la comparación social y las recompensas externas pueden adoptar una sola orientación de desempeño de metas en donde el que aprende se enfoca en ser mejor que los otros en lugar de esforzarse en adquirir una comprensión más amplia y profunda del contenido escolar. Lo cual también puede influir en la naturaleza del proceso cognitivo y potenciar el cambio conceptual. Estas uniones entre contexto escolar, orientación motivacional de metas y cognición sugieren que podría no ser suficiente que los maestros presentaran nueva información y sólo con esto lograr un cambio conceptual formal, pero si que crearía desequilibrio o falta de satisfacción por parte de los estudiantes. Si los maestros usan un modelo de cambio conceptual en la instrucción escolar sin cambiar las tareas tradicionales así como la autoridad mal aplicada y la evaluación del salón de clases, esto tendería a minimizar los intentos del maestro de tener a los estudiantes comprometidos con el material de una manera profunda y reflexiva. Así, por ejemplo, una concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza escolar se justifica si puede contribuir a resolver los problemas que se observan en el aula. Sobre todo si sirve para capacitar al profesor en el manejo de los recursos que le permitan comprender y afrontar sin angustia y frustraciones los problemas prácticos que surgen en la enseñanza. Indiscutiblemente el cambio de las estructuras del salón de clases crea demandas adicionales sobre el sistema de manejo de tareas y actividades diversas. Por ejemplo, los métodos de descubrimiento e investigación (los cuales son sugeridos como formas potenciales para generar el cambio conceptual) a menudo necesitan realizar tareas auténticas para lograr esta finalidad, así como la realización de

¹¹⁹ Reif y Larkin, 1991; Cole, 1992 y Thagard, 1992.

experimentos de ciencia real. Esto para las autoridades escolares a primera vista significa muchos problemas que al parecer no están capacitados para resolver o no le quieren dedicar el tiempo y esfuerzo necesarios.

Las tareas desafiantes y diferentes pueden generar ambigüedad y un mayor compromiso para maestros y estudiantes.

Por su parte, los estudiantes acostumbrados a las tareas que requieren preferentemente un mínimo compromiso, se resisten a los intentos de los maestros para comprometerse en tareas más ambiciosas.

McCaslin y Good¹²⁰ han argumentado que es importante desarrollar sistemas de manejo con autoridad que puedan ayudar a los estudiantes a ser más activos, comprometidos en la resolución de problemas y con el aprendizaje significativo. No comprometidos con el sistema autoritario actual que niega las capacidades potenciales del ser humano, lo cual genera entre otras cosas pasividad y falta de libertad en muchos sentidos, así como falta de seguridad en sí mismo. En resumen, los factores conceptuales de las tareas en el salón de clases, estructuras de autoridad y evaluación mal enfocada o exagerada, pueden influir en la motivación y cognición de los estudiantes. También pueden facilitar o negar el potencial para el cambio conceptual ya que dichas metas de aprendizaje sólo se enfocan en sí mismas.

A este respecto Kruglanski¹²¹ ha sugerido que los individuos podrían tener diferentes metas o motivaciones acerca del conocimiento como objeto, es decir, el conocimiento epistémico. La mayoría del trabajo empírico que respalda dicho conocimiento, de acuerdo a la teoría de Kruglanski, ha sido relacionado con los aspectos socio cognitivos tales como el cambio de actitud hacia el aprendizaje, la propia percepción personal y creencias que se le atribuyen al proceso de enseñanza aprendizaje. Sin embargo, el modelo supone que los individuos son procesadores activos de información que desarrollan y prueban hipótesis acerca del conocimiento de sí mismos, de otra gente y del mundo social. Esta concepción es idéntica a la suposición de la teoría del cambio conceptual, en donde los individuos actúan como científicos en tanto tratan de entender al mundo natural, cosa que en la realidad no sucede.

En contraste con los modelos de cambio conceptual, en el modelo de Kruglanski el proceso de desarrollo y prueba de hipótesis es una función de ambos procesos; el cognitivo y el motivacional. Los factores cognitivos que influyen en la generación y prueba de hipótesis son la disponibilidad y la accesibilidad al conocimiento.¹²² Este modelo en general no es diferente de muchos modelos cognitivos relacionados con el papel del conocimiento. Sin embargo es conveniente reconocer que los individuos comunes no están probando sus hipótesis todo el tiempo.

¹²⁰ McCaslin, M., y Good, T, 1992.

¹²¹ Kruglanski, 1989, en Pittrich, Marx y Boyle, 1993.

¹²² La disponibilidad se refiere a todas las estructuras posibles a las que un individuo puede potencialmente acceder. Accesibilidad se refiere a las estructuras de conocimiento real que un individuo activa en un contexto específico.

Por su parte, las motivaciones epistémicas, motivaciones que son elaboradas con el deseo de acercarse al conocimiento, proveen los mecanismos psicológicos para el inicio, guía y cese del trabajo cognitivo involucrado en el desarrollo y prueba de las hipótesis. Kruglanski usa la metáfora de congelamiento o descongelamiento de la cognición para ilustrar la influencia potencial de las motivaciones epistémicas. Congelar la cognición se refiere al proceso en donde los individuos no intentan desarrollar o probar nuevas ideas. El individuo básicamente no busca nueva información o desecha información relevante que podría contradecir las creencias ya establecidas o las estructuras de conocimiento que son activadas en esa situación. El descongelamiento se refiere a la búsqueda individual activa de nueva información, cuestionamiento de viejas creencias, uso de nuevas hipótesis e intentos de solución de problemas o resolución de discrepancias. Esto se parece mucho a los procesos cognitivos que se supone deben de llevarse a cabo cuando los individuos tienen que acomodar nueva información en los modelos de cambio conceptual.

La motivación epistémica de búsqueda de significado o de cercanía al conocimiento, se refiere a los intentos de un individuo para obtener una respuesta a una pregunta o resolución para un problema, por lo tanto llegan a estar en el proceso de generación de hipótesis y prueba de ellas. Cuando lo que se trata de hacer es evitar la cercanía antes mencionada, los individuos dilatan la resolución de un problema a favor de una continua búsqueda de información y prueba de hipótesis.

Los individuos comunes podrían estar buscando una cercanía no específica, y de este modo encontrar una respuesta cualquiera a su pregunta (tan rápido como sea posible). En contraste a esto, los individuos que si están buscando cercanía específica con el conocimiento se comprometerán en actividades cognitivas hasta que obtengan una respuesta satisfactoria. Kruglanski señala que la actividad cognitiva no es solamente iniciada y concluida por estas motivaciones epistémicas, sino que, cuando están operando bajo una meta de especificidad, el procesamiento de información de un individuo será guiado en ciertas direcciones (lo deseable es que sea guiado hacia la respuesta específica)¹²³.

Además de estas dos formas entre la cercanía y la especificidad de conocimiento, Kruglanski también predice que el nivel de conocimiento puede influir en la cognición cuando es combinada con motivaciones epistémicas. Esto es, los estudiantes que tienen bajo conocimiento previo en el área y tienen una necesidad de buscar cercanía específica se comprometerán en una intensa búsqueda cognitiva (descongelamiento) para dar una respuesta cualquiera, una vez hecho esto, la actividad cognitiva estará concluida. De la misma manera, un estudiante

¹²³ Cuando lo que se trata de hacer es evitar la cercanía antes mencionada, los individuos dilatan la resolución de un problema a favor de una continua búsqueda de información y prueba de hipótesis. Los individuos comunes podrían estar buscando una cercanía no específica, y de este modo encontrar una respuesta cualquiera a su pregunta (tan rápido como sea posible). En contraste a esto, los individuos que si están buscando cercanía específica con el conocimiento se comprometerán en actividades cognitivas hasta que obtengan una respuesta satisfactoria. Kruglanski señala que la actividad cognitiva no es solamente iniciada y concluida con estas motivaciones epistémicas, sino que cuando están operando bajo una meta de especificidad, el procesamiento de información de un individuo será guiado en ciertas direcciones, lo deseable es que sea guiado hacia la respuesta específica. Kunda, 1990; *Ibid*, 1993.

con un alto nivel de conocimiento en un área que tiene la necesidad de buscar una cercanía no específica, estaría comprometido de diferente manera en la elaboración posterior de actividad cognitiva porque ya tiene una respuesta basada en su conocimiento previo. Se debe señalar que se mantiene la actividad cognitiva hasta que una respuesta en particular sea encontrada. De acuerdo con esto, los estudiantes con bajo conocimiento que están buscando cercanía específica podrían comprometerse en una actividad más extensa que los estudiantes con bajo conocimiento que estén buscando cercanía no específica de conocimiento.

En el trabajo empírico Kruglanski ha demostrado que las cuatro diferentes motivaciones epistémicas pueden ser activadas por ciertos elementos del entorno. Por ejemplo al establecer un tiempo dado a una tarea, presiona la necesidad de encontrar respuestas claras y definitivas que usualmente conducen a la búsqueda de la cercanía. Presiona también la probabilidad de estar equivocados en las respuestas, así como la evaluación que se le dé a dicha tarea. La mayoría de las actividades en los salones de clase tienen esos tipos de presión y los maestros tienen aún la libertad de aumentar esa presión. Esto podría tender a crear sólo la necesidad de cercanía al conocimiento con el consecuente **decrecimiento en la actividad cognitiva**. De hecho, en la literatura de la educación de la ciencia, existe la evidencia de que en muchos de los laboratorios de esta área son de **verificación, no de solución de problemas**. En síntesis, la organización del salón de clases y la naturaleza de muchas tareas académicas en el mismo, en el mejor de los casos, alienta a los estudiantes **sólo a resolverlas, no a ir más allá**. Por lo que se deben crear mejores proyectos educativos con un objetivo de aprendizaje bien definido. A este tipo de trabajos se les ha dado el nombre de **tareas auténticas**, las cuales podrían conducir a una actividad que si garantice el aprendizaje cognitivo.

Por todo lo antes expuesto, existe una necesidad de investigar los nexos empíricos entre las metas de los estudiantes como son: el dominio de la tarea a realizar, metas de desempeño, objetivos epistémicos, la cognición de los estudiantes y el cambio conceptual. Cabe señalar que Kruglanski considera que los nexos entre las metas de dominio motivacional y la cognición de los estudiantes no han sido bien documentadas, pero tampoco el nexo al cambio conceptual real.¹²⁴

Por lo que existe la necesidad de investigar sobre cómo las diferentes variables contextuales del salón de clases moderan y condicionan las relaciones entre las metas propuestas y las alcanzadas, así como su influencia el proceso de cognición y los cambios conceptuales de los estudiantes. Las diferentes metas de los estudiantes y otras creencias motivacionales no son necesariamente las mismas para cada uno de ellos, por lo que serían activadas en diferentes

¹²⁴ Existe una amplia necesidad de examinar cómo otras metas podrían complementar, compensar o conflictuar con las metas de dominio y de desempeño motivacional. Además de que las metas epistémicas no han sido analizadas en estudiantes jóvenes en el contexto del salón de clases, así que no está claro si se pueden aseverar metas epistémicas en los niños y si están relacionadas con los procesos de aprendizaje en los salones de clase.

contextos del salón de clases, debido a esto es poco recomendable seguir a pie y puntillas un programa de estudios sea el área que sea.

Así, el conocimiento previo juega un rol paradójico en el cambio conceptual, ya que este puede impedir que se dé dicho cambio si este conocimiento no es verídico, pero es parte de una serie de creencias fuertemente sostenidas. El conocimiento previo forma un marco referencial para juzgar la validez de la nueva información que ha de ser aprendida y por tanto "fuerza cierta uniformidad" para el desarrollo de un nuevo conocimiento.

Las creencias motivacionales pueden influir en el pensamiento de los estudiantes para resolver de manera satisfactoria las diferentes demandas que tiene que enfrentar en el salón de clase. Será un ambiente reestructurado del salón de clases y escolar (con respecto al actual), el que muy probablemente facilitará que se logre un verdadero cambio conceptual individual, y ayudará a que se desarrolle una comunidad de estudiantes verdaderamente motivados hacia el aprendizaje.¹²⁵

En conclusión, los contextos de la escuela y del salón de clases están diseñados y operan en tal forma que contradicen la manera en la que una comunidad de estudiantes propositivos podría actuar. Existen abundantes evidencias de que mucho de lo que sucede en la escuela es manejado por la **necesidad de mantener normas burocráticas e institucionales más que normas escolares necesarias y útiles**. Mucha literatura de investigación educativa documenta y apoya esta realidad. Por lo que se señala enfáticamente que es necesario reestructurar los salones de clase y las normas adoptadas en las escuelas para poder desarrollar una comunidad de "aprendedores" intencionales, motivados y pensantes que tengan una **meta no solo cognitiva sino también personal** para alcanzar mejores niveles de conocimiento.¹²⁶

El cambio de actitudes ayudará al cambio de **prácticas educativas**. Es necesario establecer un ambiente escolar en donde se facilite la comunicación maestro-estudiantes, una correcta negociación de objetivos de aprendizaje y de la estructura de participación de toda el aula de manera que sea posible explicar, comunicar y negociar significados, **asumir responsabilidades** y fijarse metas personales y colectivas.¹²⁷ La proposición de modelos educativos accesibles, la contextualización y uso de referentes adecuados; la reformulación y reconversión de demandas para el ajuste progresivo a las necesidades y posibilidades de los estudiantes, en general el uso de puentes cognitivos; la selección, elaboración y

¹²⁵ Pintrich, Marx y Boyle, 1993.

¹²⁶ Por otra parte, la puesta en práctica de la enseñanza debería partir de un saber, un saber hacer y de actitudes construidas por el profesor como resultado de su reflexión sobre los problemas relacionados con sus propios modos de enseñar y con las dificultades de aprendizaje del alumno. Es decir tiene que haber una implicación personal por parte del profesorado en su propio cambio y mejora profesional. Lo que implica una cierta disposición entusiasta por la enseñanza. Es recomendable el interés activo y la reflexión además de que se auxilie de técnicas que le sirvan para evaluar y planificar su que hacer docente. Así como elaborar los recursos conceptuales y metodológicos que puedan y sepan manejar y de este modo afrontar los retos de la enseñanza. Es recomendable también la relación directa con los estudiantes con la finalidad de desarrollar actividades educativas que además de aportar un aprendizaje puedan también mejorar las estrategias comunicativas, de regulación participativa y el control de los estudiantes en las actividades de aprendizaje.

Hernández Antonio, 1997.

¹²⁷ *Ibid.*, 1997

uso abierto de los mediadores del aprendizaje (materiales e instrumentos) De esta manera la acción educativa será más fluida y enriquecedora en general.¹²⁴

Por esto, es necesario precisar que es lo que se quiere lograr con la enseñanza académica de las disciplinas científicas, ya que un conocimiento escolar específico ayudará a propiciar una cultura científica escolar sin tantas pretensiones de transmisión de información científica académica como la que se ha pretendido alcanzar hasta ahora. Lo que se trata de plantear, partiendo de una posición epistemológica sobre el sentido del conocimiento, es si los fines de formación científica que se pretenden alcanzar pueden cumplirse con los actuales planteamientos curriculares, que **perpetúan una concepción hegemónica sobre lo que en la actualidad debería entenderse por conocimiento científico.**¹²⁹

A este respecto, se tendrían que revisar la permanente insistencia en descartar el conocimiento cotidiano por la acción del conocimiento académico. El conocimiento cotidiano cumple un papel fundamental en la comprensión y acción de las personas en contextos de actividad específicos, por tanto, no existe ninguna razón para gastar esfuerzos y recursos educativos en anularlo. Así, Armay sugiere que no deberíamos seguir considerando al conocimiento cotidiano como sinónimo de mal conocimiento. Más aún, lo que se entiende como conocimiento escolar debería **coexistir, ser compatible y explícito** con respecto al conocimiento cotidiano. El conocimiento escolar tendría que implicar al conocimiento cotidiano para que los estudiantes tuvieran la oportunidad de hacer más complejo su pensamiento (el cual merecería llamarse conocimiento integral) a partir de un conocimiento popular (conformado en su mayor parte por teorías implícitas).

El proceso de adquisición del conocimiento escolar, entre otros aspectos, debería enriquecer el campo de la experiencia de los estudiantes proponiendo conocimientos específicos cuyos propósitos y contenidos estuviesen adaptados a la necesidad de **construir modelos plausibles de la realidad, y no solo modelos científicamente correctos.**

Como consecuencia, se tendría que discutir acerca de los procesos y contenidos de lo que se suele denominar conocimiento científico ya que en muchos casos es difícilmente compatible con el conocimiento escolar, dado que su enseñanza en términos de transmisión de contenidos formales con que hoy se plantean desde el currículum prescrito intenta trasladar contenidos y procedimientos que **tienen sentido en unos contextos de actividad científica específica pero no en otros**, como sucede en el ámbito escolar. Motivo por el cual muchos contenidos implícitos en los programas de estudio, procedimientos y fines se vuelven irrelevantes. En consecuencia, se puede expresar que está por definirse más claramente el papel del conocimiento científico en la escuela, o más aún, si se prefiere, no existe un conocimiento científico escolar específico, lo que significa que se debería aclarar, entre otros aspectos que opciones podemos y queremos adoptar: **Transmitir información científica, formar futuros científicos, propiciar consumidores de ciencia, o personas críticas frente al desarrollo**

131 Ibidem, 1997.
129 Armay, J, 1997.

científico y tecnológico.¹³⁰ Dependiendo de la opción que se tome los caminos a seguir en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia puede variar sustancialmente.¹³¹

A este respecto si se analiza los recientes problemas detectados en la enseñanza de la ciencia se puede comprobar que muchos de ellos son motivados por las dificultades encontradas cuando los estudiantes necesitan adoptar un marco interpretativo científico en el análisis de la realidad. La propuesta del cambio conceptual, por ejemplo ha intentado cambiar los marcos de referencia de los conceptos cotidianos por conceptos científicos¹³², aunque en muy pocas experiencias concretas los resultados han sido los esperados. Es posible que esto tenga que ver con la poca importancia práctica que hasta ahora se ha dado al conocimiento cotidiano, al cual se le ha considerado, casi desde todas las perspectivas como una fuente contaminadora en diferentes dominios del aprendizaje. ¿ No será que al desconocer la importancia y potencia cognitiva del conocimiento cotidiano, la enseñanza de la ciencia ha sobre valorado las posibilidades reales de cambio conceptual y de entendimiento entre conocimiento cotidiano y científico?¹³³

De esta manera podemos observar que el conocimiento escolar logra modificar muy poco al conocimiento natural y no logra alcanzar las metas del conocimiento científico. Existe una cierta unanimidad entre los autores en señalar que el conocimiento científico tiene una cierta evolución histórica determinada, resuelve determinado tipo de problemas, tiene métodos y procedimientos específicos, está basada en un determinado tipo de contenidos, forma parte de una estructura específica dentro de la división de trabajo, etc. Entonces lo que se enseña en la escuela es algo muy distinto. Continuamente se ha tratado de disfrazar la complejidad del conocimiento científico haciendo una versión escolar de él y no se plantea como lo que es, es decir, con toda su extensión y complejidad.

Se ha tratado de traducir o de adaptar dicho conocimiento para hacerlo asequible al estudiantado, o bien se ha tratado que ellos se adapten a lo que prescriben los programas escolares.

Todo esto nos lleva a reflexionar, que las disciplinas académicas en muchos casos se justifican solo para promocionar cierto conocimiento dentro del sistema

¹³⁰ A este respecto, en lo personal optaría por la última opción ya que las necesidades de la sociedad actual así lo requieren.

¹³¹ Armay, José, 1997.

¹³² Driver, 1989.

¹³³ ...Los malentendidos de la ciencia se podrán corregir cuando nos demos cuenta de hasta que punto la ciencia es "no natural". La ciencia implica una forma especial de pensar que resulta no natural por dos razones: en primer lugar, el mundo no está construido sobre la base del sentido común. Esto significa que el pensamiento natural, es decir, lo que consideramos como sentido común normal y cotidiano, no nos proporcionará nunca una forma de comprender la naturaleza de la ciencia. Salvo raras excepciones, las ideas científicas van contra la intuición: no pueden adquirirse limitándose a inspeccionar los fenómenos, y con frecuencia se encuentran al margen de la experiencia cotidiana. En segundo lugar, la práctica de la ciencia exige estar en todo momento alerta y ser consciente de los riesgos del pensamiento natural. Pues el sentido común propende al error cuando se aplica a problemas que exigen un pensamiento riguroso y cuantitativo. Wolpert, 1994; en Armay, José, 1997.

educativo, pero no siempre sirven como soporte que cualifique para una comprensión más científica de nuestra realidad cotidiana.¹³⁴

A pesar de esto, el curriculum escolar continúa obedeciendo a una visión reducida de las disciplinas. Cualquier intento por cambiar la rigidez conceptual y temática del curriculum es limitado (en la mayoría de los casos) Nadie ha podido trastocar el orden de saberes establecidos, lo cual continúa siendo uno de los grandes enigmas de la educación contemporánea. El control institucional que, en mayor o menor medida, los gobiernos introducen en aspectos como el curriculum, formación del profesorado, financiamiento, etc., es una de las características que determinan los límites de la discusión sobre las posibilidades de cambio de la realidad escolar.

¹³⁴ Aunque nuestra comprensión cotidiana ha incorporado y asimilado muchos aspectos que en el pasado formaban parte de la ciencia, se ha apartado cada vez más la ciencia del presente. La ciencia ha avanzado con demasiada rapidez como para que el hombre de la calle pueda comprenderla. El abismo que se abre entre la ciencia y el sentido común es una consecuencia directa de una de las tendencias fundamentales en el desarrollo de las sociedades industriales modernas, y sólo mediante cambios sociales totalmente revolucionarios y de gran alcance se podría comenzar a superarlo. Barnes 1987; *Ibid*, 1997.

3.1 Importancia de la Enseñanza de la Biología

La enseñanza de la biología en la escuela secundaria busca que los estudiantes de este nivel educativo aprovechen el conocimiento biológico en su beneficio y que esto en manera de lo posible trascienda el ámbito personal y escolar. Esto al lograrse ayudaría a incrementar su interés por la actividad científica y el conocimiento del mundo vivo, a desarrollar y fortalecer las actitudes de respeto y responsabilidad hacia la naturaleza y hacia sí mismo. Es bien claro que el logro de estos propósitos implica una perspectiva diferente en la metodología de enseñanza, tratar de manera diferente y más completa los contenidos con la finalidad de aterrizar de manera más provechosa para el alumno los conocimientos adquiridos. Así como el desarrollo de nuevas formas de evaluación. En este enfoque es fundamental la labor activa de los estudiantes para poder ser partícipe de los procesos cognitivos que su formación académica implica. La figura del profesor debe también cambiar ya que se sugiere que desarrolle más un papel de facilitador del aprendizaje. El debe por tanto, explorar y aprovechar los conocimientos previos y las experiencias de los estudiantes. De este modo, la enseñanza de la biología en la escuela secundaria exige que el profesor investigue, recupere y aproveche los conocimientos que los estudiantes han adquirido dentro y fuera del ámbito escolar con la finalidad de replantearlos en un momento oportuno. Es también primordial reconocer los problemas detectados durante el proceso de enseñanza-aprendizaje con el objetivo de ayudar a los estudiantes en su aprendizaje oportuno. Esto ayudará en la búsqueda de nuevas rutas de evaluación orientadas más al aspecto cualitativo que cuantitativo, lo que brindará diversas oportunidades para evaluar diferentes aspectos, no sólo los conceptos básicos. Se podrán también evaluar **habilidades, actitudes y valores**.¹³⁵

Esta nueva dimensión formativa que se ha dado a la biología pretende que los estudiantes de dicho nivel adquieran una cultura científica básica que les permita explicar lo que sucede en su propio cuerpo y en su entorno, lo que les permitirá actuar más libre y eficientemente, a favor de su salud y de este modo mejorar su calidad de vida. Esto se considera más importante que hacer un recuento memorístico de todos los tejidos y órganos que constituyen los diversos aparatos y sistemas. En el mismo sentido, es también deseable que los alumnos aprendan los grandes conceptos de la biología, como son los asociados con la herencia, la biodiversidad y la salud, consumo de energía, etc.,¹³⁶ en vez de complejos términos científicos sin líneas conceptuales definidas. Así, las habilidades que se desean fomentar a través de la enseñanza de la biología son la observación, actividad que involucra todos los sentidos y provee oportunidades para conocer e indagar características acerca de sí mismos, así como las de otros seres vivos y el ambiente, tanto de forma directa e indirecta. La formulación de explicaciones personales permite a los estudiantes interactuar con los hechos que les rodean y comparar sus propias explicaciones con la ofrecida por la ciencia, con lo que podrán ampliar y en el mejor de los casos modificar sus propias

¹³⁵ SEP, 2000.

¹³⁶ Ibid, 2000.

explicaciones. Es muy importante la formulación de explicaciones individuales en la aproximación al conocimiento científico, esto entre otras cosas enriquece la visión del mundo vivo y el cambio conceptual.

El adquirir la capacidad de comparar las características de los seres vivos, así como hechos y procesos biológicos del entorno, ideas y afirmaciones, facilita la generalización del conocimiento. Así por ejemplo, medir y calcular son formas de comparación básica, las que a través del estudio de la biología pueden desarrollarse. La habilidad que permite integrar la observación y la comparación es la clasificación, actividad muy provechosa ya que promueve el análisis, la síntesis, la observación de ideas y la elaboración de conclusiones. Clasificar en el ámbito de la biología es una de las principales habilidades del pensamiento ya que fomenta la comprensión de jerarquías taxonómicas y los principios básicos de las clasificaciones naturales de los seres vivos.

La formulación de preguntas y conjeturas razonables a partir de la observación de un hecho o situación de la vida diaria es el punto de partida para realizar comparaciones y analizar situaciones tendientes a propiciar el conocimiento del mundo vivo. Fomentar la habilidad de interpretar consiste en dar significado personal a lo que se lee o se observa. Lo que da oportunidad para organizar pensamientos y mejorar los procesos mentales. Relacionar los hechos observados facilita la comprensión de sus causas y permite elaborar extrapolaciones y predicciones. Desarrollar esta habilidad es fundamental para elaborar predicciones importantes como la observación de la salud y el mejoramiento ambiental.

La toma de decisiones responsables e informadas es indispensable para el desarrollo pleno del adolescente en su vida diaria. Esto presupone la manifestación de valores significativos. A través de ella puede expresar sus deseos, esperanzas y anhelos con responsabilidad en cuestiones tan importantes como su salud, sus relaciones y ambiente real. El compartir y discutir información es necesario para el aprendizaje, ya que es mediante la comunicación y el diálogo con los demás que los estudiantes pueden percatarse de lo que han aprendido, o bien, de lo que aún no han logrado comprender y en qué aspectos es necesario profundizar. Construir visiones a largo plazo, es decir proyectar, para mejorar los análisis de riesgo o costo-beneficio de decisiones que deban ser tomadas, así como para impulsar la participación social.

De la misma manera, es posible fortalecer ciertos valores y actitudes a través del estudio de la biología en la escuela secundaria. Entre ellos se encuentra el respeto a sí mismo y a otros seres vivos, así como sus manifestaciones sanas, al medio ambiente. Con esto se fomentará la convivencia pacífica aunque se piense distinto, evitando con esto la exclusión de miembros de la sociedad, incluso poder desechar prejuicios e ideas sin fundamento.¹³⁷

Un problema muy importante que presentan los estudiantes en esta edad es porque no pueden o no saben asumir sus responsabilidades, es decir, asumir las consecuencias de su comportamiento y de sus decisiones, se espera que este valor sea fortalecido a través del estudio de la biología. En las actividades escolares se espera también promover la solidaridad, ya que a través de ésta se fortalece la empatía y la fraternidad al menos entre los miembros involucrados en

¹³⁷ Ibidem, 2000.

las instituciones educativas. A través de ella los estudiantes también aprenderán cuales son sus derechos y obligaciones, además de fomentarles una voluntad autónoma. Aceptarse y apreciarse a sí mismos es básico para poder lograr el desarrollo pleno como individuo, lo que otorga seguridad y favorece el reconocimiento y la valoración de la forma de pensar y de actuar propio. Esto permite afrontar los desafíos que la vida depara, aceptar errores, defectos y cualidades propias y ajenas. Siendo un preámbulo importante para fomentar el amor por los demás seres vivos y la naturaleza. Es también importante rescatar y promover la justicia, ya que representa equidad y orden, igualdad de oportunidades, así como trato respetuoso y justo a cada persona sin juzgar la situación de vida en la que se encuentra. Es indudable que para asegurar la adquisición de las características antes descritas es meritorio ofrecer una información y una formación distinta a la que hasta ahora se ha venido desarrollando (con amplia influencia positivista), que permite en primer lugar a los estudiantes normalistas (maestros en formación) manejar los contenidos básicos, adquirir y fortalecer diversas habilidades o capacidades así como **valores y actitudes**.¹³⁸

De este modo, la enseñanza de la ciencia debe reflejar los valores científicos ya que la ciencia es algo más que un cuerpo de conocimiento acumulativo. También es una actividad social que incorpora ciertos **valores humanos. Al aprender alguna área del conocimiento científico los estudiantes deben encontrar valores como parte de su experiencia.** Esto debería ser no sólo una exigencia vacía puesta en papel, sino algo que verdaderamente se continuara hasta lograr actitudes concretas y verídicas. Para el logro de esta meta los maestros deben de esforzarse por dar la bienvenida a la curiosidad, recompensar la creatividad y la inventiva. Fortalecer un espíritu de sano cuestionamiento, evitar el dogmatismo, promover respuestas estéticas.¹³⁹ La enseñanza de las ciencias en general, y de la biología en particular debe proponerse contrarrestar las angustias del aprendizaje y temor al fracaso. Estos dos elementos: angustia y temor al fracaso, aunados a todos los problemas que se presentan en un ámbito educativo como el nuestro, no permiten visualizar valor alguno aunque este sea evidente.

¹³⁸ Las capacidades a desarrollar o fortalecer en los estudiantes de la escuela normal son: reflexión, pensamiento racional, diligencia, imparcialidad, investigación, evaluación, facilidad para interpretar información científica y tecnológica. Facilidad de comunicación, adaptabilidad, flexibilidad. Habilidad para planear, desarrollar, adecuar, aplicar, evaluar actividades y estrategias didácticas para lograr eficiencia en los procesos de enseñanza aprendizaje, actitud positiva ante los problemas presentados en el aula. Hacer conciente que la labor educativa requiere un aprendizaje permanente y hacer esto extensivo a los estudiantes. Esforzarse en presentar en su comportamiento las características que el mismo pide a los estudiantes a su cargo. Y finalmente poder estimular el ánimo a la participación social, ya que es fundamental para poder lograr objetivos comunes y complejos. Así como promover las obligaciones compartidas. Además de los conceptos básicos de la disciplina es necesario que el estudiante normalista reconozca la dimensión epistemológica, histórica, pedagógica, psicológica y social del conocimiento biológico, ya que con esto podrá construir estrategias didácticas pertinentes y efectivas. SEP, 2000.

¹³⁹ Muchas personas consideran a la ciencia como algo frío y sin interés. Sin embargo una comprensión científica de, por ejemplo la formación de las estrellas, el azul del cielo o la constitución del corazón humano no necesitan desplazar el significado romántico y espiritual de tales fenómenos. Ciencia y conocimiento para todos? SEP. 1998.

3.2 Importancia de la enseñanza de la Evolución y la Genética.

La biología evolutiva es la rama de la ciencia que estudia los cambios que han sufrido las especies a lo largo del tiempo. Dobzhansky fue contundente al expresar la centralidad de la evolución en el estudio de la biología. Señaló que nada en biología es comprensible si no es a la luz de la genética, ya que ésta es el núcleo explicativo de las ciencias biológicas.¹⁴⁰ Ella provee la infraestructura dentro de la cual la diversidad de la vida y sus procesos se pueden entender como un todo intelectual.¹⁴⁰ Smocovitis por su parte señaló que la biología necesitaba un lenguaje propio que le permitiera interpretar su objeto de estudio desde una visión diferente a la que ofrecía el vitalismo y el mecanicismo¹⁴¹. Dos hechos fueron importantes para el logro de tal fin: el desarrollo de un amplio interés en los aspectos poblacionales de la evolución por parte de algunos jóvenes genetistas y el hecho de que los naturalistas se percatasen de que la interpretación genetista (básicamente la lograda gracias a los trabajos de Mendel) no se oponía a su teoría. La biología se convirtió entonces en una ciencia basada en la observación y la posterior experimentación, adquiriendo entonces su estructura científica sólida, agrupando en consecuencia a las ciencias biológicas (desde los estudios genéticos hasta los paleo antropológicos).¹⁴² Aproximadamente para 1955 se tenía una biología unificada y madura que agrupaba a las diversas disciplinas afines al estudio de la vida, como son la genética y la evolución.

La enseñanza-aprendizaje de la biología, como ya se mencionó anteriormente, es un tema de investigación que a lo largo del siglo XX ha sido estudiado con diferentes enfoques en diversos niveles educativos. Entre los resultados encontrados, destacan aquellos problemas relacionados con la enseñanza de las teorías evolutivas y los conceptos relacionados con ésta¹⁴³, lo que dificulta la interpretación de los fenómenos biológicos de acuerdo con los postulados fundamentales de la teoría evolutiva. Existen amplias dificultades por parte de los estudiantes para establecer relaciones causales entre las diversas facetas del pensamiento evolutivo.¹⁴⁴

A este respecto, incluso los estudiantes universitarios tienen una comprensión pobre de cómo cambia una población, del papel que juega la variación y de la evolución como cambio poblacional, entre otros.¹⁴⁵ Esto a pesar de que se sustenta que el concepto de evolución provee un marco teórico básico que unifica al conocimiento biológico.

A este respecto, en estudios recientes en la carrera de biología, en la Facultad de Ciencias de la UNAM, se muestra que en repetidas ocasiones se han planteado carencias, dificultades y obstáculos importantes. Dichos problemas van desde lo meramente estructural, hasta la definición del tipo de plan de estudios, así como la

¹⁴⁰ Ayala, Francisco, 1994.

¹⁴¹ Smocovitis, 1996

¹⁴² Mayr, E., 1982; Smocovitis, 1996

¹⁴³ Guillén, F., 1998; Brumby, 1984, Sánchez Mora, 2000, Alucema Molina, 1996.

¹⁴⁴ Bishop, B. y Anderson, A., 1990.

¹⁴⁵ Alucema Molina, 1996.

delimitación de los conocimientos científicos que deben ser aprendidos.¹⁴⁶ Existe también un alto índice de reprobación por parte de los estudiantes, sobre todo en materias como Química Orgánica, Bioquímica, Genética y Biología Molecular. Originando con esto que la formación del biólogo sea pobre y de baja calidad, que haya serias deficiencias en el planteamiento de problemas y en el manejo de conceptos básicos de las propias estructuras teóricas, lo que originará que los estudiantes de biología al egresar tengan una visión simplificada y poco clara. Que incluso tiendan a reducir y deformar las problemáticas teóricas complejas que tendrán que abordar en su práctica profesional.

Así, a pesar de que se cuenta con profesores capacitados los estudiantes no aprenden lo que se les enseña. Parece haber una diferencia importante entre el conocimiento ofrecido por el profesor y el conocimiento que el estudiante construye a partir de la información recibida. Se ha planteado, incluso, que es posible que exista una correlación directa entre la experiencia del alumno y su aprendizaje. Pero si en el ámbito de la biología, la evolución es considerada como el tema unificador, se esperaría entonces que en las diferentes materias que se relacionan con ella, se encuentre presente este concepto, en las explicaciones de los fenómenos propios de cada una de ellas. De este modo, formarían ya parte importante de los conceptos que maneja el estudiante de esta área, pero tampoco sucede así.

Entonces cabe preguntarse ¿en qué medida los estudiantes utilizan el concepto de evolución en sus argumentaciones acerca de un tema biológico particular?¹⁴⁷ A este respecto se ha encontrado que no se manejan los conceptos suficientes que expliquen el porqué de los fenómenos biológicos. Esto sucede tanto en las explicaciones que tratan de describir los fenómenos a nivel celular (los cuales incluyen cuestiones genéticas y moleculares) como a nivel macromolecular. Quedando las explicaciones a nivel descriptivo y estático. Siendo escasos los estudiantes que se refieren al proceso señalado en sí.

En cuanto a las concepciones que los estudiantes manifiestan en el salón de clases y las explicaciones que construyen durante el proceso de enseñanza aprendizaje, Campos, Alucema y Barahona, aportan evidencias de que los estudiantes de licenciatura dejan fuera de sus explicaciones los aspectos procesuales contenidos en la teoría evolutiva moderna.¹⁴⁸ Se han identificado un alto número de explicaciones que tienen los estudiantes en cuanto a la evolución, las cuales difieren del pensamiento científico actual.

Concretamente las evidencias encontradas indican que los estudiantes asimilan poco contenido conceptual, aunque lo asimilado tiene un patrón lógico importante. Alucema señala que el concepto de evolución no constituye el núcleo organizador de los temas evolutivos. Cummins por su parte reporta que los estudiantes no utilizan la teoría evolutiva para razonar acerca de evidencias biológicas.

¹⁴⁶ Lo antes mencionado constituye un problema epistemológico que tiene relación con la selección de conceptos, teorías y métodos de la propia ciencia que debe ser resuelto por los especialistas en el área. Alucema Molina, 2000.

¹⁴⁷ Alucema Molina, 1996.

¹⁴⁸ Campos, Alucema y Barahona, 1999

Por tanto, la teoría evolutiva es de difícil abstracción y aprendizaje. Una posible explicación a dicha dificultad es el conflicto que genera en los estudiantes entre el conocimiento científico y la religión. Aunque el conflicto entre religión y ciencia no es el único, la oposición a la teoría evolutiva original de Darwin, tiene relación con creencias seculares,¹⁴⁹ las cuales comprenden un conjunto de ideologías que incluyen: a) ver cualquier grupo natural caracterizado por caracteres estrictos e invariables (esencialismo), b) ver los procesos naturales como fundamentalmente mecánicos y predecibles, c) ver los procesos naturales como dirigidos a una meta (pensamiento teleológico).

Para comprender la teoría sintética de la evolución, el estudiante debe tener una base conceptual muy amplia en diversas disciplinas para lograr interpretar los procesos evolutivos, así como diferenciar las diversas argumentaciones que subyacen en la interpretación de estos procesos, lo cual es bastante complicado. Esto significa que los estudiantes de nivel superior de estudios deben desarrollar la capacidad de aprender, construir y manejar el conocimiento desde la perspectiva misma de la construcción del conocimiento biológico.¹⁵⁰ De acuerdo con Bachelard, no se trata de adquirir una cultura experimental, sino más bien de cambiar la cultura experimental ya existente, de derribar los obstáculos amontonados por la vida cotidiana.¹⁵¹ Ya que la organización que toman los conocimientos adquiridos como resultado del proceso de construcción del conocimiento constituye una estructura conceptual que puede interpretarse como la estructura psicológica de un individuo que ha sido generada a partir de una estructura lógica,¹⁵² formada por conceptos que se conectan entre sí mediante relaciones lógicas asociadas a un contenido.¹⁵³

Sánchez Mora, realizó su trabajo doctoral en la enseñanza de la Teoría de la Evolución a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes.¹⁵⁴ En dicho trabajo discute con detalle cuestiones como; el origen de las ideas alternativas sobre evolución así como las alternativas más comunes sobre el mismo tema y hace una clasificación de ellas. Cita algunas estrategias didácticas para la enseñanza de la teoría de la evolución y discute acerca del papel de las analogías en la enseñanza de la teoría de la evolución para contribuir con esto al cambio conceptual. Finalmente aclara que su postura inicial en la que fijaba como meta educativa el rechazo por parte del alumno de sus concepciones alternativas, que se consideraban erróneas o inferiores a las científicas, deberá modificarse hacia una posición más realista en la que se busque que el estudiante sepa utilizar variadas representaciones de los fenómenos naturales para enfrentar diferentes tareas. Qué resulta prácticamente imposible erradicar dichas concepciones, incluso en los estudiantes de final de la carrera de biología. Esto a su criterio, pone en duda muchas aseveraciones teóricas sobre el aprendizaje de las ciencias en general y sobre la teoría de la evolución en particular. Sugiere que una meta

¹⁴⁹ Mayr, E., 1961; en Alucema Molina, 2000.

¹⁵⁰ Hernández, Ruiz y Alucema Molina 1993.

¹⁵¹ Bachelard, Gastón, 1987.

¹⁵² Ausubel, 1973.

¹⁵³ Novak y Gowin, 1984; Prawat, 1989; en Alucema, Molina, 2000.

¹⁵⁴ Sánchez Mora, 2000.

educativa debería de ser que el estudiante logre diferenciar entre las explicaciones lamarckianas, ontogénicas, teleológicas y darwinianas y que las sepa discriminar en función del contexto. Así mismo, que el objeto de la enseñanza científica no es la erradicación de las concepciones alternativas, sino separar las distintas formas de conocimiento (intuitivo, erróneo y científico) y lograr que los alumnos sepan en qué contexto son válidas.¹⁵⁵ Esto significa que formar personas científicamente cultas consiste en propiciar que utilicen significados científicamente aceptados en el contexto adecuado y que tengan la capacidad de discriminarlos de aquellos que la ciencia no acepta. Reconoce que aún falta mucho para entender cómo se lleva a cabo la reestructuración cognitiva. Que aún se requiere investigar cómo ocurre en el aprendizaje de la ciencia en general y de la biología en particular.

Guillén, por su parte, encontró confusiones en los estudiantes en cuanto a conceptos clave de la evolución y sugiere utilizar estrategias didácticas adecuadas para lograr el cambio conceptual deseado.¹⁵⁶ El mismo autor en su trabajo doctoral enfocado en los programas de estudio de educación secundaria en la materia de biología, abordó diversos aspectos relacionados con la enseñanza de la biología en la escuela secundaria: los componentes epistemológicos, los aspectos empíricos asociados al manejo de contenidos biológicos en el aula y la caracterización de los principales problemas que ha enfrentado la enseñanza de la biología en este nivel. Y encontró que:

- Los eventos evolutivos se reconocen en los animales y en el hombre pero no en las plantas
- Los estudiantes reconocen el cambio en los seres vivos a lo largo del tiempo
- La variación ambiental se reconoce como un evento catastrófico
- Los estudiantes confunden términos como adaptación, selección natural, mutación y variabilidad con sus acepciones semánticas usadas en ámbitos científicos
- El desempeño global de todos los grupos en general no alcanzaría una calificación aprobatoria en un sistema escolarizado
- Los estudiantes confunden por qué y cómo ocurre la evolución, en este último caso sus respuestas son completamente incorrectas.

Cortés, analizando los planes y programas de estudio de la escuela secundaria, de 1964 a 1993, encontró que en la escuela secundaria se empezaron a abordar los temas referente a la genética, en forma muy tardía. Pues no fue sino hasta 1974¹⁵⁷, con el cambio de programas de estudio que se empezaron a tocar conceptos muy básico de dicha área, antes sólo se hacía de manera anecdótica citando ejemplos que tenían que ver más con un conocimiento cotidiano pero de

¹⁵⁵ Esto implica un esfuerzo extra por parte del maestro para reconocer y evaluar dichas formas alternativas... y para que uno de sus objetivos sea lograr que el alumno contextualice sus ideas así como el conocimiento científico.

¹⁵⁶ Guillén Rodríguez 1993.

¹⁵⁷ Sólo en el libro "Biología Contemporánea" 1972, del Dr. Enrique Beltrán ya se discutían algunos temas a este respecto de manera menos simplista.

muy bajo nivel descriptivo¹⁵⁸. De 1975 a 1993, en los programas de estudio de biología se desarrollaron casi los mismos temas y conceptos en cuanto a genética, sólo se buscó la mejor manera de exponerlos, haciendo énfasis en los procesos que caracterizan la dinámica de los seres vivos. Pero la forma y la profundidad con que se imparten los temas de genética en la escuela secundaria no están de acuerdo con las necesidades y capacidades del alumno de este nivel, ya que la mayoría de los conceptos científicos que integran los programas de estudio, frecuentemente son definiciones que sólo tienen sentido en el ámbito de investigación de la disciplina, pero fuera de este, difícilmente lo tiene. Por tanto, es necesario definir de manera más objetiva el tipo de contacto que se desea establecer entre dicho conocimiento y el alumno, y darle la debida importancia a diversos temas, para que en el caso particular de la genética, el alumno pueda comprender el porqué de las formas de vida que actualmente existen en la naturaleza así como su importancia, incluyéndolo a él como ser vivo. A través de los programas de estudio diseñados para la escuela secundaria, debido a su rigidez, no es posible dar a conocer el maravilloso mundo biológico y su diversidad existente, ni la importancia y aplicabilidad que tiene dicho conocimiento en la compleja sociedad actual.

Los problemas presentes en la enseñanza de la genética y el pensamiento evolutivo no son un fenómeno aislado, ya que numerosos estudios, incluso en los países del primer mundo, han demostrado que en diferentes medios escolares y sociales, lo que los estudiantes aprenden es también muy poco y en ocasiones es equivocado¹⁵⁹. Entre los temas especialmente difíciles para los alumnos de secundaria, se encuentra la genética y los mecanismos de la evolución. La terminología científica, entre otras cosas, dificulta su comprensión, sobre todo si se trata de un público no especializado. Aquí lo recomendable sería buscar estrategias de enseñanza adecuadas que faciliten la comprensión de dichos temas y tomar muy en cuenta esto para el diseño de materiales educativos de ese nivel educativo. Driver, dice al respecto que es importante que el estudiante diseñe y decida que aparatos utilizar. La realización de actividades de este tipo estimulará su creatividad y la imaginación para que no se conciba a la ciencia como un producto acabado.¹⁶⁰ Esto en un momento dado, va a permitir vincular de manera importante lo que el alumno tiene que realizar de acuerdo al programa de estudio y lo que a él le interesa realizar.

Por otra parte, es muy importante reconocer que en México no están relacionadas las instituciones de investigación científica con las de enseñanza de la misma área, y en caso de haber alguna, es muy deficiente en la mayoría de los casos. Es decir no se hace la investigación debida ni suficiente para lograr un

¹⁵⁸ Para tratar de describir como era que las características genéticas se transmitían de padres a hijos se acostumbraba utilizar expresiones como: "hijo de tigre, pintito" ó "de tal palo, tal astilla".

¹⁵⁹ Acerca de los problemas de aprendizaje de la ciencia ya se ha expuesto ampliamente en la parte correspondiente a: Importancia de la enseñanza de la ciencia.

¹⁶⁰ Es necesario reflexionar sobre esto, ya que para que un estudiante decida que aparatos va a utilizar necesita estar primero bien informado acerca de los elementos básicos que conforman la disciplina que estudiará, por tanto, un estudiante que realiza apenas su primer contacto con el conocimiento científico será muy difícil que esté preparado para tomar tal decisión.

cambio positivo real. Es necesario reconocer que la investigación a este respecto está compuesta por varios pasos, entre ellos el estudio de la problemática educativa, el establecimiento de las posibles estrategias pedagógicas y curriculares necesarias para mejorar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Y finalmente la aplicación de todo esto, pero en la gran mayoría de los casos esto no se lleva a cabo debido a múltiples razones que van desde los recursos materiales, los recursos humanos, el escepticismo, los tradicionalismos por parte de las autoridades educativas y la falta de entusiasmo y preparación de los propios maestros.

Por ejemplo la Facultad de Ciencias fue instituida en 1939 y no fue sino hasta el año de 1996, con el cambio de plan de estudios en el nivel licenciatura, que se le dio la orientación hacia la formación educativa, pero sólo mínimamente, pues es bajísimo el porcentaje de materias que se imparten con este fin. Siendo que la gran mayoría de biólogos, en al menos una parte de su desempeño laboral, se han dedicado a impartir clases ya sea en el nivel medio, medio superior de enseñanza o bien en la misma facultad.¹⁶¹

Otro ejemplo es la Escuela Normal Superior donde se preparan los profesores para impartir asignaturas de ciencias naturales y biología, química, física y matemáticas, que no están vinculados con la investigación científica, con los investigadores y al parecer muy poco con la pedagógica. Los hechos lo confirman. Entonces, ¿qué clase de ciencia se está aprendiendo y como es que se espera que los futuros maestros estén capacitados para preparar a las generaciones cada vez más exigentes de estudiantes?

A partir de investigaciones en el último cuarto del siglo XX en educación básica¹⁶² se formaron dos vertientes, en una de las cuales se propone se enseñen los temas sobre evolución hasta el nivel preparatoria ya que hasta entonces el alumno manejará los elementos necesarios para la integración del conocimiento evolutivo.¹⁶³ Otra proposición es la de Deadman y Kelly, Engel y Wood, que proponen, por el contrario, la necesidad de impartir temas evolutivos en los niveles básicos de enseñanza, pero implementando estrategias para impartirlos de manera más efectiva. Engel y Wood¹⁶⁴ indican que los alumnos de 11 años ya poseen una fuente importante de conocimientos sobre el tema de evolución, adquiridos de manera no formal de educación, en la mayoría de los casos, y señalan como un verdadero problema el hecho de que los alumnos no tengan una formación de este tipo sino hasta preparatoria. Ya que esto ayudará a que continúen con las ideas equivocadas acerca de conceptos relacionados con este tema. Guillén a este respecto dice que aparentemente una parte significativa de los conceptos biológicos esenciales tienen una forma intuitiva en el pensamiento de los estudiantes, pero que algunos de estos conceptos pueden permanecer mucho tiempo y afectar a la comprensión de contenidos biológicos que se presentan en la escuela. Éste es uno de los motivos más importantes por lo que se deben de incluir temas evolutivos en los cursos iniciales de ciencias naturales y

¹⁶¹ Cortés Miranda, 1998.

¹⁶² Brumby, 1979; Bishop y Anderson, 1990.

¹⁶³ Shayer, 1974; en Guillén, 1998.

¹⁶⁴ Engel, E y Wood, 1985.

biología. Con el resultado de los estudios antes presentados y muchos más, que van desde las etapas básicas de estudio, como los presentados por Driver dedicados a niños incluso de jardín de niños, se han podido establecer las estructuras de trabajo para dar sentido a las observaciones hechas sobre la herencia y el pensamiento evolutivo. Aunque se hace necesario mencionar qué, diversos estudios han encontrado que los alumnos antes de una enseñanza específica y formal conocen la palabra gen y menos frecuentemente la palabra cromosoma, sin embargo parecen entender poco acerca de la naturaleza y función de los mismos. No se reconoce que los genes y los cromosomas sean biológicamente básicos para la transmisión de la herencia. Todo lo antes expuesto lleva a reflexionar en la importancia que tiene el conocimiento de la genética y la evolución para explicar correctamente nuestro origen como seres vivos y humanos, y lo importante que debe ser, por tanto dar las herramientas suficientes para poder comprenderlo, desarrollando las estrategias didácticas que faciliten dicha tarea desde el nivel básico de estudios. Y más aún, con la formación de un criterio científico poder formar las redes de comunicación necesarias para que el ser humano aprenda a cuidar mejor nuestro mundo y los seres que en él habitan.

4. Fundación y Desarrollo de la Escuela Secundaria Mexicana.

Este apartado se desarrolla con la finalidad de conocer los objetivos que guiaron la creación de la escuela secundaria y los valores sociales, políticos, filosóficos y educativos considerados importantes en las diferentes etapas que ha vivido esta institución:

En el ámbito mundial de 1900 a 1925 muchos países sufrieron serios desajustes en su estructura como resultado de la Primera Guerra Mundial. Hubo transformaciones en diferentes áreas: política, económica, científica y técnica. Esto recayó también en la cultura, con lo cual se exigieron cambios en el sistema educativo. De esta manera se dieron transformaciones tendientes a independizar la educación secundaria de las instituciones de las cuales dependía con el fin de darle un contenido más educativo y menos instructivo.¹⁶⁵ Esto se presentó en Francia, Inglaterra y Alemania, pero tuvo resonancia en otros países como el nuestro. En México, la escuela secundaria como configuración social ha atravesado por diversos procesos significativos, influidos por la importancia que se le ha dado en diferentes momentos políticos, como por el valor creciente que este nivel escolar fue adquiriendo para la población al paso del tiempo¹⁶⁶.

Así, la escuela secundaria nace ligada a la preparatoria ya que a principios del siglo XX en el esquema educativo sólo figuraban la escuela primaria dividida en elemental y superior, después la educación preparatoria la cual constaba de cinco años de preparación. Es preciso recordar que en ese tiempo el país presentaba un alto grado de analfabetismo y baja escolaridad. Poder estudiar la escuela preparatoria era privilegio sólo de unos cuantos. El movimiento revolucionario fue decisivo ya que oniló a cuestionar la función social de la preparatoria y su relación con la primaria, así como la utilidad de su formación y su extensión a la clase pobre de la población. De esta manera, en 1915 se realizó el Congreso Pedagógico Estatal de Veracruz con el objetivo de vincular la preparación primaria superior con la preparatoria. Entonces se propuso un nivel educativo que funcionara como puente entre primaria y secundaria, con el propósito de "hacer accesible la secundaria " ya que esto era el comienzo de la popularización de la enseñanza o su socialización, lo que se lograría plenamente cuando la escuela hubiese llegado a todas las clases sociales y hubiese satisfecho las necesidades de la vida contemporánea¹⁶⁷. No hubo una extensión a nivel nacional de esta propuesta, pero permitió que antes de la creación formal de la escuela secundaria, funcionaran vanas "secundarias reformadoras" en el estado de Veracruz. Debido a que "el país requería la urgente utilización de las actividades de sus ciudadanos, no podían encerrarlos en las aulas largos años (el promedio de vida en ese entonces era de 40 años), los hombres debían rendir los frutos de sus energías, entonces era necesario utilizarlos desde temprano"¹⁶⁸. Debido a estos

¹⁶⁵ Es decir, "para educar más en la reflexión y formación de la personalidad, más que en la información científica clásica o humanística", Solana, Fernando, 1981.

¹⁶⁶ Sandoval Flores, 1998.

¹⁶⁷ Meneses Morales, 1986.

¹⁶⁸ *Ibid*, 1986.

requerimientos, el plan de estudios de preparatoria se redujo a cuatro años en 1915, ya que esto les permitiría a los estudiantes adquirir los conocimientos necesarios para ingresar a cualquier carrera universitaria, o bien, dedicarse a otras actividades. Sin embargo la necesidad de dividir el ciclo de la preparatoria se planteó ante la Cámara de Diputados ese mismo año ya que era necesario crear una etapa intermedia entre la primaria superior y la preparatoria que permitiera "preparar para la vida" antes de ingresar a una educación que preparara para las profesiones. Así, Moisés Sáenz, introdujo en 1918 una modalidad a través de la cual dividía el nivel de la preparatoria con lo cual la escuela preparatoria preparaba para la vida y para las profesiones, con lo que adquiría una doble condición: propedéutica y terminal.¹⁶⁹ El problema que persistía era que de acuerdo a la realidad nacional, eran escasas las personas que contaban con los medios económicos para acceder a ellas, por lo que había muy pocas escuelas (una por cada millón de habitantes), además de estar concentradas en las grandes ciudades. La creación formal de la secundaria se dio en medio de discusiones, algunas de las cuales aún siguen discutiéndose:

- Era necesario preparar a los jóvenes para incorporarse al mundo del trabajo
- Era necesario extender este nivel escolar a una población más amplia
- Debía vincular a la primaria con la preparatoria, ya que se reconocía que existía un abismo entre ambos niveles

Así, la idea de un nivel educativo secundario que favoreciera una opción educativa menos elitista y más apegada a la realidad y necesidades sociales de los egresados de la escuela primaria fue tomando coherencia.

Cabe recordar que los primeros programas de estudio para la escuela secundaria (antes de que esta fuera instituida a través de un decreto presidencial) estaban influenciados por el liberalismo francés. Estos planes de estudio eran rígidos ya que tendía al orden lógico de las ciencias sin tomar en cuenta las diferencias individuales, habilidades y capacidades de los educandos (lo que parece perdurar hasta nuestros días) Parecía que el objetivo principal era preparar hombres cultos, por tanto no se tomaban en cuenta las cuestiones pedagógicas y psicológicas, lo que originó que no se preparara a las nuevas generaciones para su desempeño eficaz en la vida social y (yo añadiría) laboral.

De acuerdo con Solana, la cultura se apreciaba en ese momento como una simple habilidad para poder reproducir conocimientos hechos, no crearlos, como sucede hasta hoy en buena medida en la educación.

Al iniciar la década de los 20's no existe aún una escuela propia para los adolescentes que ayude a conducir a su integración personal y social con métodos pedagógicos apropiados. Los resultados en materia educativa eran pobres y desoladores, a este respecto González Garza denunció los problemas que a su juicio obstaculizaban la labor educativa en México:

¹⁶⁹ Junto con las materias de cultura general se impartirían en el segundo y tercer año cursos optativos de carácter práctico para ocupaciones diversas, y en el cuarto materias que prepararían para las profesiones.

1) El abandono y falta de respeto de la clase indígena. La concentración de privilegios y riqueza por parte de la clase alta, daban como resultado que el 85% de la población viviera casi en la miseria, siendo explotados y mantenidos en la más absoluta ignorancia.

2) El radicalismo, ya fuera conservador, reaccionario o liberal dañó la educación.

Radicalismo Conservador: el dogmatismo y la inmoralidad de la iglesia tuvieron repercusión en los movimientos sociales. Su extremismo infundió en la educación el espíritu medieval orientado a la teología menospreciando la razón, el cuerpo y la vida sentimental.

El liberalismo: hizo del cultivo de la razón el único ideal educativo, dejando fuera las demás características tan apreciadas del ser humano (esto aún no ha sido superado)

3) La implantación en las escuelas secundarias del positivismo, orientado a instruir al hombre por medio de las ciencias. De esta manera, todas las materias impartidas en la escuela enseñaban a aprovechar exclusivamente la inteligencia.¹⁷⁰ Se creía equivocadamente que la ciencia era la única que protegería a la humanidad de todos sus males. En consecuencia se suprimieron los programas de humanidades y la religión sin importar el vacío que esto produciría (las consecuencias de esta decisión las estamos padeciendo hoy). El positivismo de Comte y el evolucionismo de Spencer alentaron sólo al aspecto informativo de la educación y negligencia o negación del aspecto afectivo y volitivo. Confundiéndose la instrucción con la educación.

González Garza expresó con respecto a estos programas de estudio: "Tal educación incompleta y fragmentada de las escuelas secundarias y profesionales preparan mal para satisfacer las exigencias de una vida verdaderamente civilizada y activa. La única luz que proyecta en nuestro sendero es el principio evolucionista de la supervivencia del más apto las pocas armas que nos ayudan a esgrimir son las adecuadas sólo para la lucha agresiva y de exclusión, no para la tarea pacífica y de cooperación. El individualismo que se asimila en las escuelas secundarias no es aquel lleno de salud, lleno del progreso individual paralelo siempre al progreso colectivo". De este tipo de educación se derivan conceptos erróneos sobre el valor del hombre y la cultura.¹⁷¹

4) La educación nacional desatiende los intereses generales de la población, ya que no establece escuelas de artes y oficios, industriales, politécnicas, comerciales, agrícolas, etc. de acuerdo a las circunstancias de cada región.

¹⁷⁰ Meneas Morales, 1986.

¹⁷¹ "El hombre no es measurable por la eficiencia personal, la probidad de carácter y los servicios prestados a la comunidad, sino por la fortuna material y la capacidad intelectual".

5) La falta de método en el proceso enseñanza-aprendizaje.¹⁷²

6) La falta de maestros idóneos y competentes dificulta la tarea verdaderamente educativa. La dignidad del magisterio no está a la altura del importantísimo servicio que presta a la sociedad.

Del grupo de intelectual que se formó durante el periodo porfirista se distinguió Justo Sierra. Este grupo constituyó una corriente nacionalista con un enfoque social.¹⁷³ Dicha corriente de pensamiento fue continuada en cierta forma por José Vasconcelos, Rafael Ramírez y Moisés Saenz. Fue este último quién hizo la propuesta de creación de la escuela secundaria.

Al sobrevenir la paz en nuestro país, Vasconcelos afrontó el problema de la enseñanza. Envío a las zonas rurales una legión de maestros misioneros, creando así las misiones culturales, las cuales estaban formadas por expertos en distintas áreas, declaró la guerra al analfabetismo, fomentó la enseñanza técnica, promovió el muralismo, sembró los ingredientes de nuestra nacionalidad elaborando un modelo humanista. Estableció la revista *El Maestro*, para Vasconcelos la creación de la SEP constituyó la oportunidad de erigir la nacionalidad mexicana sobre bases culturales que dieran cierta identidad homogénea a todos los habitantes.¹⁷⁴

La Escuela Secundaria nace tratando de estar acorde con el sentido democrático, popular y nacionalista de la Revolución.¹⁷⁵ Con esta finalidad se fundamenta en tres principios:

1. Preparar para la vida ciudadana
2. Propiciar la participación en la producción y en el disfrute de las riquezas
3. Cultivar la personalidad independiente y libre

La Revolución Mexicana trató de transformar el medio social en la misma dirección de la enseñanza, esto es, a favor del pueblo y solucionar los grandes problemas nacionales, los principios más importantes sobre los que se fundamentaron los cambios sugeridos fueron:

¹⁷² González Garza señala que "Por la naturaleza misma de las cosas, el tono general de la educación en México debe ser no exclusivamente académico, sino principalmente práctico".

¹⁷³ Justo Sierra visitó Europa y delineó claramente una pedagogía social orientada y dirigida por el Estado, reiteró la diferencia entre la instrucción y la educación, además de subrayar la necesidad de educar a la mujer. Sierra restableció también la Universidad de México con agrupaciones orgánicas de institutos docentes y de investigación, los que fueron impactados de forma negativa al iniciarse la revolución mexicana. Meneses Morales E, 1996.

¹⁷⁴ *Ibid*, 1996.

¹⁷⁵ "Alejada ya del escolasticismo colonial, despreñada del bronco racionalismo reformista y a espaldas del positivismo", para dar cauce a su propia historia se asienta en la doctrina de la Revolución.

- 1) El nacionalismo. La educación debería ser esencialmente nacionalista y debería dotar a la juventud de un carácter propio que sería esencialmente mexicano.
- 2) La unidad nacional basada sobre la igualdad de todos los mexicanos, sin prejuicios de superioridad social o de raza.
- 3) El pragmatismo. La escuela debería ser práctica en sus fines. Los educadores debían de fomentar en sus alumnos el espíritu práctico, es decir, la escuela debía de enseñar a adquirir conductas encaminadas a buscar siempre soluciones prácticas.
- 4) La escuela debía fomentar el espíritu de tolerancia (suprema ley del liberalismo) y crear generaciones de ciudadanos **democráticos y reflexivos**.
- 5) Era preciso despertar en los alumnos el **espíritu de acción, de movimiento e iniciativa**. Se les infundirá el deber de trabajar, de emprender, de investigar, de arriesgar para engrandecer a México, haciéndolo rico por la riqueza de sus hijos.
- 6) Las asignaturas de los cursos deberían de tratarse en la forma objetiva y concreta de la enseñanza moderna, en busca siempre de la explicación de hechos y fenómenos.

No se pretendió introducir nuevos cursos en los programas, sino sólo modificar la orientación de los ya existentes. En cuanto a la cuestión pedagógica se pensaba que toda enseñanza debería comenzar por lo más inteligible para el educando (es decir, ir de lo concreto a lo abstracto)

Los fines de la enseñanza no deberían limitarse a cultivar la inteligencia, también se deberían cultivar el carácter y la observación.

Una problemática importante que se presentaba en esta época era la influencia religiosa en la enseñanza escolarizada. A este respecto Machorro Narvaéz, entre otros, reprobaba la labor que realizan los maestros católicos, los culpa "de dividir el alma mexicana en dos pedazos, cuya unión era el gran problema nacional".¹⁷⁶

Por otra parte, en 1920 hubo un desajuste en la estructura social interna y externa de la escuela secundaria. La problemática externa fue consecuencia de la Primera Guerra Mundial y la problemática interna provino de la Revolución Mexicana, en donde el problema central era la reconstrucción nacional.

La constitución política vigente abordó el problema de la educación del pueblo y restableció a la Secretaría de Educación Pública (S.E.P) para dar carácter nacional a la enseñanza con la directriz de su propia filosofía.

La orientación que se le dio entonces a la escuela secundaria fue la implícita en la pedagogía alemana y los postulados democráticos de la pedagogía estadounidense, tratando de ajustar esto a las necesidades y aspiraciones populares que México presentaba en ese momento.

¹⁷⁶ Machorro Narvaéz P., 1916, en Meneses Morales E, 1986.

La Escuela Secundaria Mexicana se fundó oficialmente en 1925 por decreto¹⁷⁷ del presidente Plutarco Elías Calles, para responder a las necesidades educativas del nuevo orden social. Antes que esto sucediera, la escuela secundaria había dependido por algún tiempo de la Universidad Nacional de México. Sus dirigentes al enterarse de la finalidad que se perseguía a través del decreto presidencial antes citado, decidieron realizar varias acciones para no permitir que la escuela secundaria se separara de ella. Con esta finalidad se dividió en 1923 los estudios de la escuela preparatoria en dos ciclos formando el ciclo de la escuela secundaria cuya duración era de tres años y el ciclo de la escuela preparatoria con uno o dos años de duración, para acceder posteriormente a la carrera universitaria.

Los objetivos planteados por la Universidad Nacional de México para la escuela secundaria eran:

- Realizar la obra correctiva de defectos y desarrollo general de los estudiantes
- Vigorizar en cada uno la conciencia de solidaridad con los demás
- Formar hábitos de cohesión y cooperación social
- Ofrecer a todos una gran diversidad de actividades, ejercicios y enseñanzas, a fin de que cada cual descubriera una vocación y pudiera dedicarse a cultivarla¹⁷⁸

Una estrategia similar se tomó en la Escuela Normal, en donde también se separó el ciclo de educación secundaria del superior. Todo esto con la intención de brindar una respuesta acorde a las necesidades sociales del país. A pesar de todo, durante el gobierno callista la secundaria se legitimó como un ciclo específico, dependiendo directamente de la Secretaría de Educación Pública.

Se creó también el Departamento de Educación Secundaria la que atendería todos los problemas relacionados con este ciclo.

Dos decretos presidenciales posteriores consolidaron la organización de las secundarias federales ya que crearon dos planteles educativos y dieron vida independiente y personalidad propia al llamado ciclo secundario de la Escuela Nacional Preparatoria. Con esto se trataba de asegurar que mayores capas de la población se prepararan en menor tiempo del que implicaba la preparatoria, lo que favorecería el hecho de poder contar con mano de obra productiva más preparada, sin perder la posibilidad de continuar con una formación profesional.

Así fue como la Universidad perdió un área de influencia sobre el sistema educativo.

Por otra parte, las escuelas secundarias del sistema oficial, como las particulares no estaban previstas en las normas del Artículo 3° Constitucional, ya que habían sido creadas después de que éste fuera reformado y funcionaban solamente conforme al Decreto que determinó su creación. En consecuencia muchas secundarias particulares estaban administradas por elementos religiosos

¹⁷⁷ Decreto Presidencial N° 1848 que señala que la secundaria es equivalente en programas, normas y sanciones al ciclo secundario de la preparatoria y de la normal.

¹⁷⁸ Meneses Morales E, 1986.

con sólo algunos rasgos académicos, a pesar de que en 1917 se elaboró una Constitución en la que la educación se declaró laica y la enseñanza primaria, gratuita y obligatoria con lo que la presión para cursar estudios pos primarios aumentó. La elaboración de los primeros programas de estudio se retardó, ya que para finales de 1929 aún faltaban los de algunas materias. Se hizo énfasis en que los programas deberían de subordinarse a los objetivos del ciclo, ser útiles y aplicables, además de resaltar la importancia de la socialización por medio de la educación.

En 1931 el secretario de Educación Pública Narciso Bassols cambió el decreto de 1926. El nuevo Decreto hacía extensivo el carácter laico de las primarias a las secundarias particulares. Con este documento se impuso laicidad absoluta y vigilancia oficial a las escuelas secundarias privadas, con la correspondiente exclusión de los elementos eclesiásticos, símbolos, imágenes y enseñanza religiosa. Como consecuencia a este Decreto, el arzobispo de México ordenó de inmediato a los padres de familia que dejaran de enviar a sus hijos a los planteles laicos, pero la escuela secundaria ya se había hecho necesaria y no sufrió muchas deserciones. De igual manera la Unión de Padres de Familia protestó, pero el reglamento siguió firme. Algunas secundarias privadas cerraron sus aulas y otras se incorporaron al reglamento. Para 1930 funcionaban siete escuelas secundarias con una inscripción de 5,500 alumnos. La SEP trató, con apoyo de otros países, darle una finalidad netamente social a este nivel de enseñanza, de esta manera se dieron cuatro orientaciones para basar dicha labor:

1. Sugerencias para el estudio y reorganización del plan de estudios de las escuelas secundarias.
2. Estudio de los programas y métodos de enseñanza de tal manera que el estudio de la técnica de clase se intensificara. Se formó entonces un colegio de maestros que tenían por objeto el estudio sistemático de los programas de enseñanza de las escuelas secundarias.
3. Se buscó que los directores tuvieran un reglamento interno que precisara sus actividades, tales como obligaciones y derechos de los directores, de los profesores de planta, de los alumnos y de las sociedades de alumnos.
4. Se estudió un proyecto de escalafón para este nivel.

En 1931 se crearon más escuelas secundarias en diferentes estados de la República así como escuelas particulares del mismo nivel, llegando a cobrar una amplia importancia en la educación nacional. Así, desde el 1° de Enero de 1932, la Dirección de Escuelas Secundarias se convirtió en Departamento.

Desde finales de la década de los años 20 se estudiaron los aspectos social y vocacional de la secundaria así como lo relativo al plan de estudios. El fin educativo principal fue la idea social de la educación (como ya se citó anteriormente), por tal motivo se trataba de mantener la secundaria en relación constante con los aspectos económicos, políticos, sociales, éticos y estéticos de la vida, con la finalidad de encauzar la personalidad del alumno y sus ideales para

que fuera capaz de desarrollar una actividad social, digna y consciente, formar y fortalecer los hábitos de trabajo, cooperación y servicio, despertar la conciencia social en los alumnos con el fin de que dentro de una emotividad mexicana se creara un espíritu nacionalista, entre otras cosas. Esto hacía necesario que los programas de estudios respondieran a las exigencias sociales. Por tanto la educación secundaria debería desarrollar un trabajo vocacional y también ofrecer una educación prevocacional. Con esta finalidad se realizaron estudios en donde se medía la capacidad de los alumnos en grupo y en forma individual para ver quién tenía la capacidad de labor intelectual y quien no, esto con el objetivo de ofrecerles programas adecuados y organizarlos en grupos de capacidad semejante. En este sentido, las materias optativas permitían al alumno dedicarse de lleno a ocupaciones de acuerdo a su capacidad e interés. Para apoyar esta labor se determinó que a los alumnos del último grado se les impartieran conferencias a cargo de personas que se habían destacado en las actividades comerciales, industriales, artísticas, etc.

Se consideró que el ciclo de secundaria constituía por sí mismo una unidad dentro del sistema educativo nacional, con propósitos concretos que lo caracterizaban y lo hacían diferente a otro nivel de estudios, por tanto no debía conformarse con sólo ser una continuación de la escuela primaria ni la antesala de la Universidad. La secundaria era para los adolescentes, por esto su plan de estudios debería ser exclusivo de esta etapa.¹⁷⁹

Los planes de expansión y mejora de la educación secundaria no pudieron cumplirse plenamente debido a la crisis que afectó a todo el país hasta 1932, en consecuencia, el presupuesto de la SEP disminuyó considerablemente. Además de la depresión económica hubo, otros factores que afectaron bastante a la educación en general en esa época: la frecuencia de cambios en el gobierno (tres presidentes y siete secretarios de Educación Pública en cinco años), el conflicto con los sindicatos de los maestros debido a la reestructuración del Consejo de Educación Primaria y la ley de escalafón y el conflicto con los padres de familia por el proyecto de impartir educación sexual en las escuelas.¹⁸⁰

En 1934 el Artículo 3° Constitucional fue reformado una vez más. Con este cambio se asentó que la educación que impartía el Estado debería ser socialista, con este fin se insistía en el robustecimiento del criterio científico en la educación, ya que mediante esto se podría lograr una enseñanza socialista más integral. En consecuencia, en 1939, durante el gobierno de Lázaro Cárdenas se modificó el programa de estudios de secundaria partiendo de la idea de establecer más laboratorios (para poder impartir la consabida educación científica), practicar la enseñanza activa, tener mayor contacto con la realidad y cuidado con la ideología.

De esta manera, las ideas marxistas y la pedagogía de Dewey y Decroly orientaron las ideas educativas con la finalidad de enfrentar a los alumnos con los problemas del medio social y natural. Pero durante el gobierno de Ávila Camacho, los grupos que se habían venido oponiendo a la educación socialista crecieron y

¹⁷⁹ Ibid, 1986.

¹⁸⁰ Ibidem, 1986.

se reforzaron lo cual provocó que para 1942 se constituyera una comisión que elaboró un nuevo programa de estudios con carácter experimental que debía satisfacer las necesidades educativas y de orientación profesional de los alumnos, además de estar acorde con la ciencia y la técnica. Este programa nunca se implantó debido a su alto costo. En 1944 se implantó otro nuevo programa con el objetivo de que el alumno fuera agente de su propio aprendizaje y de que la secundaria cumpliera realmente con el papel de ser continuación de la primaria y antecedente de la vocacional y de la preparatoria.

Es necesario precisar que a partir de 1940, en México convivieron una gran diversidad de corrientes y movimientos filosóficos y humanísticos. La educación se vio influida por las corrientes norteamericanas de la tecnología por objetivos surgiendo en consecuencia una escuela pedagógica que se preocupaba más por los productos del aprendizaje. La influencia ideológica de Estados Unidos aumentó en México (entre otros países) al finalizar la Segunda Guerra Mundial, su tecnología educativa se derivó de las experiencias en los programas de entrenamiento de pilotos durante la guerra y del adiestramiento en la industria de ese país.¹⁸¹

En 1944 en México hubo una reforma en el curriculum de secundaria en el que se dio mucha importancia a los talleres y a la educación cívica.¹⁸²

En 1945 el artículo 3° constitucional fue modificado, con este cambio la educación dejó de ser socialista orientándose al desarrollo armónico de las facultades del ser humano, hacia la vida democrática y hacia la solidaridad internacional, la independencia y la justicia. Posteriormente la Conferencia Nacional de Segunda Enseñanza se organizó de 1950 a 1952 dedicándose a estudiar en forma sistemática los cambios que deberían implementarse para solucionar el rezago educativo entonces existente. Entre sus conclusiones se señaló que la secundaria debería de ser más formativa que informativa.

En 1955 se anunció una reforma más al curriculum de secundaria pero como solo se redujo el número de horas de algunas materias y se les cambió el nombre a algunas otras, se decidió utilizar el curriculum de 1944 con algunos ajustes. En 1960 se modificó nuevamente el currículo de la secundaria partiendo de la necesidad de que el adolescente participara en su propia formación, **mayor objetividad en la enseñanza al intensificar la observación, la experimentación y el uso de ayudas audiovisuales así como el estudio dirigido.**

En estas modificaciones se aclaró que tendría que haber un cambio en las actividades que se habían venido realizando en el salón de clases desde 1945. Hubo conflictos por parte de los profesores con este cambio. Los profesores alegaban no haber participado en la planeación de este cambio, y sólo tiempo después los profesores se fueron adaptando a dicho cambio.

Mientras tanto, la escuela norteamericana fue adquiriendo más fuerza en la planeación educativa en México, y es hasta ahora que se sigue dando importancia

¹⁸¹ Shulman, 1967, en López Pérez, 1979

¹⁸² Estos programas partieron del valor pedagógico del trabajo productivo en la educación, de la importancia del trabajo en equipo, del respeto a la personalidad del educando y de la necesidad de despojar a la educación de su carácter predominantemente teórico, además se insistió mucho en la observación y la experimentación. SEP, 1964.

al proceso del aprendizaje por los productos que de esa escuela se derivan, a pesar de que en el mundo, a partir de los setenta, se ha tratado de enfatizar la importancia del proceso de aprendizaje por encima de los productos.

En cuanto a la ciencia, aunque la escuela materialista ya se había superado, el proceso de investigación se seguía viendo también como el estudio de los hechos mismos y como un proceso de adición de los nuevos conocimientos a los ya adquiridos. Por tanto se seguía insistiendo en la observación y la experimentación por encima del razonamiento y del pensamiento intuitivo.

Durante el gobierno de López Mateos (1958-1964), la educación secundaria se ubicó como educación media, al igual que la preparatoria y los estudios postsecundarios. Se hablaba de adecuar la educación para responder tanto a las etapas de desarrollo físico y mental de los estudiantes de 12 a 18 años, así como a las necesidades de la sociedad (una vez más). Así, la educación media se subdividía en media básica (secundaria) y media superior (preparatoria). De esta manera la secundaria se vinculó más con el bachillerato que con la escuela primaria. A esta nueva concepción se le incluyó el énfasis ya citado anteriormente de preparar para una ocupación inmediata y fortalecer tanto los talleres como las actividades prácticas. De esta manera encontramos que para 1968 se ampliaron las horas dedicadas a las materias tecnológicas, con lo cual se pensó que se concretaba uno de los objetivos del nivel "despertar y conducir la inclinación al trabajo, de modo que, si el alumno no pudiera continuar estudios superiores, quedara capacitado para realizar aunque modestamente una actividad productiva".¹⁶³ En este periodo la orientación de la escuela secundaria fue "enseñar produciendo", y antes que ésta "aprender haciendo" en la escuela primaria, por lo tanto las actividades tecnológicas tuvieron gran importancia ya que era importante dotar a los estudiantes de habilidades manuales y nociones sobre producción y productividad, además de los conocimientos generales para la continuación de sus estudios. Es quizá en este periodo en donde se encuentra más clara la orientación propedéutica y terminal de la secundaria ya que dio amplia importancia a la preparación para un oficio y también se le vinculó más con el nivel bachillerato que con la primaria.

La siguiente reforma a los planes de estudio de secundaria se concretó en 1975, en consonancia con los cambios realizados en la educación primaria al elaborar los libros de texto de ese nivel en 1971. La secundaria se enfrentó a una nueva reforma que ideológicamente se había iniciado poco después del gobierno del presidente Luis Echeverría (1970-1976) ya que la transformación de la educación fue uno de los aspectos más importantes de dicho régimen, ya que bajo la propuesta "apertura democrática", apelaba al consenso y la consulta para cambios de planes, programas, libros de texto y enfoques didácticos en primaria y secundaria. A este proceso se le denominó Reforma Educativa, en donde se organizaron los contenidos por áreas de conocimiento en ambos niveles con la finalidad de vincular la primaria con la secundaria nuevamente.

La reforma en la escuela secundaria se inicia tardíamente en relación con la escuela primaria, para tal fin, se realizó una consulta nacional a través de seis

¹⁶³ Meneses Morales E., 1996

seminarios regionales organizados por el Consejo Nacional Técnico de la Educación. En estos seminarios se detectó la preocupación institucional de definir claramente la vinculación de la escuela secundaria con la primaria. Con esta finalidad se remarcaron las similitudes entre ellas, además de contemplar la posibilidad de ubicarlas en un mismo ciclo educativo de nueve años (el ciclo de educación básica) surgiendo desde entonces la necesidad de impulsar la obligatoriedad de la escuela secundaria, aunque esto se vio sólo como una posibilidad. Los acuerdos de los foros antes citados fueron expuestos en una reunión nacional celebrada en Chetumal, Quintana Roo, en la que se elaboraron los resolutivos que guiarían la orientación de la secundaria, estos abarcaron siete aspectos:

1. Definición y objetivos de la educación básica
2. El plan de estudios y sus modalidades
3. Lineamientos generales sobre los programas de aprendizaje
4. Las técnicas para la conducción del aprendizaje
5. Los auxiliares didácticos
6. La organización de la educación media básica y funcionamiento escolar
7. Los maestros, formación escolar y perspectivas profesionales

De su definición se concluyó: "La educación media básica es parte del sistema educativo, que conjuntamente con la primaria proporcionan una educación general común, dirigida a formar integralmente al educando y a prepararlo para que participe positivamente en la transformación de la sociedad"¹⁸⁴

En sus objetivos se encuentra el continuar la labor de la educación primaria, la formación humanística, científica, técnica, artística y moral, así como proporcionar las bases de una educación sexual orientada a la paternidad responsable y la planificación familiar, desarrollando la capacidad de "aprender a aprender", y ofrecer los fundamentos de una formación general de pre-ingreso al trabajo y para el acceso al nivel inmediato superior.¹⁸⁵

Este nuevo currículum se organizó en dos estructuras alternativas: por áreas y por asignaturas. Las asignaturas se mantuvieron debido a la presión que ejercieron los profesores que sólo estaban capacitados para trabajar de esta manera. Las áreas respondían mejor a los fundamentos de la reforma, pero se aplicó en muy pocas escuelas, aunque después de 18 años las escuelas que trabajan por áreas llegaron a constituir un 75%.¹⁸⁶

Esta reforma propició a través de los objetivos de cada área o asignatura, el logro de una educación general y común para la formación integral del educando, de acuerdo con el punto de vista de las autoridades educativas. Quedando explícitas las tendencias en cuanto al proceso de aprendizaje que se pretendía favorecer y la necesidad de la **formación científica**.¹⁸⁷

¹⁸⁴ SEP, Resoluciones de Chetumal.

¹⁸⁵ Ibid.

¹⁸⁶ Guevara Niebla, 1992; en Sandoval Flores, 1998.

¹⁸⁷ Plan de Estudios, SEP, 1975.

Las corrientes norteamericanas se impusieron en la planeación curricular y con ellas una concepción de aprendizaje. En esta época se carecía de una filosofía educativa clara lo cual conllevó a una miopía en las metas de la educación y la sobre valoración de las técnicas de la enseñanza sobre el proceso de aprendizaje, ya que se consideraba la labor escolar independiente del acontecer social real y a reconocer los conocimientos como un bien académico en sí mismo, independientemente de lo que se haga con él (pensamiento romántico de la educación). Así, la escuela secundaria se ajustó a un programa por objetivos en consonancia a los cambios introducidos en la educación primaria, en donde se pretendía propiciar en el niño un pensamiento ordenado y de romper con la tradición de la escuela como sólo transmisora de conocimientos. En esta etapa se propuso un nuevo sistema que consideraba la globalización de áreas que comprendían materias afines. Así, la física, la química y la biología se agruparon en una sola materia; las Ciencias Naturales, con la justificación de que "los fenómenos naturales no se producen aisladamente, el adolescente los observa, se ve afectado por ellos, y en muchos casos forma parte integral de ellos"¹⁸⁸

Años después, en concordancia con el discurso modernizador del presidente Carlos Salinas de Gortari, en el área educativa se propuso el Programa para la Modernización Educativa 1989-1994. Dicho programa contenía un diagnóstico de la situación educativa del país, lo cual sirvió como base para fundamentar un cambio estructural de fondo. Este modelo educativo implicaba cambios radicales en la estructura e innovación de prácticas a través de incidir en los contenidos educativos, la formación y la actualización de los maestros, la articulación de los distintos niveles educativos, la integración de la educación básica en un solo ciclo que comprendiera la educación preescolar, la primaria y la secundaria, elevar la calidad de la educación a través de abatir el rezago y descentralizar el sistema educativo. Todo esto con la finalidad de "dar sentido a la educación frente a las necesidades sociales". Como se puede observar se tomaron nuevamente las necesidades señaladas desde principios de siglo que de alguna manera señalan que éstas, a pesar de ser básicas, no han sido atendidas. No obstante, se generó una nueva actualización de los programas de estudio de secundaria a través del programa de Modernización Educativa que aparentemente era el resultado de todos los sectores de la sociedad, en ella se presentaron más de 60,000 ponencias. En esta propuesta se planteó la necesidad de desarrollar mecanismos interdisciplinarios para que el alumno comprendiera que los procesos en la naturaleza son generalmente globales y no fenómenos aislados e independientes. Desafortunadamente en este modelo educativo no se vio la importancia de lo significativo que es el aprendizaje, el cual será mejor y más funcional mientras más significativo sea ya que permite al alumno relacionarse con una gama de nuevas situaciones y contenidos que le permitirán comprender y ubicarse de mejor manera en el mundo que lo rodea y del cual es parte integral.

A principios de 1992 el esquema de áreas se modificó cambiando a un sistema de asignaturas, similar al de la reforma de 1975, reduciéndose la sesión de ciencias en general. La biología se redujo a 3 horas en el primer y segundo

¹⁸⁸ Programa para la Modernización Educativa, SEP, 1990-1991.

grado y el curso del tercer grado se eliminó. Reduciéndose así al 50% el número de horas destinadas a biología con respecto al sistema anterior.

El 4 de marzo de 1993 se reformó nuevamente el Artículo 3° Constitucional, en el cual se establece el carácter obligatorio de la educación secundaria. Esta transformación fue presentada como iniciativa presidencial (aunque sería muy interesante analizar partiendo de los hechos reales cual es el impacto que esta iniciativa causó en la educación y en la población en general), ésta se presentó a consideración del Congreso de la Unión en noviembre de 1992. La SEP señala que ha sido la más importante que ha experimentado este nivel educativo desde que fue organizado como ciclo con características propias, hace casi 70 años y bajo la orientación tan atinada del Maestro Moisés Sáenz.

La reforma constitucional quedó incorporada en la nueva Ley General de Educación promulgada el 12 de julio de 1993. Se aclara que dicha reforma comprometió al gobierno federal y a las autoridades educativas de las entidades federales a realizar un importante esfuerzo para que todos tengan acceso a la educación secundaria, atendiendo también la modalidad de educación a distancia.

La SEP hace hincapié en que la obligatoriedad significa también que los alumnos, los padres de familia y la sociedad en su conjunto deberán realizar un mayor esfuerzo que se refleje en la elevación de los niveles educativos del país.¹⁸⁹

Por tanto, el siguiente cambio curricular fue la Reforma Emergente de 1992/1993 y finalmente el establecimiento de los Planes y Programas de Estudio de 1993 los que aún son vigentes en la escuela secundaria. En esta Reforma se aduce que el proceso de modernización en el ámbito mundial y del país, exige elevar los niveles de productividad, lo cual requiere de una población más escolarizada.

Por otra parte, de acuerdo a los objetivos del nuevo plan de estudios se pretende fortalecer los contenidos que responden a las necesidades básicas de aprendizaje de la población joven del país. Estos conocimientos integrarían los conocimientos, las habilidades y los valores que permitirían a los estudiantes continuar su aprendizaje con un alto grado de independencia, dentro o fuera de la escuela.

¹⁸⁹ Plan y Programa de Estudio de la Escuela Secundaria, SEP, 1993.

4.1 Problemática Actual de la Escuela Secundaria Mexicana

La educación secundaria constituye desde el punto de vista legal parte integral de la estructura orgánica de la educación de tipo básico.¹⁹⁰

Sus finalidades genéricas y sus objetivos específicos concuerdan con lo que la doctrina educativa de este nivel demanda, pero debido a problemas que muchas veces son considerados externos y otras veces resabios internos, interfieren y limitan el cumplimiento de sus fines.

La educación secundaria es considerada como la prolongación de la educación primaria, sus **principales objetivos** son: fomentar el desenvolvimiento de la personalidad del educando, estimular su participación en su propia formación, proporcionar los conocimientos necesarios para ingresar a ciclos posteriores, explorar los intereses y aptitudes vocacionales de los educandos y preparar para que el educando asuma las responsabilidades de la vida social y del trabajo.

Tiene tres años de duración y la educación que se trata de impartir en este ciclo es propedéutica y terminal además de pretender capacitar para el trabajo (aunque esto aún está en discusión pues en la mayoría de los casos no se logra el objetivo). Este ciclo tiene modalidades escolares y extra escolares. Existe la educación técnica y la educación general. En la educación general el objetivo principal es el de ampliar y continuar los elementos informativos y formativos proporcionados en la escuela primaria de tal manera que al egresar el alumno pueda continuar al ciclo inmediato superior. Así, la secundaria general pretende actuar de acuerdo a la psicología del adolescente para ayudar en su formación y prepararlo para continuar sus estudios.¹⁹¹

La educación técnica del ciclo básico incluye a la educación general, la cual pretende dar los elementos básicos que convertirán al alumno en técnico con cierto grado de calificación en el campo industrial, pesquero y agropecuario. Las instituciones que imparten la educación técnica son las escuelas tecnológicas pesqueras, tecnológicas agropecuarias, y las técnicas industriales.

Entre las causas extremas que no permiten la acción eficaz de este nivel está la cuestión administrativa que muchas veces depende de sectores ajenos a la Secretaría de Educación Pública, en esta situación se encuentran los servicios de extensión universitaria y el grupo de escuelas secundarias particulares que fueron incorporadas en los años cuarenta a la Universidad Nacional Autónoma de México, las cuales siguen su régimen interior, lo cual va en contra de la Constitución.¹⁹² Otro caso son las escuelas anexas a la Escuela Normal Superior de México y las Escuelas Secundarias Técnicas, aunque no existe una explicación que justifique plenamente estos casos. De esta manera se asume que si la secundaria carece de unidad que permita que su normatividad dependa de una autoridad única y definida, no podrá contribuir de manera eficaz en el país a lograra la aspiración de promover un proceso de identidad nacional y de dar a los estudiantes los conocimientos básicos propios de cada asignatura.

¹⁹⁰ SEP, 1985.

¹⁹¹ Mendoza Vazquez, 1977.

¹⁹² SEP, 1985

Al multiplicarse las escuelas secundarias también aumentó la cantidad de alumnos por grupo, se duplicaron los turnos de trabajo y la calidad de la educación disminuyó considerablemente¹⁹³: "La merma cualitativa de la educación secundaria en México es un problema numérico; demasiadas escuelas, demasiados grupos por escuela, demasiados maestros y alumnos por grado."¹⁹⁴ A este respecto el Colegio de Profesores de Educación Secundaria, en 1985 recomendó que valdría la pena respetar la capacidad de alumnos por grupo y reducir la actual y con ello personalizar un poco más la educación "elevando de paso su fatigada calidad", pero no dice como lograrlo.

El plan de estudios diseñado por asignaturas, vigente actualmente, maneja una metodología en la cual la cátedra magistral es muy favorecida (ésta frecuentemente es repetición de la información contenida en el libro de texto), las tareas a casa en donde, en la mayoría de los casos se utiliza sólo un libro de texto (el asignado por el maestro desde el principio del curso), el cual tiene implícito todas las actividades que son sugeridas en el programa o plan de estudios, pero no se da la oportunidad de que el alumno sugiera nada acerca de su propia formación. Esto se complica aun más debido a que se tiene que cumplir con los avances señalados en cada materia, lo que muestra únicamente el excesivo interés administrativo de la educación. El interrogatorio verbal que únicamente toca los aspectos memorísticos del proceso de aprendizaje producen en el estudiante pereza mental y falta de estímulo para acercarse al conocimiento. La evaluación de los conocimientos adquiridos no es tal, es sólo la medición mediante una cifra de lo que el alumno logró retener en su memoria, pero que nunca analizó ni comprendió. Esto trae en consecuencia alumnos poco participativos y entusiastas, interesados en su propia formación.

La falta de maestros idóneos para el nivel, interesados en manejar no sólo los conocimientos suficientes de su materia, sino también los conocimientos necesarios de otras áreas como la Pedagogía, la Didáctica, la Psicología del adolescente y tener la apertura a los cambios y reformas educativas. Además de que en el ámbito personal es importante que afronten el reto de ser maestros en todo lo amplio de la palabra y con las consecuencias profesionales que esto conlleva, y no realizar su labor con la mentalidad de un fracasado que no pudo más que proveerse una cátedra en alguna escuela porque no tuvo la capacidad de afrontar retos mayores.

La planeación educativa y metodológica de la secundaria, a imagen y semejanza de las escuelas de nivel superior, trae como consecuencia que se deje de lado la importante función formativa que tiene de la personalidad individual y social del estudiante y en consecuencia tampoco se aprecia la formación educativa que esta tiene.

Actualmente la SEP señala que nuestro país transita por un profundo proceso de cambio y modernización que afecta los ámbitos principales en la vida

¹⁹³ Esto se cumple si es que alguna vez la educación secundaria estuvo en el nivel educativo adecuado, ya que desde 1917, de acuerdo con Martínez Garza, se viene discutiendo casi la misma problemática referente a los factores que influyen en el bajo nivel educativo de este ciclo escolar.

¹⁹⁴ Dr. José Geos, SEP, 1985.

de la población. Las actividades económicas y los procesos de trabajo evolucionan hacia niveles de productividad más altos y formas de organización más flexibles (esto en la realidad no se contempla), indispensables en la economía mundial integrada y altamente competitiva, pero la eficiencia en la enseñanza parece seguir igual, los niveles de ausentismo, deserción y aprovechamiento son verdaderamente preocupantes. Pues los objetivos esperados en el ciclo básico de acuerdo a las disposiciones legales, organizativas y pedagógicas del sistema educativo, se cumplen parcialmente. Así por ejemplo, encontramos que aunque se señala como uno de los objetivos principales que el alumno debe ser promotor responsable de su propia formación, este objetivo no se cumple. La relación entre los alumnos, los profesores y las autoridades escolares continúan impidiendo la participación del alumno en el diseño de los mecanismos que rigen la vida escolar y por lo tanto, no es posible considerar que el estudiante pueda asumir sus responsabilidades en la vida social y el trabajo debido a que estos son sustentados en una participación consciente y permanente. Aunque también nunca se ha realizado un foro serio en donde se pregunte a los estudiantes que espera de la educación, que elementos cambiaría o implementaría, etc. Todos los cambios son diseñados por especialistas en condiciones ideales que muy poco tienen que ver con las condiciones reales de aprendizaje. Esto se sigue haciendo a pesar de que los mismos cambios o reformas educativas expresan que es necesario permitir que los alumnos intervengan y se responsabilicen de su propia educación. ¿Cómo entonces se espera que asuman responsabilidades y desarrollen esa participación consciente? ¿Siguiendo como siempre metodologías y estructuras ya establecidas que poco coinciden con sus expectativas? ¿Cómo son entonces valorados los estudiantes de educación secundaria?

Por otra parte, es casi nulo el análisis de los intereses y aptitudes vocacionales de los educandos, las horas de educación vocacional en la mayoría de los casos se ocupan para realizar eventos cívicos entre otras cosas o bien no se cuenta con el personal adecuado y suficientemente informado para realizar esta función. Se espera también que la escuela secundaria prepare para el trabajo, pero no es posible determinar la medida en que se satisfacen las necesidades del alumno y de la sociedad.¹⁹⁵

Debido a la explosión demográfica la expansión del ciclo básico ha sido insuficiente, no se disminuyó el rezago educativo anual, por tanto no se ha cumplido satisfactoriamente la idea de democratizar la educación, aún cuando el estado ha asumido la responsabilidad de impartir educación a todos los niveles.

Esto en las zonas rurales es aún más deprimente ya que el nivel de vida de la población es menor y las posibilidades de permanencia y éxito son también menores. No se ha logrado optimizar el aprovechamiento de los recursos aplicados a la educación, ya que el gasto corriente crece más que la matrícula escolar, dando como resultado un mayor gasto por alumno anualmente.

Por otra parte, debido al bajo nivel de ingresos y a la falta de estímulos tangibles obliga al maestro a prestar sus servicios en dos o más escuelas, o bien a buscar

¹⁹⁵ Existen escuelas en las que por falta de recursos económicos el taller de educación tecnológica no cumple su función ni siquiera mínimamente.

otra actividad que le permita vivir decorosamente, incidiendo esto en su desempeño y afectando el aprovechamiento educativo del alumno.

Debido a que existe una gran pluralización de organismos que controlan administrativamente los servicios educativos, como ya se había señalado anteriormente, no hay un mecanismo que promueva la unificación o coordinación efectiva de las diferentes dependencias educativas, lo que en consecuencia dificulta el cumplimiento de los objetivos a veces más básicos.

En algunas zonas escolares existe una excesiva supervisión escolar y en otras (zonas rurales y marginadas) es escasa, esto aunado a que el personal encargado de ello en muchos casos no es un auténtico orientador y evaluador del seguimiento eficiente del proceso de enseñanza- aprendizaje señalado por el nivel y la materia asignada. Todos los inconvenientes antes señalados nos dan una visión cruda pero real de la situación en la que se encuentra la escuela secundaria mexicana, pero es muy importante reconocerlo si se pretende hacer un trabajo serio y eficaz relacionado con la misma.

Uno de los problemas fuertes es el *currículum* que se ofrece, el cual está sobrecargado ya que se espera que el estudiante asimile conocimientos tanto de cultura general, como de capacitación para el trabajo, pero no existe una orientación clara sobre sus prioridades. Prevalece la idea de darles un poco de todo, quizá con la intención de que puedan los egresados de secundaria desenvolverse indistintamente en diversos medios. Aunque también existe la amplia posibilidad de que sea el último acercamiento con la vida escolar.

Debido a que la tendencia enciclopedista se ha conservado, y en consecuencia la memorización por parte de los alumnos, existe una amplia fragmentación de conocimientos ya que el aprendizaje no es a largo plazo y hay una escasa vinculación de lo aprendido en la escuela con lo cotidiano. Los alumnos en consecuencia crean estrategias para cumplir con los requisitos exigidos para aprobar las materias sin comprometerse verdaderamente con el aprendizaje¹⁹⁶, pero sin que esto garantice que en verdad aprendan y que este aprendizaje pueda ser utilizado posteriormente a largo plazo.

Este problema ya ha sido reconocido tiempo atrás, la respuesta institucional ha sido la misma, sólo reformar planes y programas de estudio, en donde aparecen las mismas materias a las cuales solo se les da diferente peso. Esto sucede desde antes de haber sido creada formalmente la escuela secundaria, cuando aun dependía de la escuela preparatoria.

Sandoval Flores señala que aunque la escuela secundaria fue planeada como una escuela para adolescentes con un contenido vocacional y popular, al ser traducido esto al *currículum* conserva la orientación que se le ha venido asignando desde tiempo atrás: sobrecarga de materias y conocimientos, mientras que algunas disposiciones fueron perdiendo fuerza, como es el caso de la cultura física, el dibujo y la promoción de actividades extra escolares en sociedades artísticas, científicas, deportivas y cívicas.

¹⁹⁶ Lo cual ya fue ampliamente discutido en la parte correspondiente a la importancia de la enseñanza de la ciencia.

En sí, los diferentes planes de estudio adoptados en la escuela secundaria presentan algunas variaciones, aunque generalmente conservan la tendencia de mantener un alto número de materias. Las variantes antes citadas consisten en el énfasis que se les da a cada una de ellas, la forma de agruparlas, los enfoques de trabajo, el peso y contenidos de las materias tecnológicas, inclusión u omisión de algunas materias optativas, división entre materias académicas y actividades correspondientes, el número de horas por materia y la orientación de la política en un momento específico. Ya que los matices que se le dan al currículo están relacionados con la orientación de la política educativa del gobierno correspondiente.¹⁹⁷ Sandoval Flores, también menciona que las diversas críticas a la secundaria, hechas en diferentes momentos, cuestionan de manera importante la pertinencia del *currículum* sobrecargado, falta de dosificación de los conocimientos, superficialidad de los mismos, textos demasiado especializados, recarga innecesaria de trabajo a los alumnos y dificultades en el aprendizaje entre otros. A este respecto, Mercado y Quiroz¹⁹⁸ señalan que es necesario impulsar estrategias de enseñanza que vinculen los contenidos científicos con el saber cotidiano de los adolescentes. Es necesario eliminar el enciclopedismo y en consecuencia la adicción memorística, es necesario también articular lo que se imparte en las asignaturas comunes, fomentar la participación de los alumnos en su aprendizaje pero desde la toma de decisiones metodológicas que habrán de servir para su aprendizaje, entre otras cosas, para generar una práctica educativa más coherente.

En consecuencia a lo antes expuesto tenemos como resultado un nivel educativo de estudios que aun se debate por tener una identidad propia, que quedaría más dentro del tramo etario que señala Nieves y Macedo entre los 11 y 14 años, el cual tiene características bien propias por tanto necesidades bien precisas, dejando en consecuencia y necesariamente de ser un nivel ambivalente propedéutico y/o terminal, ya que ambos hasta ahora los cubre deficientemente. Lo cual afecta de manera directa el aprendizaje de cualquier área educativa.

¹⁹⁷ Sandoval Flores, 1998.

¹⁹⁸ Quiroz Rafael, 1995.

5. Importancia de la transmisión de Valores y Actitudes en el ámbito escolar.

Si la escuela no enseña los valores, tendrá el efecto de regarlos.
Gordon W. Allport

Desde el punto de vista sociológico, los valores y las creencias son la base de los sistemas culturales, de tal modo que, un valor es un "entretrejo de actitudes organizadas alrededor de una concepción deseable"¹⁹⁹. Fue en la antropología cultural en donde se inició el estudio de los valores como elementos culturales básicos, esto se enfocó posteriormente al ámbito de diferentes disciplinas, sobre todo aquellas que tienen amplio impacto en el quehacer humano. Con el amplio desarrollo de las disciplinas humanas a partir de la década de 1950 el tema del valor adquirió gran importancia en la comprensión del comportamiento y las acciones sociales. Durante la primera mitad del siglo XX las ciencias sociales no se interesaron en el estudio de los valores. La influencia positivista (en donde lo importante era lo observable, lo verificable) y marxista (consideraba que el valor formaba parte de la ideología, por tanto se le daba un sentido de falso conocimiento) consideraban que estos quedaban fuera del interés científico ya que estos no brindaban un conocimiento cierto y objetivo. Se les ubicaba más bien dentro del ámbito de lo psicológico. Pero revisando un poco en la historia encontramos que la agudización de diversos problemas al terminar la Segunda Guerra Mundial provocó que se buscaran formas más humanas de relación entre los países, lo que interpeló la conciencia de distintos grupos sociales y la función de organismos internacionales. Esto tuvo repercusiones directas en la educación, de este modo, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), grupos de intelectuales y educadores, organismos internacionales y no gubernamentales, han intentado responder a esta y diversas problemáticas, incorporando al currículo escolar nuevos contenidos y enfoques que conlleven a una educación para la paz, en la tolerancia, la democracia, que respete los valores humanos, fomentar la construcción de nuevas relaciones entre los géneros, y dé importancia a la educación ambiental, etc.²⁰⁰ Estas son algunas propuestas que expresan la preocupación por responder a un conjunto de problemas, que nos afectan en distintos grados y modalidades a todo el mundo. Sin embargo, no ha habido interés por incorporar todo lo anterior a los currículos escolares de una manera explícita, con una connotación clara y bien definida. Investigaciones hechas sobre este tema en México de 1982 a 1992 reportan que los estudios sobre los valores empezaron al aparecer a mediados de la década de los ochenta.²⁰¹ Wuest Silva señala que existe una dispersión de temas y una

¹⁹⁹ Feldman y Newcomb, 1990; en Campos M. A, Gaspar Sara y López Cecilia, 1992.

²⁰⁰ Wuest Silva, Jiménez Silva, 1997.

²⁰¹ Wuest Silva reporta que el único antecedente sobre el tema fue el "Primer Coloquio sobre los valores en la educación", organizado por el Centro de Estudios del Tercer Mundo (CEESTEM) y la Red de Información Educativa (RIE), realizado del 12 al 13 de marzo de 1981. En donde se abordaron los siguientes temas: Marco teórico para los estudios de los valores en educación, Cambios y conflictos de valores en la sociedad y en la educación, Mecanismos de transmisión y transformación de valores en la educación mexicana, Experiencias y proyectos de investigación sobre los valores en educación, Evaluación de los avances en la investigación

ausencia de enfoques teóricos así como de metodologías específicas para ser abocados. Generando en consecuencia una gran variedad de nociones que se evocan bajo la categoría de valor, ocasionando que las normas, actitudes, y principios pedagógicos sean considerados como tales.²⁰²

No existen en la gran mayoría de los casos en el proceso educativo propuestas fundadas en qué valores trabajar en la escuela y cómo hacerlo, esto es, se adolece de propuestas de líneas valorativas, como también de una reflexión (profunda y seria) sobre qué metodología o a partir de qué teoría (psicológica, antropológica, etc.) partir. Esta tarea exige una discusión amplia entre los distintos sectores sociales, para poder llegar a un consenso mínimo sobre el contenido de los ejes valorativos que se tienen que impulsar, así como el aporte de diversos campos disciplinarios. Esto también implica la formación de una tradición en cuanto a la discusión de ciertos temas en una cultura²⁰³, grupo social, país o región, partiendo de su propia historia, sus vivencias culturales y políticas, etc.

Analizando la importancia que se le ha dado al estudio de los valores, encontramos que en el Congreso Nacional de Investigación Educativa de 1981, no se presentó ningún estudio sobre valores. Posteriormente en 1982, la Red de Información Educativa señaló la escasez de investigaciones sobre los valores y enumeró diversos proyectos de organismos públicos y privados interesados en promover y sistematizar la educación valoral, debido a la aparente ausencia de manejo de valores morales en la educación formal y aún en la misma sociedad. Así, una de las participaciones del coloquio organizado por la Red antes mencionada, concibe a los valores como componente de la educación integral debido a que están implícitos en las tres acciones características de la persona: **conocer**, **querer** (estimación y decisión) y **hacer**.²⁰⁴ Educar en los valores es no sólo conveniente sino necesario para que la función transformadora de la educación pueda cumplirse más ampliamente.

Posteriormente, en el II Congreso Nacional de Investigación Educativa realizado en 1993, se desarrollaron trabajos acerca de los valores en una gran variedad de temas.²⁰⁵

Así, lo que ha permitido promover la formación valoral en América Latina han sido la educación para la paz, para los derechos humanos, para la democracia,

desarrollo de experiencias sobre valores en la educación, y Perspectivas y futuro sobre valores y educación en México.

²⁰² Wuest Silva, Jiménez Silva, 1997.

²⁰³ Es decir, primero formar las "redes de comunicación" y de interés en este tipo de problemas para poder establecer un lenguaje y objetivos más definidos.

²⁰⁴ Muñoz Batista, 1982. Quien señala que los motivos para educar en los valores es la confusión de la época en la que vivimos y su crisis de valores, la que a su vez produce una crisis de identidad del hombre al afectar el significado de la existencia. Recalca que la educación auténtica es la educación en los valores, ya que esta incluye formar actitudes y conductas a favor de una sociedad más igualitaria, democrática y solidaria.

²⁰⁵ De 89 trabajos, el 55% se refería a la educación y valores y el 45% a los derechos humanos y la educación ambiental. Sólo 4 trabajos reportaron estudios empíricos. Prevalció la dispersión conceptual manifiesta en cuanto a la definición de los valores. Sólo 11 investigadores estudiaron el proceso de transmisión, formación y psicogénesis de los valores y llegaron a concluir que los valores se inculcan poco a poco, que no se promueven los valores educativos proclamados por el Estado, que estos son sólo compartidos parcialmente por los estudiantes y profesores.

para la moral, para la comprensión internacional y la tolerancia y educación y medio ambiente. Estos enfoques se han aplicado en algunas regiones de México de diversas formas. Se debe considerar que buena parte de esto es promovido por organizaciones no gubernamentales o por asociaciones cuyos objetivos se relacionan más con la educación no formal.²⁰⁶

¿Pero cómo son comprendidos los valores?

Desde la perspectiva antropológica vinculada al sentido general del valor, los valores se comprenden como hechos humanos y tienen existencia social, cultural y psicológica o personal. Socialmente se manifiesta en las ideologías políticas, en los sistemas económicos, en el ámbito educativo, científico, etc.

En el análisis de los valores como actos de preferencia se llegó a una convicción muy importante: se descubrió el valor como fundamento de las concepciones del mundo y de la vida, dichas concepciones consistían en la preferencia por un valor más bien que en la preferencia por una realidad.²⁰⁷

Lo anterior manifiesta que el ser humano tiene la tendencia de crear modelos integradores de creencias morales y cognitivas sobre el hombre, la sociedad, el universo, etc. En donde los valores son un elemento importante, los cuales en cierto modo son un tipo especial de creencias. Estos integran las concepciones que se tienen del mundo, del proceder humano, de los sistemas y corrientes de pensamiento, etc. En este sentido se ha definido a los valores como deberes, obligaciones morales, necesidades, etc.

De acuerdo con Echeverría²⁰⁸, en las ciencias sociales son considerados los valores como concepciones de lo deseable (lo que se debe desear), que influye en el comportamiento selectivo. Considera que los valores morales son propios del ser humano pues se refieren a la elección de lo bueno y lo correcto en tanto que realizan o hacen posible la manifestación de los rasgos esenciales del hombre, esto es, su capacidad de realizar actos morales. Así, los valores morales son fundamento de la moral, de las acciones morales.²⁰⁹ Expresan la calidad humana ya que son estados deseables de existencia y de conducta.

Este sentido moral es el que hace que la regulación entre hombre y valores sea constitutiva, ya que los valores no existen sin el hombre. Es a través de ellos que éste da significado a su propia existencia. Así, a través de la educación moral es que se pretende preparar a los estudiantes para afrontar los conflictos de valor que plantea la vida en su intensa interacción actual. Dicha educación pretende que

²⁰⁶ Algunas experiencias a este respecto realizadas en México son : Educación para la Paz y los Derechos Humanos a partir de una propuesta de la Asociación Mexicana para las Naciones Unidas en convenio con la Universidad Autónoma de Aguascalientes, cuya propuesta educativa se ha puesto ya en práctica en la ciudad de México en la educación preescolar. Algo similar se ha desarrollado en León Guanajuato en vinculación con la Amnistía Internacional y la Universidad Iberoamericana. La enseñanza de valores a nivel superior se está realizando en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Antonia Pascual y Cecilia Pliego son dos investigadoras importantes en esta área, cuyos trabajos ya han sido aplicados con excelentes resultados en México y Ciudad Juárez.

²⁰⁷ Ferrater, 1980, en Barba Bonifacio, 1997.

²⁰⁸ Echeverría, J. 1995.

²⁰⁹ Puede decirse entonces que los valores morales son los que brotan de la dignidad de la persona o del conjunto de sus prerrogativas tal como éstas son estimadas y salvaguardadas por las sociedades. Barba Bonifacio, 1997.

el individuo adquiera la capacidad de dar solución plenamente humana a sus conflictos libre y responsablemente. De estos actos depende la dignidad de toda persona. Y debido a la capacidad de toda persona de auto construirse se tiene un valor en cierta forma absoluto, ya que no puede ser sometido, explotado o utilizado como medio por otra persona. En esta concepción de formación moral es que se da una especial importancia al papel que desempeñan los valores, pues ellos intervienen en la conformación de la conciencia individual y en la formulación de los juicios morales²¹⁰

*"Los valores son organizaciones de creencias acerca de principios, normas y estándares del comportamiento y metas finales de la vida que expresan preferencias dotadas de importancia cultural que juzga la bondad o maldad de dichas preferencias, normas y metas finales de la existencia. También expresan juicios morales acerca de las normas y comportamientos"*²¹¹

Los valores y su sistema pueden variar por factores como la socialización, los procedimientos experimentales *ad hoc*, los cambios o trastornos culturales, el desarrollo socio-económico y por el tipo de educación que se desee transmitir.

Así, cada grupo cultural se caracteriza por generar cierta esfera cultural que lo diferencia de los demás grupos, esto es, generan sistemas culturales específicos²¹². Dichos sistemas constan de ideales explícitos e implícitos compartidos por el grupo, así como de sus relativas prioridades y normas de integración. Los valores que sostienen los miembros de un grupo social tienden a formar una visión coherente del mundo. De tal manera, la construcción de valores, así como su asimilación y las pautas de comportamiento son dimensiones complementarias de un mismo proceso cultural de ciertos grupos sociales. De este modo, inmerso en cierto sistema cultural el individuo realiza su personalidad a través del grupo con el cual interactúa.

Los valores y creencias condicionan las intenciones mediante dos elementos básicos: 1) la norma subjetiva, que no es más que la percepción de la persona de la presión que otros ejercen sobre ella para desempeñar cierto comportamiento o bien para no hacerlo. 2) Las actitudes o tendencias positivas o negativas de la persona hacia un cierto comportamiento. De esto se infiere que a partir de valores y creencias las intenciones darán forzosamente paso al comportamiento deseado.²¹³

Los valores como representaciones del bien humano, como indicadores de lo bueno y sensatamente preferible, así como aspiraciones de realización de derechos en lo justo, han sido elementos básicos en la visión educativa del siglo XX en México. Estos tienen un contenido social, político y pedagógico que expresan las aspiraciones de formación humana integral. Por lo que los valores han sido considerados como un bien cuya transmisión y calidad debe ser

²¹⁰ Latapí Pablo, 2000.

²¹¹ Kerlinger, 1981; en Barba Bonifacio, 1997.

²¹² Mischeva, 1990; en Campos M. A., Gaspar Sara y López Cecilia, 1992.

²¹³ Norwich, B. Y J. Duncan; *Ibid.*, 1992..

promovida. Su presencia en el sector social ha estado unida al desarrollo del sistema educativo mexicano (al menos en el papel o en intención), pues ya desde el siglo XIX el interés por la filosofía de los valores era significativo. Latapi señala que durante el siglo XX podemos distinguir tres fases importantes.

- De 1921 a 1940. Período en el que hubo un fuerte rechazo hacia el positivismo y las ideas porfiristas. Los valores y la participación social fueron entonces orientados hacia la construcción de una nación moderna con una fuerte intervención del Estado. Vasconcelos trabajó activamente a este respecto, fue él quien fundó el tercer valor fundamental en la ética de Caso: la superación del egoísmo hacia la caridad. Ante el rechazo del positivismo se apoyó al objetivismo absoluto de los valores²¹⁴ Antonio Caso influido por Scheler centró su interés en la persona, ya que era esta capaz de realizar valores. Las ideas de Vasconcelos tuvieron alta repercusión en el proyecto educativo. La educación superior era independiente del proyecto estatal. Al difundirse la filosofía de los valores se pudo restaurar la filosofía neoescolástica en la Universidad Nacional, con lo que se renovó la presencia social del pensamiento católico, sirviendo de apoyo filosófico a los fines religiosos y los colegios que este sector dirigía. Esto fue fuertemente confrontado con el laicismo estatal. Las ideas del Círculo de Viena ya se habían manifestado en América Latina desde 1930, pero fue hasta 1970 que se dio importancia al análisis filosófico que tuvo repercusión en los problemas educativos.

- De 1940 a 1970. Con la finalidad de superar las luchas sociales de la primera mitad del siglo, fue promovida la colaboración de clases para formar la Unidad Nacional, en función de esto se renueva la expresión jurídica de los valores educativos. Lombardo Toledano pretendía que las corrientes socialista y materialista fueran la guía de la Universidad Nacional pero la oposición de Caso y Gómez Morín dieron a esta una orientación humanista y la apertura intelectual²¹⁵ Los valores del proyecto socialista impulsaron la participación social²¹⁶ pero con la intervención del Estado el cual debatía con la sociedad por la autonomía de la Universidad. Durante el cardenismo se expresaron más fuertemente las contradicciones de clase y el control de la participación social por el funcionamiento corporativo del estado. De este modo, se transitó de la educación socialista a la educación para la democracia y la justicia social²¹⁷. En esta etapa la presencia del Estado fue muy fuerte. El Sindicato Nacional de los Trabajadores del Estado (CNTE), controló prácticamente la vida educativa y escolar, aún no se daba importancia a la participación de los padres de familia. Se expresó la obligatoriedad de los libros de texto lo cual provocó fuerte oposición. Durante el gobierno de Echeverría el cambio social y los valores democráticos fueron impulsados (al menos en el discurso) Existió un esfuerzo por definir una filosofía de la educación que aclarara y orientara el papel de la misma conjuntamente con

²¹⁴ Apoyándose en la doctrina de R.H. Lotze, E. Husserl y M. Scheler.

²¹⁵ Quintanilla, 1994; en Latapi Pablo, 2000.

²¹⁶ Solidaridad, trabajo, justicia social, omnilateralidad.

²¹⁷ Larroyo, F. 1973.

el desarrollo del país.²¹⁸ Al darse la apertura democrática el tema de los valores fue atendido, de tal modo que la Ley Federal de Educación lo incluye en sus artículos 2° y 5°. Incluso el concilio del Vaticano también se interesó en renovar el sentido de la educación.²¹⁹

- De 1990 a 1997. En la década de 1990 en la Ley General de la Educación y la nueva reforma del artículo 3° se reconoció la importancia de los valores en la vida social y en la escuela, se legitimó la participación social como elemento fundamental para el mejoramiento de la escuela y todas sus funciones. De este modo, los cambios hechos en estos años fueron tendientes a modificar las condiciones de participación por parte de los individuos integrantes del proceso educativo, pese a esto, al final del siglo XX el proyecto educativo nacional en su estructura valoral de base constitucional, no se logró integralmente a lo largo del siglo. En las últimas décadas del siglo XX la crisis financiera y política del régimen, así como la creciente participación social exigieron al gobierno que diese respuestas a las necesidades sociales y el cumplimiento del Estado de derecho. De este modo, la crisis cultural y civilizatoria renovó el interés por el sentido de la vida y por la puesta al día de la escuela para que atendiera los postulados de la educación integral y los reclamos de la sociedad. Esto contribuyó enormemente para comprender la crisis de los valores y buscar los medios para la adquisición de una educación moral²²⁰, en la que se esperaría que estuvieran implícitos también los valores que son transmitidos a través de la enseñanza de la ciencia, por ser ésta una actividad humana básica, pero su ausencia en los programas de estudio aun es notoria, lo que redundó en la práctica educativa en diferentes niveles.

²¹⁸ Latapi Pablo, 1980.

²¹⁹ Barba Bonifacio; en Latapi Pablo, 1998.

²²⁰ Ibid, 1999.

5.1 Importancia de los valores en la enseñanza- aprendizaje de las ciencias.

La comunidad científica es un grupo que posee una cultura específica, la que sirve de soporte a la ciencia profesionalizada y cuenta con un cuerpo de conocimientos basados en formas lógicas de producción metodológica del conocimiento. Campos, expresa que el conocimiento científico se construye a través de una transformación colectiva de proposiciones o enunciados declarativos. El conocimiento científico es específico debido a que asigna a su estructura epistemológica cierto valor en un momento histórico en una situación social determinada. Así, debido al carácter epistemológico²²¹ de su estructura, el conocimiento científico tiene valores epistémicos relacionados con "aspectos de situaciones diversas del investigador, las que se piensa que son relevantes en la producción de creencias verdaderas justificadas"²²². Por ejemplo la simplicidad teórica, la unificación de un amplio conjunto de fenómenos bajo un solo cuerpo teórico, la familiaridad del principio, etc. De este modo los investigadores, los profesores de ciencias y los profesores investigadores en este campo, son grupos que generan una subcultura a partir de la esfera cultural de la ciencia y comparten diferencialmente valores, los que son códigos simbólicos para dicha comunidad.

Los valores epistémicos sobre todo, comportamientos y actitudes se dan a conocer y a su vez se transmiten en el aula, donde se expone a los estudiantes de esta área determinadas pautas de comportamiento. Dándose de este modo un proceso de asimilación, reinterpretación y construcción de valores. En este proceso de asimilación cultural, el rol de los estudiantes se desarrolla en un subgrupo de la esfera ya citada, con un proceso de producción del conocimiento aún en formación. Lo que a su vez les permite ir superando interpretaciones consideradas como no científicas, a las cuales se les asocia con ciertos valores que también van cambiando²²³. De este modo la asimilación del conocimiento científico en el aula tiene una base institucional y forma parte de una dimensión del proceso social de reconstrucción de las esferas culturales.

La subcultura que se forman en torno al conocimiento científico tiene un peso importante en la conformación de valores, entre los cuales se encuentra lo referente a lo científico, lo que se concreta en ciertas actitudes, como la **apertura mental, el desarrollo del pensamiento crítico, la iniciativa hacia la revisión de opiniones y la independencia intelectual**, estos son algunos ejemplos de actitudes científicas más preciadas.

Las pautas de comportamiento así como los valores, son presentadas a los estudiantes como parte importante de una oferta cultural a través de varias formas: el discurso curricular (sustentado en una filosofía educativa determinada), el discurso científico, la política educativa, el comportamiento docente (el cual muchas veces es contradictorio e incluso antagónico), los espacios de encuentro, los trabajos de campo y de laboratorio los cuales son escasos y dirigidos hacia el

²²¹ Episteme es lo que concierne al saber; epistémico, lo que tiene que ver o está asociado al conocimiento. Los modelos epistémicos son representaciones conceptuales sobre las cuales se soporta el pensamiento, a partir de las cuales se indaga sobre la realidad. Barrera Morales, 2002.

²²² Henderson, 1990; en Campos M.A., Gaspar S. y López C., 1992.

²²³ Biddle, Bank y Slavings, 1990; Ibid, 1992.

encuentro de ciertos resultados, pero que no generan ni permiten la intervención de los estudiantes. Siendo que la educación científica tiene como objetivo principal tratar de transformar a las personas, daries herramientas metodológicas para adquirir conocimiento teórico, así como destrezas prácticas, pero a partir de esto se deben promover valores como la **excelencia** y la **creatividad** entre otros²²⁴

Es crucial que en la transmisión de valores en el ámbito de enseñanza de la ciencia se exponga claramente que el conocimiento científico no está determinado sólo por valores epistémicos o cognitivos como la verdad, la coherencia, la simplicidad, o la capacidad de predicción, etc. Esta visión pertenece a la concepción heredada de la ciencia que ha separado a la ciencia de los valores no epistémicos como: brindar confort, reducir o evitar el sufrimiento, elevar la calidad de vida, etc. En dicha visión mezclar cuestiones morales y argumentos científicos implicaba caer en falacias. Pero al ser el quehacer científico una actividad modificadora en función de valores y fines, echa por tierra dicha concepción. En la medida en que el desarrollo de la actividad científica y la producción de conocimiento depende de la vigencia social de una serie de valores, surgen instituciones que encarnan dichos valores y en torno a ellas se agrupan los científicos (escuelas, universidades, institutos de investigación, sociedades científicas, etc.)

La resolución de problemas teóricos y prácticos por parte de la ciencia implica el análisis de valores vigentes en cada momento histórico y de los contextos en los cuales incide. Esto puede darnos amplia información acerca de las formas de conocer o de sólo recibir conocimiento duro, poco digerible y por tanto poco aplicable en la vida cotidiana de quien lo recibe.

En sí, la enseñanza de la ciencia está basada en valores, como consecuencia de esto las materias que se enseñan en la escuela son resultado de múltiples debates de diferentes tipos, en los cuales se considera que los estudiantes estarán mejor preparados para la vida al recibir educación científica, este es uno de los principales valores; preparar para la vida. Responsabilidad que se supone debe ser desempeñada por los profesores de ciencias, ya que el saber científico legado por una generación a otra debe ser mejorado en todo lo posible. La institucionalización de la enseñanza obligatoria de la ciencia provocó que la transmisión del conocimiento quedara normalizado socialmente. Así, el objetivo primordial de la enseñanza de la ciencia consiste en enseñar a conocer los objetos e instrumentos que en dicho ámbito se requieren²²⁵. Los instrumentos son los que permiten conocer diversos objetos científicos con mayor detalle. La alfabetización científica comprende el aprendizaje de muchos conceptos, operaciones matemáticas, métodos de clasificación, etc. Pero también incluye el aprendizaje de lo que "hay que mirar" a través de un microscopio por ejemplo, es decir, habilidades y prácticas. De este modo podemos darnos cuenta que no se puede acceder al saber científico si no se aprende a manejar adecuadamente los instrumentos científicos como el termómetro, el ordenador, la pipeta, etc. —porqué los instrumentos y las habilidades asociadas a ellos son parte de la ciencia.

²²⁴ Echeverría J, 1995.

²²⁵ Ibid, 1995.

En este sentido, es también importante la acción de quién enseña, por lo tanto no hay un saber individualizado, es siempre la acción de una persona sobre la otra lo que enseña a conocer científicamente. Unos seres humanos animan a otros a fijar la atención en determinados objetos y procesos. Esta acción incluye fijar la atención de determinada manera con ayuda de determinados instrumentos. Por tanto, no hay experiencia científica que no parta de un conocimiento o experiencia previa.

Desde el punto de vista social, dichas experiencias son innatas para el aprendizaje científico y constituye un saber aceptado por parte de quién lo transmite. Así, las representaciones científicas que se utilizan en el contexto educativo no son generadas por objetos, sino por los docentes. Es decir, la ciencia no surge porque los objetos del medio excitan nuestros sentidos o producen en nuestras mentes representaciones, sino porque otros seres humanos nos los transmiten. En este sentido, las representaciones científicas utilizadas en el aula son estrictamente artificiales. Así, la enseñanza de un saber científico previamente constituido es condición necesaria en la constitución de un individuo científicamente cognoscente²²⁶. Es recomendable que la facultad de conocer sea mediatizada o impulsada por personas formadas científicamente para que tengan más elementos para motivar a los estudiantes en el conocimiento del saber científico. Esto nos habla de una experiencia socialmente mediatizada ya que la comprensión de los objetos del conocimiento científico dependen del lenguaje y de los sistemas de signos que utilizan los científicos, es decir, de construcciones sociales altamente artificializadas. De tal modo, en el contexto de enseñanza nunca se accede al conocimiento científico confrontándose con la naturaleza, sino con representaciones artificiales de la misma. Por tanto, Echeverría expresa que la enseñanza es un proceso de adaptación a un entorno social, no a un medio natural. Se podría decir entonces que el éxito adaptativo a cierto entorno social educativo se refleja en la aprobación de cursos o materias diversas.

Por otra parte, en la construcción de los hechos científicos es muy importante la observación, la cual está fuertemente impregnada de teoría. Es decir, existe una información previa para poder observar científicamente los fenómenos. De esta forma, la experiencia científica es distinta a la experiencia común porque depende de un saber previo el cual nunca es simple²²⁷. Así, los objetos son previamente transformados en un contexto científico, en consecuencia no sólo se transforma nuestro conocimiento de los objetos, los propios objetos son modificados para convertirse en objetos científicos. En este sentido, se puede afirmar que no hay hechos científicos independientes de la construcción social de los mismos. El conocimiento empírico siempre está mediatizado por la sociedad y por la comunidad científica y sobre todo por la educación. Por lo que hay que "saber ver" los hechos científicos, en este sentido, la observación no es una operación intelectual pasiva se desarrolla en un marco social, el modo de ver la realidad por parte de cierta comunidad científica mediatiza los hechos.

²²⁶ Ibidem, 1995.

²²⁷ El saber puede ser racional o práctico.

"el conocer no es un proceso individual de una teoría... más bien es el resultado de una actividad social, ya que el estado de conocimiento en cada momento excede la capacidad de cualquier individuo... Los tres factores que participan en el conocer son el individuo, el colectivo y la realidad objetiva" Fleck, 1935.

De este modo, cuando alguien ya tiene cierta visión de la realidad y enseña a otro a observar hay una transmisión dogmática de la realidad. El que aprende "ve" lo que el otro le ha enseñado a "ver", y no es hasta que adquiere más experiencia en la observación y en la experimentación, que podrá irse liberando de esa visión del mundo que le fue enseñada o transmitida en el contexto educativo.

"Para cada profesión, para cada actividad artística, para cada campo de saber, hay un tiempo de aprendizaje, durante el cual tiene una sugestión de ideas puramente autoritarias"²²⁸

Extrapolando esto a los estudiantes de educación secundaria, ellos tienen los primeros contactos formales con el conocimiento científico y con los procesos que caracterizan a nuestro mundo. La adquisición de dicho conocimiento está mediatizada por los procesos de negociación entre los individuos implicados en el proceso de enseñanza aprendizaje, dicha negociación está impregnada de valores y actitudes, del conocimiento que tiene del mundo y de sí mismo y de la forma como aprecia a los otros seres con los cuales interactúa. De lo cual se desprende que aquello que ha sido continuamente presentado sólo como procesos cognitivos individuales (el aprendizaje de la ciencia) En realidad es una continua interacción personal en el medio en el que se da el aprendizaje, lo cual incluye una interacción social importante (en donde indiscutiblemente tienen lugar procesos cognitivos), mediatizada por procesos de negociación. En donde, en el caso de las materias que utilizan laboratorio, los elementos materiales del mismo tienen una gran importancia en la construcción de los hechos científicos. De no hacerse uso del laboratorio y de los materiales e instrumentos del mismo causará un daño importante en su aprendizaje, de tal modo, la enseñanza será menos asertiva aunque los ordenes o reglamentos de la institución educativa sean extremadamente estrictos. Se les niega el acceso a fuentes de aprendizaje básicas e importantes para su formación.

Así, la ciencia al ser concebida como una actividad (no sólo como un cúmulo de conocimientos), fue preciso caracterizar sus acciones. Algunas acciones típicas del contexto de educación científica son:

- enseñar a aprender a ver fenómenos interesantes desde el punto de vista científico
- enseñar a manejar artefactos en el laboratorio (instrumentos de medición y observación, aparatos experimentales, procesadores)
- enseñar a operar con determinada notación, con determinados aparatos.
- usar materiales docentes diseñados con cierta finalidad (libros de texto sobre todo)

²²⁸ Fleck Ludwik, 1935.

- enseñar y aprender a seguir planes de estudio y programas para cada materia y adecuarse al estilo y ritmo de trabajo de cada profesor.

En sí, un libro de texto, los ejercicios de los laboratorios, el plan de estudios, son instrumentos educativos que se supone han sido diseñados en función de ciertos valores aceptados socialmente, los cuales son diversos. La enseñanza de la ciencia es la encargada de dosificar y combinar los instrumentos en los que se encarnan dichos valores. En un programa tradicional es común encontrar que una vez determinados esos instrumentos y su orden de uso, debe procurarse seguirlo estrictamente con la finalidad de aprender a manejar los instrumentos de forma conveniente y de interiorizar dicho conocimiento pero en un sentido previamente establecido sin discutir o reflexionar en lo que se enseña. En donde sólo ha de limitarse a aprender lo mejor posible lo que se le da, originando en consecuencia que se apropie de una realidad dada. Realidad que también es controlada ya que en cada nivel se valoran los conocimientos adquiridos en función de criterios de evaluación previamente establecidos, que se intenta sean objetivos.

El objetivo de la enseñanza de la ciencia está profundamente influido por una amplia diversidad de valores predominantes en cada momento histórico y en cada cultura. A criterio del filósofo de la ciencia hispano, Javier Echeverría, en base a sus investigaciones sobre los valores de la ciencia, expresa que existen valores centrales que rigen más que otros la práctica científica. Uno de estos valores sino es que el más importante es la ²²⁹comunicabilidad de los contenidos científicos a cualquier persona. De este modo, el conocimiento científico ha de ser comunicado y enseñado de tal manera que todo ser humano ha de poder acceder a él, constituyéndose así como un bien público de toda la humanidad. Esto rige el contexto de enseñanza y difusión del saber científico. De esto se deriva otro valor, la universalidad del conocer científico. Esto dentro del contexto de enseñanza, indica que la ciencia debe ser expresable en cualquier lengua. Ser traducible sin prejuicios de que pueda haber paradigmas inconmensurables. Tanto el saber teórico como el práctico es trans -linguístico y trans-cultural, puesto que puede ser enseñado en cualquier lengua y en cualquier cultura. El carácter público y universal o cosmopolita de la ciencia no ha sido dado, son logros culturales y sociales, en sí son progresos de la cultura científica. Desde este punto de vista, la ciencia progresa por otras vías aparte de la metodología, de la matematización, o de las aplicaciones científicas. Progresa también por asimilación social de determinados valores que rigen la práctica científica. Los valores generales interactúan con otros criterios axiológicos que influyen en la práctica científica, esta interacción auxiliará a los expertos relacionados e interesados en la educación como pedagogos, psicólogos, sociólogos de la educación, etc. Esta acción interdisciplinaria ayudará de manera importante en el momento de hacer una implementación o reforma en el contexto educativo en donde lo primero sería dilucidar los valores que van a marcar dicha reforma y a partir de ellos definir los objetivos generales y particulares así como las estrategias para lograr su realización. Para tal efecto, se debe también garantizar que esto se desarrollará

²²⁹ La axiología de la ciencia es la que aborda este tipo de análisis.

en un contexto social concreto, lo que implica un estudio puntual de la realidad social e institucional de la cual se parte. Esta estrategia es muy valiosa para el diseño en las instituciones educativas y para la actividad docente en el aula. El proceso de difusión social del conocimiento científico puede contribuir al progreso de la ciencia ampliamente, más que la labor en el laboratorio que prescinde de toda mediación con los restantes contextos de la actividad científica.

Ya antes se explicó que la actividad científica en el aula utiliza ciertos instrumentos para su realización, algunos de ellos son los libros de texto, cuyo uso es exagerado y en muchas ocasiones es el único recurso utilizado en la transmisión del conocimiento científico, esto conlleva a adquirir un conocimiento dogmático y monoparadigmático, ya que se reconstruyen las teorías científicas de tal manera que no se ve ninguna otra alternativa para acceder a ellas, puesto no se incluyen análisis históricos suficientes, entre otras cosas. En este sentido es que se percibe el conocimiento como único y verdadero que debe ser aprendido y admitido obligatoriamente tal como lo describe el libro de texto. A este respecto Kuhn señaló que el contexto de educación científica no fundamenta la crítica como valor, en su lugar se sitúa en la obligatoriedad e interiorización de los contenidos²³⁰. En caso de no lograrlo se tendrá que repetir el curso. Este proceso es muy riguroso y estricto. Quedando entonces el método riguroso y estricto (instrucciones, reglas y acciones concretas) como valor importante en el contexto de educación. En las prácticas sucede algo semejante, en ellas se busca un conocimiento de la naturaleza, sobre todo el aprendizaje de una serie de procedimientos y habilidades prácticas. Así, a los estudiantes no se les confronta con la naturaleza o con el mundo para observar que es lo que ellos ven o como razonan al respecto de lo que ven. Más bien se les construye cierta realidad, obligándoseles a adaptarse a ella. Quizá por eso es tan fuerte la confrontación que tienen los estudiantes al comparar lo que ellos conocen como real en su vida cotidiana, con aquello que se les ha construido. Estos procesos de adaptación obligatoria (éxito o fracaso) caracterizan la actividad científica docente. En este sentido, la validez de los conocimientos aplicados no se obtiene por confrontación con el resultado observable, su validez es previa a todo esto. Entonces la práctica se realiza con la finalidad de encontrar ciertos resultados previamente aceptados. En este sentido las prácticas consisten en realizar acciones prescritas de forma correcta en donde los resultados sean previstos por la teoría para esas acciones concretas. Lo que importa es que hagan lo que saben hacer conforme lo aprendieron, y generalmente lo aprendido no implica o involucra valores sociales y la acción colectiva de la ciencia. Existen elementos importantes para acceder a una cultura plural de la ciencia, la cual se sustenta en el pluralismo epistémico, metodológico y axiológico de la misma. Así, las acciones concretas, implicadas en el método riguroso de aprendizaje de las ciencias, son formuladas conforme reglas, procedimientos e instrumentos precisos, por lo que se dice que la educación científica esta

²³⁰ Kuhn, T.S., 1963

normativizada y puede llevarse acabo aún sin conocer las teorías que sustentan su práctica.²³¹

El sistema educativo que prescinde del pluralismo epistémico, metodológico y axiológico que caracteriza a la ciencia limitará ampliamente los contenidos científicos deseables de ser transmitidos. Su rezago acabará por mostrarle el error, ya que este retraso trae graves problemas sociales y económicos.

Es cierto que los científicos construyen los hechos en su laboratorio, después a través de múltiples debates tratan de llegar a un consenso sobre el lenguaje que será usado, las reglas recomendadas para la práctica, etc. Lo cual nos deja ver cierto relativismo tanto en la construcción de las teorías como en la adopción de las reglas de actuación. Pero aparte de esto el conocimiento pasa por otros filtros ya que han de aplicarse a la resolución de problemas prácticos fuera de la comunidad científica, además han de ser explicadas y enseñadas en contextos sociales distintos, al no pasar estos filtros no pueden integrarse plenamente en el corpus científico. Los nuevos conocimientos teóricos y prácticos que no demuestren ser mejor (mejor en términos de los valores vigentes en el contexto de enseñanza) que las propuestas alternativas, no podrán ser insertados en la enseñanza obligatoria aunque en el contexto de innovación sean ampliamente aceptados. Así, la práctica científica es más amplia y variada que la práctica basada en la investigación experimental.²³²

²³¹ Rodríguez L., Rosa., 1993.

²³² Echeverría, J. 1995.

5.2 Medios utilizados para la transmisión de valores en la educación.

La función primordial de la escuela y el papel de la educación es la de generar cultura y **transmitir valores**. Debido a esto se considera que la educación es una práctica social privilegiada, ya que a través de ella se realiza el proceso de atribución de significados. De este modo, se tiene la conciencia de que la educación puede contribuir a la solución de diversos problemas, esto pone a la educación como un elemento clave del sistema social, importante en la transformación del mismo.

Aproximadamente a mediados del siglo XX se presentó en la sociedad la necesidad de un tipo de socialización más dirigida para el logro de determinados fines, en consecuencia se desarrolló la escuela moderna. Entonces se dio una participación paulatina de los gobiernos fundamentalmente a través de las escuelas públicas, en diferentes países. La discusión que se generó entonces acerca de los contenidos y los métodos expresa distintas concepciones acerca de la función de la educación, lo que implica a su vez una cierta concepción de sociedad, de ser humano, de desarrollo social, etc.²³³

En consecuencia, se otorgó un papel importante a la educación, y más específicamente a la escuela como instrumento indispensable para el crecimiento y el desarrollo de las naciones latinoamericanas. En donde las sociedades tradicionales y atrasadas deberán convertirse por medio de la educación en sociedades modernas. En este proyecto el sistema escolar fue considerado como un espacio privilegiado de creación y difusión de **valores modernos** y del **conocimiento científico y técnico**.²³⁴

Este planteamiento adquirió un significado importante que se expresó en los recursos y en la atención que se dirigió a la escuela, así como el valor que ésta adquirió para los grandes núcleos de la población, como garantía de movilidad y de ascenso social, y por tanto de desarrollo en la economía. La teoría desarrollista no tuvo el éxito esperado, pero la escuela siguió siendo concebida como un medio importante para la movilidad social y en consecuencia se expandió el sistema educativo. Para la década de los setenta empezaron a surgir cuestionamientos sobre la función real de la escuela, casi todas las hipótesis y soluciones vertidas se refirieron a problemas de tipo pedagógico-didáctico, algunas fueron más radicales y se centraron en la función social, económica, política e ideológica de la escuela. A raíz de esta visión radical se descubrió que **la escuela no era neutra**. Por el contrario, es uno de los aparatos ideológicos de Estado cuya función es la de "reproducir las relaciones de producción existentes, es decir, las relaciones de explotación capitalista"²³⁵ La escuela distribuye a los individuos por medio de mecanismos diversos y ocultos, en distintas "redes" de acuerdo con su origen social, remarcando la división de clases. Otros señalaron que la socialización de los sujetos responde a diferentes patrones y privilegia la

²³³ Uno de los órganos que tuvo que ver de manera importante con la educación fue la CEPAL (Comisión Económica para América Latina), fundada a mediados del siglo XX, como producto de importantes transformaciones en el aparato productivo. Las implicaciones para el sistema educativo derivadas de esta concepción marcan el surgimiento de la corriente "desarrollista" en educación.

²³⁴ Bertussi, Guadalupe T., 1994.

²³⁵ Althusser, L., 1974.

adquisición de hábitos, actitudes y valores orientados a la disciplina, a su preparación para las rutinas que más adelante exigirá el trabajo como empleados y obreros y a la construcción de representaciones que les llevarán a aceptar su lugar en la división social del trabajo.²³⁶ Estas críticas pueden no ser aceptada por todos los grupos sociales ni por todos los grupos que han estudiado el proceso educativo y su problemática, pero las evidencias encontradas a este respecto señalan una fuerte tendencia a adoptar como ciertas las críticas antes señaladas.

Bourdieu enfatizó la reproducción cultural, revelando cómo se diferencia la circulación de los bienes culturales; aquellos destinados a los que no pertenecen a los grupos dominantes se limitarán a la transmisión de instrumentos de apropiación **restringidos y poco desarrollados**. La publicación de diversos y numerosos trabajos en educación permitieron un gran acercamiento al análisis de la misma. Prevaleció el interés por conocer los procedimientos de la dominación a través de la educación, las cuestiones ideológicas, el análisis de las prácticas educativas, propuestas pedagógicas orientadas al "desenvolvimiento" de mecanismos que operan al servicio de la ideología dominante.²³⁷ En este sentido se intentó modificar prácticas, vínculos, relaciones institucionales e incluso en las propuestas más radicales, la relación de la escuela con la sociedad, con la finalidad de una emancipación, de liberación, de conscientización, de construcción de un mundo más igualitario. Así, a partir de los aportes de la antropología, del análisis de la cultura, de la semiótica y de la crítica a posiciones sobre la dominación total, se analizó cómo la escuela no sólo intenta transmitir una ideología sino que también se dan procesos de resistencia, de oposición, de resignificación de los contenidos y prácticas escolares por parte de profesores y estudiantes y padres de familia.²³⁸ Pese a esto, la propuesta desarrollista se prolongó en los años setenta a través de la teoría del capital humano. Este modelo insistió en la subordinación del sistema educativo a los requisitos específicos de la productividad.²³⁹ Actualmente, el **neoliberalismo** pugna por imponer una concepción de la educación al servicio de los requerimientos productivos y se acepta que la calidad de las instituciones educativas sea resultado de la "fuerza de mercado". En cuanto a la formación de valores, en este modelo **se enfatiza el aprecio del individuo**, de su iniciativa y espíritu de competitividad, pero ignora la importancia de la solidaridad y la cooperación desinteresada, así como de la aportación que hacen las personas a una integración social basada en referentes valorales colectivos.²⁴⁰

²³⁶ S. Bowles y H. Gintis, 1981; en Wuest Silva, Jimenez Silva, 1997.

²³⁷ Bourdieu, P, 1978.

²³⁸ Giroux Henry, 1986.

²³⁹ "Este nuevo modelo se presenta como una acabada formulación científica cuya racionalidad, empíricamente comprobada, es incompatible con ideología alguna, excepto con la del desarrollo progresivo que traerá consigo un mayor volumen de riqueza que posteriormente podrá distribuirse más justamente". Finkel, 1997; en Wuest Silva, 1997.

²⁴⁰ La implantación de este modelo en México produjo el desmembramiento del Estado protector ocasionando desequilibrios sociales serios. En lo educativo se establecieron una serie de reformas que intentaron que los sistemas educativos se adecuara a los nuevos procesos influidos por la globalización de la economía y por las políticas neoliberales. Al involucrar la educación con el mundo de la administración se le dio mucha importancia al desarrollo tecnológico, dejando de cuestionar la función social de la educación. E. Kuri, 1997.

Elias Kuri a este respecto señala que en sí, el modelo educativo neoliberal carece de una concepción pedagógica definida, lo que limita el concepto de aprendizaje, el cual se redujo sólo a la adquisición de conocimiento y desarrollo de habilidades con el fin de que el individuo logre una mayor eficiencia en determinada área laboral. Con esto se anuló el concepto de conocimiento como un proceso histórico del aprendizaje dirigido hacia el desarrollo humanístico integral y la auto transformación del individuo. De este modo, México se enfrentó al establecimiento de un nuevo orden mundial que empezó a conformarse desde la década de los setenta y ha cambiado poco a poco la fisonomía del país. En este nuevo orden el gobierno no participa, teniendo como resultado (o al menos se supone que se debe de tener) una asignación eficiente de recursos y un desarrollo sostenido de la economía.

El discurso neoliberal contiene un elemento coyuntural importante, el desarrollo tecnológico, el que le ha dado beneficios a la sociedad, pero a la vez ha sido un elemento generador de ciertas actitudes no deseadas que han coadyuvado a la construcción de una ideología dominante, que ha apoyado al modelo actual. Se piensa que este discurso en realidad está encubriendo un proyecto ideológico que anula la realidad histórica y social, el cual tiene como punto central el cultivo del individualismo, olvidándose que la persona se define por sus relaciones, ya que el hombre es un ser histórico-social, que se encuentra situado en relación con el otro.²⁴¹

Así, los avances en algunos sectores de la sociedad fueron escasos, pero lo más grave es que a pesar de tanta movilización económica y cambios aparentemente buenos en otros sectores los avances fueron nulos. Se presentaron graves retrocesos en los niveles de calidad de la vida de la mayoría de la población, con lo que se "olvidó" preservar la cultura y la identidad nacional. Lo preocupante de esto es que los individuos también se sienten como parte de este principio calculador-tecnocrático, (¿cuál es entonces el auto concepto que tiene de sí mismo?)teniendo como consecuencia que su trabajo no implique como fin la liberación del individuo como ser pensante y sensible, lo más importante es sentirse útil en una sociedad de competencia, no les interesan los valores humanos, la solidaridad o la justicia. La finalidad es ser cada día más competitivos.

De esta manera, los proyectos del Estado y los planes de desarrollo hicieron corresponder los sistemas de formación y de recursos humanos, con la producción, el mercado de trabajo y la política social y económica. La planificación educativa en esta visión se concibe como una adaptación constante del sistema educativo de acuerdo con los requerimientos del desarrollo. Toda esta ideología es transmitida a través de las políticas educativas adoptadas por un país.²⁴²

²⁴¹ Ibid, 1997.

²⁴² Ibidem, 1997.

La política educativa, es uno de los medios a través de los cuales se transmiten los valores, se ha definido como principios, objetivos y fines que orientan la acción educativa. Pero básicamente son los señalamientos que impone el gobierno para el sector de la educación dentro del marco de la planeación general, es decir, los criterios y la orientación que deben inspirar los fines, la estructura, el financiamiento, etc., de cada nivel educativo.

Las políticas educativas generalmente no se han elaborado sobre la base de nuestra realidad social, cultural y educativa, ya que no han tomado en cuenta las necesidades tanto personales como sociales y educativas del pueblo. Tal parece que no se ha tenido como verdadero objetivo lograr una sociedad más justa a través de la cual los jóvenes puedan encontrar retos y soluciones adecuadas. Los planes de desarrollo y los programas educativos al no haber surgido de las necesidades reales de la sociedad, no han podido ser comprendidos por ella, en ellos se plantea y se trata de intervenir en una realidad que no existe. Quizá por eso su ejecución se ha hecho casi imposible.

Esto de alguna manera ha influido en la planeación educativa, la cual no ha sido la más adecuada, acorde con las necesidades que se han requerido en cada momento histórico, lo cual hubiese ayudado a un óptimo desarrollo no sólo en la universidad sino en diferentes instituciones educativas.²⁴³ Los renglones más afectados han sido los concernientes a los subsidios, las proposiciones curriculares, los objetivos sociales y el espíritu crítico.

Realmente la única posibilidad para que una nación prevalezca en esta época de globalización es que esta sea capaz de distribuir educación lo más democráticamente posible, evitando la disgregación social y aumentando las capacidades productivas de la población.²⁴⁴

En México se trató de aminorar el daño producido debido al rezago educativo observado durante el gobierno zedillista, así, con la finalidad de lograr equidad y calidad educativa, el 12 de enero de 1996, el Presidente Zedillo puso en acción la Cruzada Nacional por la Educación que fue parte del desarrollo educativo 1996-2000. Sus principales objetivos fueron: Alcanzar equidad, calidad y pertinencia en dichos servicios y corregir los graves rezagos sociales y económicos y eliminar las disparidades y contrastes educativos en regiones y comunidades que impidan la expansión de su cobertura. El problema dentro de esta política modernizante fue que no planteó una visión ética o pedagógica que orientara lo antes mencionado, por lo que es necesario elaborar un currículo educativo en general que sea lo suficientemente flexible para permitir a los estudiantes adquirir los conocimientos necesarios y desarrollar habilidades y actitudes que lo hagan sentirse más seguro de sí mismo y no funcione como una simple máquina procesadora de información. Esto lo ayudará indudablemente a enfrentar con éxito su mundo personal, laboral, social y educativo y a su vez pueda lograr un verdadero desarrollo integral, palpable en cada situación que él viva en cada ámbito que se encuentre.

²⁴³ Fuentes Molinar, Olac, 1996

²⁴⁴ Elias Kuri, 1997.

Esto también requiere que las instituciones de educación superior desarrollen propuestas educativas que coadyuven a la transformación de la mentalidad de los individuos. De esta manera, la educación consistirá no solo en la transmisión de conocimientos científicos y tecnológicos acerca del mundo que lo rodea, sino también una **formación integral que permita en el individuo la expresión de su creatividad, sentido de reflexión, libertad y solidaridad hacia los demás.**²⁴⁵

Otro medio a través del cual son transmitidos los valores en la enseñanza es la **filosofía educativa** implícita en una propuesta educativa, la que implica una cierta concepción del mundo²⁴⁶, y un cierto pensamiento político. La filosofía educativa estudia las relaciones de esta propuesta educativa con la sociedad, el Estado y el Poder en un momento histórico definido, de este modo es que la educación pretende preparar a los jóvenes para la consecución de ciertos valores que se esperaría fueran universales.²⁴⁷

A este respecto es interesante reflexionar en un aspecto importante que se presenta muy frecuentemente en el ámbito cotidiano de las instituciones educativas, sobre todo en las instituciones públicas; **el aspecto filosófico de la educación se deja de lado, centrándose únicamente los aspectos instrumentales.** En casi todas las ocasiones no se cuestiona cuál es la idea del aprendizaje que se propone establecer, a qué orientación filosófica o pedagógica responde y **qué concepto de ser humano esta contribuyendo a formar.**

La ambigüedad resultante de esta falta de definición tiene repercusiones determinantes en los sujetos a educar, y aunque aparentemente no constituye un obstáculo para la enseñanza, los individuos que así han sido formados, no tienen una idea clara de su responsabilidad en el ejercicio de su profesión y carecen de una conciencia social, en detrimento de los valores personales, profesionales sociales, etc., que oriente tanto su formación como su práctica profesional.

Así, aunque se promueva entre los estudiantes una actitud crítica, en la práctica se sanciona esa actitud de muy diversas formas, dentro o fuera del ámbito educativo o de trabajo, anulando todo esfuerzo educativo. Ya que después de esta agresión sobrevienen conductas de rebeldía o rechazo por parte del educando.²⁴⁸

²⁴⁵ A criterio de Elías Kuri, y el mío propio, la educación que más elementos aportaría para lograr la finalidad antes señalada sería la humanística, ya que pugna por una visión más amplia de hombre. Dicha educación propiciará que los sujetos sean libres para asumir su propia dignidad y compromiso.

²⁴⁶ Sería muy interesante poder desarrollar un estudio en el medio educativo para tratar de definir precisamente cuál es la concepción que tiene del mundo la generación actual, y en consecuencia la concepción que tiene de sí mismo. Y de que manera ha intervenido el desarrollo del conocimiento científico en dicha concepción.

²⁴⁷ Desde el punto de vista filosófico los valores universales son la Libertad, la Igualdad y la Fraternidad, de los que se derivan ciertas normas actitudes y valores muy apreciados para ser aprendidos en el proceso educativo.

²⁴⁸ Ante lo que Duchas Paredes (1994), expresa el siguiente cuestionamiento: **¿Cómo puede propiciarse la coherencia entre lo propuesto y la práctica educativa?, ¿cómo articular todos los aspectos del proceso educativo?, ¿cómo promover en los sujetos de educación un compromiso social en el desempeño de su práctica profesional?. La autora aclara que todas estas interrogantes pueden ser reducidas (de hecho eso es lo que ha sucedido) a problemas de índole didáctica y curricular, lo que compete a la fase instrumental de la planeación. Pero la guía que involucra todos estos procesos compete ineludiblemente a la Filosofía de la Educación, en la que, los problemas en lugar de ser reducido deben ser ampliamente analizados y atendidos.**

Si esto sucede frecuentemente en el medio educativo en el que interactuamos, entonces ¿Cuáles son los y valores en general, que se pretende adquieran los estudiantes de acuerdo a la filosofía educativa que priva actualmente en México?. Parece no haber coherencia entre lo que se dice y se hace.

El tipo de educación que se ofrece a los estudiantes de cualquier nivel debe estar enmarcada necesariamente en una filosofía educativa, ya que se espera que esta ayude de manera importante a consolidar el proceso de cambio que el país requiere, con la finalidad de interactuar exitosamente en el mundo competitivo y globalizado que hoy se perfila.

Los enfoques que aborda la filosofía educativa han constituido interpretaciones diversas de la realidad, las que no son independientes ya que se influyen e incluso sus premisas han convergido en una misma propuesta. En México se desarrollaron propuestas filosóficas como el positivismo, el pragmatismo y la filosofía analítica o positivismo lógico, las cuales han sido desarrolladas durante el siglo XIX y XX. A pesar de esta variedad de pensamientos filosóficos, han sido muchas las ocasiones en las que se ha tratado de soslayar el aspecto filosófico en planteamientos concretos educativos, para ser sustituidos por otros pensamientos ideológicos, sociológicos o técnico-científicos que no dan fundamento sólido a una propuesta educativa, ignorando incluso la realidad que les ha dado origen. Tal ambigüedad ha sido el elemento estratégico para adaptarse a cualquier situación con la idea de lograr una aceptabilidad y un compromiso exclusivista que sirve a un sector social y a cierta posición política. Durante las últimas décadas del siglo XX se tomó como ya sabemos la corriente del neoliberalismo, la cual trajo consigo sus propias finalidades y valores ya ampliamente expuestos.

Así, las posturas filosóficas importantes en la formación de los valores sociales y morales en México se han tratado de reflejar en los **enfoques pedagógicos**, de los que de acuerdo a Schmelkes²⁴⁹ sobresalen seis principales:

Indoctrinación: se trata de inculcar a los estudiantes principios y valores que el profesor considera deseables sin mediación del diálogo y la reflexión. Se procede de manera autoritaria (muchas veces implícitas en el conductismo), por lo que el mandato es fuerte, existe un refuerzo a través de recompensa y castigo, inhibición y represión. Lo cual es totalmente contradictorio con una auténtica formación de valores.

Falsa Neutralidad: sostiene que la educación debe ser neutra para no afectar ilegítimamente la libertad de los estudiantes, ya sea porque los educadores no poseen una posición determinada o porque omiten hacerla pública. Se sostiene la idea de que el estudiante es quien debe encontrar por sí mismo sus propios principios morales. Pretender dicha neutralidad es imposible pues todo individuo siempre está sujeto a diversas influencias. Este enfoque es también pedagógicamente incorrecto pues priva a los estudiantes de las herramientas necesarias para desarrollar su sentido moral.

²⁴⁹ Schmelkes, 1998; en Latapi Pablo, 2000

Voluntarismo: en este enfoque se da confianza a la exhortación y a la motivación intencional. Se considera que es muy importante la voluntad, la que trata de fortalecerse a través de la constante repetición de actos. Por lo que se proponen modelos ejemplares de conducta, además de confiar en la autoridad moral del quien educa.

Relativismo: esta posición sostiene que todos los valores, incluso los morales, son subjetivos o están condicionados por la constante evolución cultural. Por tanto, la educación debe procurar que niños y jóvenes se adapten a los valores y normas aceptadas en ese momento, sin cuestionarse si son correctos o no. Schmelkes considera que esta postura es congruente si lo que se trata es de esclarecer valores, pero debe de hacerse a través del diálogo y la interacción para explicitar sus verdaderos valores con la finalidad de ser congruentes con ellos, no sólo expresarlos verbalmente. Lo rescatable de esto es el método reflexivo y la importancia que se le da a la perspectiva cultural ya que es necesaria para profundizar en los valores propios. Filosóficamente esta postura conduce a un relativismo ético, valorando contradictoria con la supuesta neutralidad antes expuesta.

Desarrollo humano: se basa en las ideas de Carl Rogers y Abraham Maslow. Parte del hecho de que el ser humano requiere satisfacer sus necesidades para sobrevivir y es precisamente esa búsqueda de satisfacción lo que lo impulsa a su desarrollo. Considera que la capacidad que tiene la persona es muy importante para resolver sus problemas, así como el concepto positivo que tiene de sí mismo y la libertad que tiene para elegir lo que considera más conveniente. En este orden de ideas, la educación es un proceso de aprendizaje significativo ya que es indispensable la participación activa y comprometida de quien aprende. El educador es un facilitador de la enseñanza, permitiendo que los estudiantes se expresen con libertad. La aportación principal en esta visión es la afirmación de la autoestima como punto esencial para la construcción de valores integrales. Que conforme a mi criterio, si llevaría a lograr la formación integral varias veces citada en los últimos programas de estudio de la escuela secundaria.

Desarrollo del juicio moral: basado en las ideas de Piaget y Kohlberg, se limita al elemento cognoscitivo de los actos morales, lo que ha estado sujeto a impugnaciones y revisiones a nivel mundial, pero ha ganado aceptación internacional. Piaget estableció que existe un proceso gradual que parte de la moral heterónoma hacia una autónoma, de acuerdo como se va pasando a través de los estadios de desarrollo cognoscitivo. Kohlberg continuó esta concepción definiendo tres niveles cognoscitivos (basados en la validez de la razón) y seis estadios de juicio moral. Se considera que estos estadios son secuencias pero cada educando los recorre a su propio ritmo. Para estimular el desarrollo del juicio moral lo importante es ponerse en el lugar del otro y el fomento de las relaciones interpersonales afectuosas y respetuosas. Es muy interesante esta propuesta ya que aporta medios para juzgar la validez de las normas, es decir, no determina en forma abstracta lo que es bueno o malo. Es cognoscitiva porque se basa en la

validez de la razón, es formal ya que contiene un método que facilita la reflexión, el diálogo y el consenso, no prescribe normas cerradas y concretas. Se considera que es universal porque asume que todos deben tener respeto por criterios racionales y acuerdos. Carece de algunos elementos que otros enfoques pueden complementar como los determinantes socioculturales implícitos en el enfoque de Vygotsky en el que se afirma que la conciencia individual se construye desde fuera mediante las relaciones con los demás.²⁵⁰ Otros medios son el **currículum escolar**, los **programas de estudio** y el mismo ambiente que priva en las instituciones educativas.

Hasta aquí podemos darnos cuenta que el camino de la formación de valores en las instituciones educativas está por hacerse, ya que ni siquiera han sido estos bien definidos y mucho menos explicados y difundidos. Lo cual nos indica que la formación de valores en la escuela, así como su investigación en el ámbito educativo, es una preocupación que ha sido retomada recientemente al parecer con más seriedad y en forma especial. Aunque esta dimensión no ha estado ausente del todo, ya que ha sido consustancial a nuestro desarrollo educativo nacional. De tal modo que desde los inicios del siglo XX nuestra nación confió en la institución escolar como transmisora de conocimientos, pero también de actitudes y valores. Lamentablemente esta fue utilizada para replicar las divisiones sociales. Estado y sociedad no coincidieron en fines, movimientos y tendencias. Durante el siglo XX el sistema educativo se separó paulatinamente de las exigencias del desarrollo nacional. Por tanto, ha dejado de ser instrumento directo de movilidad social y mejoría económica, es decir, un instrumento de igualdad y justicia. Los valores deseables para realizar cumplidamente este derecho son la equidad, la eficiencia, la relevancia, la eficacia,²⁵¹ pero parece que aún falta mucho por hacerse. Puesto que la institución educadora no sumó la fuerza social necesaria para producir los cambios que tanto se han esperado de ella.

Así, las propuestas pedagógicas que abordan la formación moral incluyen distintos enfoques filosóficos, pero frecuentemente presentan elementos mezclados de varios de estos. Predominando las explicaciones psicológicas sobre la formación de la conciencia moral en las diferentes etapas del desarrollo humano. En sus orígenes la psicología experimental no tomó en cuenta el desarrollo moral de sus observaciones, siendo eminentemente positivista su enfoque. El asociacionismo y el conductismo tampoco incluyeron la formación moral, para estas corrientes la moralidad y por tanto los valores, carecían de fundamento objetivo. Por su parte el psicoanálisis pretendió explicar la conciencia mediante la dinámica del inconsciente, pero fue Piaget dentro de la corriente de la psicología científica, quien empezó a interesarse en el desarrollo moral hasta la tercera década del siglo XX. Enfocó su atención al desarrollo del juicio en el niño, no a las conductas o a los sentimientos morales, pero su importancia empezó a reconocerse hasta treinta años después. Al irse separando la psicología humana de la animal, al predominar el enfoque cognoscitivo sobre el conductista y al

²⁵⁰ Vygotsky, L., 1995

²⁵¹ Guevara-Niebla, en Latapi, Pablo, 1998

acentuarse los aspectos evolutivos sobre los estáticos, se dio como resultado que la psicología se fuera interesando por el tema de los valores y la moral. Quedando rezagados los planteamientos que reducían la formación moral a la simple adaptación social o a los mecanismos del inconsciente a las emociones. Hoy existe una amplia aceptación en que la moral es un ámbito específico de la persona: *el deber ser*, que compila elementos diferentes como los juicios de la conciencia, los valores, las normas, los sentimientos, las actitudes, etc. En donde las explicaciones psicológicas vertidas sobre este tema, las más aceptadas recientemente son las de Maslow: la teoría dinámica de la motivación y la del ciclo de vida de Erikson las cuales aunque son muy interesantes muestran la complejidad de la formación de los valores, su importancia y necesidad de desarrollo desde etapas tempranas de vida del ser humano.

²⁵² Actitud es entendida como constructo para explicar porqué las personas tienden a comprometerse de modo selectivamente distinto en situaciones similares. Bolívar, 1992; en Latapi Pablo, 2000

5.3 Valores expresados a través de la enseñanza de la genética.

La genética forma parte de nuestra vida cotidiana. Al visitar al médico este elabora nuestro expediente en donde quedan asentados nuestros antecedentes los cuales se refieren a enfermedades y padecimientos de nuestros familiares más cercanos. Los antecedentes familiares son un intento de descubrir un marco genético el cual posiblemente tenga relación con nuestros problemas de salud, o bien la susceptibilidad que presentamos hacia ciertos padecimientos. Aun así, esto sólo puede ofrecer una imagen superficial de nuestro marco genético. La investigación moderna ofrece ir más lejos, esto es, observar las manifestaciones de los caracteres adquiridos e incluso a los mismos genes.²⁵³

Con este fin es que se requiere someterse a pruebas de sangre, y amniocentesis durante el embarazo. Esto les proporciona a los médicos información útil para entender nuestros problemas de salud, prevenirlos y curarlos, incluso tener hijos sanos. Pero existe un grave problema, ya que al vincular nuestras afecciones a los genes ha llevado al ser humano a centrarse únicamente en lo que está pasando en el interior del cuerpo, alejando la atención de otros factores que es importante considerar. La investigación genética trata de responder a un conjunto de preguntas referentes a la interacción entre herencia y ambiente, y entre similitud y diferencias en los organismos. Muchas de las diferencias que existen entre nosotros surgen del ambiente, y otras son producto de la herencia. Pero el proceso que ha sido llamado actualmente genetización no considera la influencia que el ambiente tiene sobre los organismos.

*La genetización se refiere al proceso actual en el que se reducen las diferencias entre individuos a sus códigos de DNA, atribuyendo en gran parte, la mayoría de los trastornos, comportamientos y variaciones fisiológicas a un origen genético. También se refiere al proceso en el cual se realizan intervenciones empleando tecnologías genéticas para resolver problemas de salud. En este proceso la biología humana es equiparada incorrectamente a la genética humana, asumiendo que esta última actúa por sí sola para hacer de cada uno de nosotros el organismo que es.*²⁵⁴

La forma en que se presentan estas ideas en la industria biotecnológica a primera vista no es clara. La biotecnología está basada en conocimientos de la genética y de la biología molecular y aseguran que nos proporcionará una vida

²⁵³ Hubbard y Wald, 1999. Ruth Hubbard, bióloga molecular quien participo en diversas discusiones por varios años con el grupo de Steven Rose. Ella leyo, comento y corrigió también en grupo los primeros borradores de lo que sería posteriormente el libro *Trayectorias de Vida*. En ese grupo de trabajo colaboró también Lewontin. Kitcher por su parte cita a Hubbard y Wald en su primera edición en español de *Vidas por venir*, haciendo referencia a su libro *Exploding the Gene Myth*, en donde son presentadas las fuertes preocupaciones acerca de las pruebas genéticas y los problemas que podrían derivarse de su uso indiscriminado.

²⁵⁴ Lippman, A, 1991

¿Para que clonarme?

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

110-P

mejor. Con este fin es que los biólogos moleculares buscan capitalizar cada aspecto de la investigación genética. De este modo, diversas empresas biotecnológicas están produciendo pruebas diagnósticas, medicamentos, hormonas e incluso genes modificados. Haciendo atractivas promesas sobre los beneficios de uso de estos productos. Pero de acuerdo con los resultados obtenidos en diversos países, los beneficios no siempre han sido los esperados y sus desventajas han provocado graves daños ya que existen personas a las que se les ha negado trabajo e incluso algún seguro basándose en los resultados de pruebas genéticas, cuyos resultados no tienen mucho significado²⁵⁵. También se han iniciado tratamientos con efectos dañinos o se ha alertado a mujeres embarazadas sobre daños en el feto sin pruebas bien sustentadas.

Un daño quizá igual de peligroso es que de alguna manera con este tipo de pruebas se está transmitiendo la idea de apreciarnos como una serie de pequeñísimas partes separadas, no como seres humanos integrales²⁵⁶.

Esta visión se deriva del pensamiento reduccionista, el cual es fuertemente relacionado, por parte de algunos grupos, con la ciencia moderna heredera del materialismo mecanicista del siglo XIX, vinculándolo ideológicamente con una etapa determinada del capitalismo industrial.

Incluso las filósofas feministas de la ciencia han retomado esta discusión, para ellas el reduccionismo expresa de algún modo el racionalismo masculino que limita la visión del mundo ya que niega la validez de la experiencia subjetiva.

Por su parte, algunos ecologistas lo critican porque desde su perspectiva, niega la interconexión de los fenómenos, y expresan que esta falta de conexión entre los fenómenos podría generar la destrucción del planeta.²⁵⁷

Con respecto a estas discusiones Rose señala que el reduccionismo es un método científico poderoso, ya que ayuda a responder muchas de las preguntas elaboradas en el campo de la biología. El reduccionismo característico de los biólogos orientados hacia el estudio molecular es considerado como algo natural, incluso ha aportado y desentrañado ciertos significados. Para ellos es más fácil comprender los fenómenos que se desean estudiar si estos son aislados relativamente del resto del mundo y poder alterar las variables que presentan una a una. Esto se hace con la idea de facilitar la comprensión de lo que se observa en los sistemas complejos. De este modo, la metodología reduccionista simplifica y permite generar cadenas aparentemente lineales de causa y efecto. Lo que en un momento dado puede permitir pronosticar situaciones o desenlaces, sobre todo en el caso de los sistemas relativamente sencillos. A esto se le sumo la representación matemática de los fenómenos, con lo que se pensó que naturaleza había sido sometida y controlada por la lógica y los símbolos, pero en realidad existe toda una discusión al respecto que no puede ni debe ser ignorada.

Con el uso de la metodología reduccionista se han logrado los grandes descubrimientos de la mecánica del universo. En la práctica dicha metodología ha

²⁵⁵ De Melo Marin, 2002

²⁵⁶ Rose, S, 2001

²⁵⁷ Ibid, 2001

demostrado ser eficaz, por lo que son deseables los experimentos reductivos. Pero en el campo de la biología ésta metodología no es del todo recomendable, ya que los organismos vivos somos altamente complejos, por lo que no se puede abordar una variable por vez, ejemplo de esto es lo que sucede en el procesamiento neuronal o en las estructuras proteicas tridimensionales. Las restricciones simplificadoras que aseguran el éxito de ésta metodología en algunos campos de conocimiento como la física y la química pueden ser las mismas que generen problemas en otros, como en el caso de la biología. De este modo, la metodología reduccionista es insuficiente para describir los procesos de los seres vivos.

Rose explica que el **reduccionismo teórico** tiene como objetivo simplificar para abarcar la máxima descripción del mundo con el mínimo de leyes y variables. Es común en las explicaciones de los físicos teóricos quienes buscan la simplicidad de los fenómenos que estudian, los que han dado paso a las grandes teorías unificadoras. Este fenómeno también se ha presentado en la bioquímica y la química con resultados favorables. Sin embargo este tipo de reduccionismo puede conducir a graves errores, ya que, por ejemplo: gen no equivale sencillamente a ADN, gen y ADN no son dos nombres diferentes del mismo objeto.²³⁶

El **reduccionismo filosófico** se refiere a los niveles de organización. Es utilizado por filósofos y científicos de manera muy ambigua ya que se puede referir a una escala u orden de magnitud. Un ejemplo es cuando se habla de organismos multicelulares, órganos, conjuntos celulares, distintas regiones del organismo, etc. Pero podría tratarse también de evolución o filogenia, o bien la ontogenia que empieza en los genes y termina en las conductas complejas. También puede referirse a los términos epistemología y ontología de las disciplinas que forman la jerarquía tradicional de las ciencias, en donde se supone que existe un orden jerárquico real entre una y otra. De este modo, los niveles inferiores son más fundamentales que los superiores, ya que explican principios de aplicación más generalizada. Los niveles superiores representan estados de la materia más complejos que los inferiores. También ha sido utilizado para distinguir un nivel inferior de otro superior, ya que en cada uno aparecen interacciones y relaciones nuevas entre las partes, mismas que no pueden ser inferidas únicamente desarmando el sistema. Este reduccionismo implica cualesquiera que sean las propiedades de orden superior así como la forma de su aparición o primacía. Este tipo de reduccionismo parece ser muy válido en los sistemas físicos y químicos, pero en la naturaleza de los procesos evolutivos y de desarrollo en biología no es necesaria esa primacía. Discusiones a este respecto continúan. Lo cierto es que los organismos no pueden existir independientemente de su medio, del intercambio constante de energía e información, ya que son abiertos.

Rose expone que para comprender al mundo es necesaria la diversidad epistemológica ya que brinda diferentes niveles de explicación, que tomar en cuenta dichos niveles es preferible a quedarse sólo con visiones altamente reduccionistas que pueden explicar muy poco acerca de la compleja realidad existente.

²³⁶ Ibidem, 2001

Suárez y Martínez²⁵⁹ por su parte, explican que el problema del reduccionismo tiene implicaciones profundas en la concepción científica moderna, que representa un aspecto básico en la constitución de la biología como disciplina científica, pero señalan que ésta no puede ser enfrentada y explicada desde una sola perspectiva. Así, con la finalidad de enriquecer nuestra visión al respecto hacen un análisis profundo de este tema, en donde, desde la perspectiva de la concepción mecanicista del siglo XVII una explicación científica consiste en entender un fenómeno como resultado de un proceso mecánico, como el resultado de la aplicación de leyes mecánicas que determinan el comportamiento de la materia inerte. Descartes extrapoló esas ideas y elaboró un modelo que sirviera para explicar el comportamiento de los seres vivos. Con este hecho se inició la discusión entre mecanicistas y vitalistas, y en general el problema del reduccionismo. Fue entonces necesario asumir la idea de que Dios o alguna alma estaba detrás de ese mecanismo que presentaban los seres vivos y era análogo al de las máquinas. La discusión entre vitalistas y reduccionistas no debe ser interpretada como una discusión entre científicos y anticientíficos. El vitalismo es una postura que se ha construido a lo largo de la historia, ha marcado los límites al mecanicismo. Este ha respondido desarrollando mejores argumentos y caracterizaciones de lo que es un mecanismo. La interacción de ambas posturas ha sido fructífera ya que ha colaborado a conceptualizar a la biología tal y como se le concibe actualmente.

Al establecerse en el siglo XIX un nuevo concepto de máquina y de mecanismo, fueron incorporadas las leyes de la conservación y la disipación de la energía. Es entonces que empieza a ser tomado en serio el proyecto mecanicista en biología.²⁶⁰ De este modo, a mediados del siglo XIX es posible pensar en los organismos como máquinas en un sentido extendido, es decir, como dispositivos capaces de transformar un tipo de energía en otro. Así, conforme se desarrolló un mecanismo más adecuado para explicar algunos procesos biológicos, la idea de que existe una fuerza que actúa solamente sobre la materia orgánica fue perdiendo poder y vigencia.

El problema del reduccionismo en la actualidad se ha diversificado a tal grado que los filósofos de la ciencia aseveran que ahora consiste de una familia de problemas más o menos relacionados, ya que también tienen conexión con otras discusiones sobre la ciencia como qué es una explicación científica y cuál es la metodología apropiada en la ciencia y particularmente en la biología. La complejidad y diversidad de los problemas que giran en torno a la reducción son amplios, lo cual ha requerido mejorar las clasificaciones del problema del reduccionismo. Así, de acuerdo con Mayr, el reduccionismo en biología se ha utilizado en tres sentidos al menos por diversos autores: reduccionismo constitutivo, explicativo y teórico. El primero se refiere a que la composición material de los organismos es la misma que la de la materia orgánica. El segundo

²⁵⁹ Suárez, E. y Martínez, S., 1998 en Martínez, S y Barahona, A., 1998.

²⁶⁰ Ibid., 1998.

se refiere a la explicación de un todo en término de sus partes. El tercero se refiere a la relación deducción-explicación de una teoría por otra. Suárez y Martínez aclaran que fue dentro de la filosofía de la ciencia lógicopositivista que el tema del reduccionismo empezó a examinarse explícitamente, por lo que las maneras en las que se aborda el problema puede generar prejuicios que esa concepción tenía con respecto a la ciencia.

Al ser desarrollados modelos que trataban de explicar cómo era posible y aceptable reducir teorías, el modelo de reducción teórica fue publicado por Ernest Nagel en 1961. Él consideraba a las teorías como sistematizaciones de observaciones, es decir, leyes o regularidades, las que son legitimadas por medio de procedimientos experimentales o mediante la observación. Así, las explicaciones científicas son inferencias deductivas de un hecho particular a partir de una ley universal y un conjunto de condiciones iniciales. En el pensamiento de Nagel la reducción era básicamente una relación de explicación entre teorías en donde tenían que existir *principios puente* que permitieran conectar los principios de ambas teorías. Un ejemplo clásico de este tipo de reduccionismo fue tratar de reducir la ley de Galileo de la caída libre de los cuerpos a la Ley de Newton de la gravitación universal. Pero este proyecto ha tenido diversos problemas no superados aun actualmente, ya que los modelos explicativos que se buscan son aquellos que tengan una mayor cercanía con los problemas y soluciones reales de los científicos.

El artículo publicado por Schaffner en 1967 fue trascendental para desarrollar las discusiones acerca del reduccionismo teórico en biología. Propuso un modelo de reducción que modificaba el modelo de Nagel. Así, expuso que lo que puede derivarse de la teoría reductora no es una teoría reducida, sino una versión corregida, fuertemente análoga a la misma. De este modo, en el caso de la reducción de la genética a la biología molecular, lo que puede derivarse es una versión corregida de la genética, fuertemente análoga a la versión original de la misma.²⁶¹

Hull fue uno de los primeros en sostener que en la biología molecular las explicaciones recurren a la postulación de mecanismos responsables de determinados fenómenos, pero que no existen propiamente leyes en la tradición empirista. Esto es, se requieren leyes universales para efectuar una relación de derivación entre teorías. Que si bien la genética mendeliana incluye algunas leyes: la ley de la distribución independiente de caracteres y la ley de la segregación, estas no son formulables en términos de los mecanismos propuestos por la biología molecular, por tanto no pueden ser deducidas a partir de ellas.

Hull en 1974 sostuvo que era imposible traducir términos de la genética mendeliana a los de la genética molecular debido que podrían resaltar diferencias de la teoría de la herencia mendeliana de la relación uno a uno entre los términos de ambas teorías, y podría no darse ni siquiera una relación entre muchos mecanismos moleculares y un patrón mendeliano. Esto hace muy compleja la reducción. Wimsatt (1976) tuvo una idea muy parecida al respecto, además

²⁶¹ Ibidem, 1998

agrega que no es posible explicar las unidades de una categoría de nivel superior por algo muy simple: no existe una unidad en el nivel inferior que le corresponda.

El gen como unidad determinante de un carácter es una abstracción mendeliana muy conveniente para teóricos y modelistas en informática, pero en realidad por sí mismo no hace nada. Al DNA lo que le da vida y significado es el medio en el cual se encuentra. Así, para Schaffner, lo que se puede derivar de la teoría reductora no es propiamente una teoría reducida, sino una versión corregida, fuertemente análoga a la primera. Lo mismo sucede en el caso de la reducción de la genética a la biología molecular.

Wimsatt en 1976 expresó que para que se cumpla la condición de derivabilidad, ambas teorías, tanto la reductora como la reducida tendrían que ser corregidas. Esta fue la base sobre la cual se introdujo una dimensión temporal o histórica en los modelos de reducción teórica, ya que antes este proceso de corrección quedaba oculto. Una de las objeciones más comunes que se le hicieron a la condición de derivabilidad fue la ausencia de leyes universales en las teorías de la biología. A este respecto Rosemberg y Walters señalaron que en la biología es más adecuada la concepción semántica de las teorías.

Por su parte, Schaffner (1993) y Kitcher(1984) se abocaron al tema de la estructura de las teorías biológicas, tema que ha llegado a cobrar amplia importancia en las discusiones recientes sobre reduccionismo teórico. Schaffner en (1992-1993), caracterizó a cierto número de teorías biológicas como series de modelos temporales "intermitentes y sobrelapados". A los modelos de este tipo de estructuras los llamó teorías de rango medio, ya que en cada uno de esos modelos el rango de aplicación es restringido. El término interniveles, específica diferentes niveles de organización bioquímico, celular y orgánico. El término teoría de rango medio se refiere a que no son teorías universales pero tampoco son sólo resúmenes de datos, más bien están en el medio de esos extremos. Además de que estas teorías hacen referencia a entidades situadas en los niveles de organización medio. Utilizando estas caracterizaciones Schaffner explica que sí es posible modelar la reducción o reemplazamiento de una teoría y más precisamente de su versión corregida por otra más reciente y fundamental. También hace notar que esta concepción es compatible con una perspectiva semántica de las teorías biológicas y de la reducción. Rosemberg en 1994 criticó este modelo de reducción apoyándose en las ideas de Hull, principalmente porque la estructura de las teorías en biología no es la misma que las teorías de la física, las cuales sirvieron como modelo de la concepción sintáctica tradicional. La complejidad de los procesos y fenómenos biológicos es de amplia magnitud, tal que los humanos no hemos podido encontrar y formular sus leyes universales, sólo se han podido hacer generalizaciones útiles para hablar de procesos en un nivel de organización dado. De tal modo, la reducción (deductiva) de la genética clásica a la biología molecular es imposible. Kitcher ha llegado a conclusiones similares. Parte de la idea de que la genética clásica o cualquier otra área de la biología, es una secuencia o cadena de prácticas, las cuales tienen un lenguaje propio, así como un conjunto de enunciados y preguntas, y sobre todo un conjunto de patrones de razonamiento.

De este modo, sostiene que la relación entre genética y biología molecular es de extensión explicativa, ya que algunos de los patrones de explicación establecidos en la biología molecular tienen como conclusión algunos de los supuestos de la genética clásica. La visión de Kitcher no favorece sólo una dirección en la explicación, ya que señala que la extensión explicativa de la genética la puede hacer también la citología o la embriología, no solo una teoría de nivel inferior.

De acuerdo con Suárez y Martínez, el problema de la visión reduccionista de Kitcher es que trata de evitar los problemas de una caracterización estructural o lógica de las teorías, además de que se esfuerza por retratar las prácticas y explicaciones reales de los científicos. Y aún conserva la concepción monológica-deductiva de las explicaciones. Su antireduccionismo no incluye una concepción explicativa alternativa. Por lo que su modelo de extensión puede ser interpretado como un modelo de reducción periférica por deducción, muy parecido al estilo de Schaffner.

Por su parte Keneth Waters (1990) expone que al adoptar la concepción semántica de las teorías es posible caracterizar la relación entre biología molecular y genética como una relación de reducción entre teorías. Respondiendo a Kitcher afirma que las investigaciones a nivel molecular pueden aportar conocimiento útil acerca de los procesos en los que la citología sólo puede dar una explicación abstracta.

Waters entre otros autores piensa que el desarrollo de la ciencia mostrará en última instancia la posibilidad de construir teorías cada vez más fundamentales capaces de explicar los procesos y fenómenos que ocurren en niveles superiores de organización. Sin embargo, hasta ahora ambas teorías: la genética y la de la biología molecular, presentan principios intraducibles como: dominante, recesivo. Que otros referentes de la genética clásica parecen no tener traducción uno a uno en los términos de la biología molecular. De aquí que quizá sea imposible cumplir con los principios de derivabilidad.

Waters por su parte, defiende la posibilidad de conexión entre los términos de ambas teorías, aunque señala que la conexión correcta sería entre la diferencia genética molecular y la deferencia genética mendeliana; entre diferencia de caracteres moleculares y diferencia de caracteres mendelianos. Ya que la genética clásica y molecular gira en torno a los diferentes caracteres que se expresan a nivel fenotípico como resultado de las diferencias a nivel genotípico. Este autor apela a los beneficios que hemos obtenido de las explicaciones recientes de la biología molecular, por ejemplo, el conocimiento de las rutas biosintéticas han proporcionado una explicación de porqué las relaciones entre genes y caracteres son complejas pero no imposibles de determinar sobre todo en casos particulares.

Dupré (1993) ha argumentado en contra de Waters recurriendo a las conexiones ontológicas de tipos de entidades que aparecen en dos teorías de diferente nivel de organización. Para dar validez a esto explica que las clasificaciones que ha elaborado la ciencia tienen sentido en un marco de determinadas teorías, esto es, en el marco de aquello que queremos explicar y resolver de acuerdo a nuestro interés. De este modo, defiende el pluralismo ontológico, ya que no hay una única manera de caracterizar entidades porque nuestras diferentes teorías buscan responder cuestiones de naturaleza distinta.

Aunque si es importante aclarar que cuestiones de tipo funcional no pueden ser reducidas a cuestiones de tipo estructural, por tanto, no es posible conectar tipos de entidades que son caracterizadas en el marco de teorías cuyos objetivos son distintos.

Todo lo anterior hace explícitas algunas de las dificultades más importantes de los modelos de reduccionismo teórico en la biología, referentes a la posible reducción de la genética a la biología molecular. Aunque si es posible pensar en una relación de reducción en lo que tiene que ver con mecanismos, así como su alcance explicativo en diferentes niveles de organización. Es también posible prestar atención a la estructura de explicaciones que buscan modelar a los organismos como sistemas en los que la interacción de partes es muy compleja.

Lo que los científicos entienden en sí como una explicación reduccionista es en realidad una explicación por mecanismos que abarca la explicación de un proceso o fenómeno, que se da en términos de organización de sus partes. Wimsatt expresa que "en un universo en donde el reduccionismo es una buena estrategia, las propiedades de las entidades de nivel superior son mucho mejor explicadas en términos de las propiedades e interrelaciones de las entidades de nivel inferior".

Así, en décadas recientes, el problema del reduccionismo en biología se ha ligado a la discusión acerca de la relación de la genética con la teoría de la evolución y a la relación de la genética mendeliana con la biología molecular y la polémica de la relación entre la mente y el cuerpo, es decir, la reducción de la psicología a la neurobiología.

Existen dos debates que tuvieron amplias implicaciones para el desarrollo de modelos de reducción más adecuados a las construcciones de los científicos, es el debate sobre la reducción de la genética mendeliana a la biología molecular y la reducción entre la genética y la teoría de la evolución. Estos debates no han sido resueltos, pero hay un reconocimiento cada vez más claro de que la noción de explicación de leyes es estrecha, por tanto hace falta desarrollar una visión más compleja y adecuada de lo que son las explicaciones por mecanismos que se integran en modelos explicativos, ya que se reconoce que las condiciones de construcción y la estructura del conocimiento son bastante diversas, lo que ha llevado a la convicción de que la concepción de la estructura de las teorías científicas debe ser modificada o sustituida por una concepción funcional o informal de las mismas, este sería el caso de las teorías de Kitcher y Wimsatt. Las que necesitan ser modificadas a juicio de Suárez y Martínez serían las de Schaffner y Waters.

El debate en torno de la relación entre la genética y la teoría evolutiva ha sido abordada desde 2 puntos de vista: como una cuestión acerca de las unidades de selección, es decir, cuáles son las entidades causalmente importantes para explicar la evolución. O bien, como una cuestión acerca de los mecanismos que explican esa evolución. Este debate surgió con la convicción de que la genética desempeña un papel básico en la estructura de las explicaciones en biología. Dicha convicción ha sido compartida por muchos biólogos durante el siglo XX y

aun hoy. Esta postura defiende alguna versión de la tesis del determinismo genético. Afirma por un lado el carácter ontológicamente fundamental de los genes, es decir, apoya los términos teóricos a partir de los cuales se articulan las explicaciones en genética y también lleva a la idea de que la teoría de la evolución se reduce a la genética en el sentido de que los mecanismos y procesos distintivos de la evolución pueden formularse como procesos a nivel genético, es decir, que pueden ser explicables a partir de las interacciones entre entidades elementales e individuales: los genes.

Esta concepción fue extendida a otras teorías y fomentó la convicción de que otros procesos y estructuras biológicas y sociales pueden ser reducibles a los procesos característicos de la genética. Esta noción tiene profundas implicaciones ideológicas, aunque para muchos científicos ha sido atractiva ya que permite concebir cómo puede entenderse la biología como una ciencia unificada.

Sin embargo Ayala y Wimsatt señalan que la relación entre la genética y otras teorías biológicas es bastante compleja.

Así Wimsatt en 1980 expresó que la suposición de que los genes actúan de manera individual ha dado la posibilidad de construir modelos matemáticos en cuanto a su forma de acción, pero ha sesgado nuestra concepción en cuanto a las propiedades del genoma. Lo que nos llevaría a pensar que el genoma es un conjunto de genes individuales que actúan de manera independiente.

Esa idea es restringida, no expresa lo que en realidad sucede, su restricción se debe al carácter de las explicaciones reduccionistas que se han preferido construir debido a su mayor simplicidad. De este modo, la idea del gen individual como unidad de selección recibió sustento de una estrategia que permitió desarrollar modelos de genética de poblaciones, pero no siempre está de acuerdo con lo que actualmente se sabe acerca de los mecanismos de expresión y de la interacción entre genes.²⁰²

En cuanto a esta discusión, aún no se ha podido decir qué modelos o posturas son más correctas que otras. Pero el debate acerca del reduccionismo ha cobrado actualidad como reflejo de la vitalidad de la biología en etapas recientes debido al desarrollo de la biología molecular y la biología evolutiva. Lo que ha implicado la reformulación del viejo problema de los límites de las explicaciones mecanicistas en la biología y, en general de la posibilidad de explicar de manera unificada el conocimiento científico, pero es recomendable hacer una profunda reflexión al respecto para no llegar a lo que Rose llama reduccionismo glotón, ya que hablar a la ligera de "gene" y "medio" no es una cuestión tan sencilla. Las explicaciones reduccionistas parecen ser deficientes para tratar las complejidades del mundo viviente.

En sí, el determinismo biológico es una explicación reduccionista de la vida humana, parte de la explicación genética es utilizada con la finalidad de dar una explicación de la causalidad humana pero con una gran influencia política y racista. En este sentido, se tratan de remarcar las diferencias biológicas entre los seres humanos de diferentes estratos sociales y nacionalidades generando un fuerte criterio discriminatorio hacia los menos favorecidos. El reduccionismo no

²⁰² Lewontin, 1970, en Suarez, E. y Martínez, S., 1998

sólo es exclusivo de la genética, en el siglo XIX fue la visión fundamental de la ciencia. En biología esta visión fomenta la creencia de que el comportamiento de un organismo o un tejido se explica mejor mediante el estudio de sus células, moléculas y átomos, describiendo sus constituciones y funciones con minuciosa exactitud.

Ya se mencionó que a esto se le ha llamado *genetización*²⁶³ y específicamente se refiere al proceso en el que se reducen las diferencias entre individuos a sus códigos de DNA, atribuyendo al menos en parte, la mayoría de los trastornos, comportamientos y variaciones fisiológicas a un origen genético. En este sentido, la biología humana es equiparada incorrectamente a la genética humana, asumiendo que esta última actúa por sí sola para hacer de cada uno de nosotros el organismo que es. Incluso ciertos grupos conservadores aluden a los avances científicos que parecen mostrar velada o abiertamente, diferencias innatas que apoyan cierto orden social actual. Así, la mayoría de los biólogos moleculares contemporáneos creen que el trabajo a nivel molecular les permitirá alcanzar una comprensión más fiel de la naturaleza. Por lo que la biología molecular y la genética se han constituido como disciplinas de amplio prestigio entre las ciencias biológicas. Pero el reduccionismo está presente en la mayoría de sus concepciones. Esto se percibe por ejemplo en numerosas publicaciones en donde se reportan estudios sobre la susceptibilidad genética de las personas hacia ciertos padecimientos como el cáncer, la esquizofrenia e incluso la vejez y el carácter de los hijos. En donde hay una fuerte tendencia a culpar a los genes de estados que más probablemente tienen causas sociales, ambientales o psicológicas. Estas publicaciones también alimentan la percepción de que los problemas de salud se originan en nuestro interior, desviando la atención de los factores externos como los sociales, restando responsabilidad a las autoridades correspondientes. Ciertamente es que los científicos no crearon esta percepción pero sí contribuyeron a formarla con el interés tan incisivo en los genes, no admitiendo que existan otras vías para explicar los problemas de salud. Esto sugiere que hay genes implicados en toda clase de afecciones y comportamientos, pero también lo que significa es que han invertido mucho dinero y tiempo en investigaciones genéticas. Inversión que esperan recuperar pero no sirviendo con sus productos a la sociedad, sino sobre explotando este conocimiento.

De este modo, se han creado mitos alrededor del gen que no toman en cuenta el contexto ambiental en el que nosotros y nuestros genes existimos. Esto además de llevar a una idea de ciencia equivocada, puede llevar a una discriminación genética y a manipulaciones médicas peligrosas. A este respecto, sería más recomendable encontrar una correlación clara entre sucesos traumáticos y cuestiones psicológicas o medioambientales, de no encontrarse nada, entonces buscar una explicación genética.

Con respecto a las publicaciones reduccionistas de los genes, no toda la responsabilidad es de los medios de comunicación pues algunas sociedades científicas, algunos gobiernos y sobre todo ciertas empresas están presentando a la genética y a la biotecnología como la panacea del futuro. Aquí es donde cabe

²⁶³ Lippman, 1991

resaltar varios aspectos: la imagen tradicional de la ciencia hace ver a los científicos como buscadores desinteresados de la Verdad, pero actualmente (y creo que ya hace un buen tiempo) los científicos no son observadores desinteresados de la naturaleza, por tanto, los hechos que descubren no son simplemente inherentes a los fenómenos naturales que observan. Los científicos construyen los hechos mediante una toma constante de decisiones sobre lo que consideran significativo, qué experimentos deben realizar y cómo describirán sus observaciones.

Estas decisiones no son individuales, reflejan las sociedades en donde el científico trabaja y vive. Recuérdese que las raíces ideológicas de la ciencia contemporánea son múltiples y no siempre son tomadas con fines altruistas. La imagen que se transmite de la ciencia en etapas tempranas de formación científica será decisiva para la toma de conciencia y de valores al respecto, ya que con toda la mala información que se da a través de los medios de comunicación se corre el riesgo de compartir esa ideología que lleva a tener actitudes de discriminación.

Retomando el ámbito educativo, la educación científica introduce a los estudiantes en una empresa cultural con un sistema propio de creencias, así como una historia que la caracteriza. Una de las creencias que más se transmite aún en el ámbito de la educación media y media superior es que la ciencia es inmune a las presiones sociales y políticas, y que por tanto, los científicos trabajan en un vacío ideológico. Pero esto es erróneo, ya que las comunidades científicas tienden a buscar y obtener resultados que apoyan los valores básicos de su sociedad, ya que sus observaciones las hacen con los "ojos" (valores y actitudes) de esa sociedad. Esto es obvio en el caso de la genética y la biología molecular, en donde se esperaba que el amplio valor que la sociedad humana otorga a la genealogía y a la herencia influyeran en cada investigación y el discurso que la guía pero en la mayoría de los casos no es así. A pesar de que esta es un área de investigación que afecta muy directamente a las creencias sobre nosotros mismos, nuestra sociedad y sobre otros seres vivos. Esto tiene implicados valores muy importantes.

Desde este punto de vista el concepto de DNA y genes incorpora un bagaje ideológico derivado de nuestro concepto de salud y de enfermedad, normalidad y desviación de lo que podemos o deberíamos ser²⁶⁴. Por lo que sería muy aconsejable que los científicos tomaran esto en cuenta en los criterios o conocimientos que emiten, pero desafortunadamente todo parece indicar que aún no se han consolidado las conexiones entre ciencia y sociedad, motivo por el que persisten las visiones simplistas del quehacer científico. Dicha visión parece iniciarse al iniciar también la enseñanza formal de la ciencia, en donde a los estudiantes se les dice que la ciencia comienza con preguntas básicas que los científicos tratan de responder, y evoluciona a medida que las respuestas dadas van generando nuevas preguntas. Pero no se les dice nada acerca del continuo intercambio entre ciencia y sociedad. Lo preocupante es que los científicos y quienes transmiten el conocimiento científico también lo creen así, y en el caso de considerar esta conexión, se enfatizan sólo los efectos de la ciencia sobre la

²⁶⁴ Hubbad y Wald, 1999

sociedad, pero no se mencionan los modos en que la sociedad afecta o influye en las percepciones y preconcepciones de los científicos y de los aprendices de científicos.

Para entender a la ciencia dentro de su contexto social debemos ser siempre conscientes de las interacciones entre prácticas científicas, sus descripciones e interpretaciones, así como las creencias culturales y circunstancias económicas dentro de las cuales operan los científicos. De otro modo no se puede entender cómo se crean los hechos científicos y cómo se ponen en práctica en la sociedad.

De este modo, los biólogos moleculares, genetistas, etc., están creando conocimiento desde la estrecha visión que tienen, que se les ha transmitido, sin reflexionar críticamente en lo que hacen. A este respecto, la historia social de la ciencia, la filosofía de la ciencia y la sociología de la ciencia tienen mucho que aportar para lograr una imagen más plural e integradora de lo que es el conocimiento científico y sus aplicaciones. La biología molecular parece que debe reflexionar ampliamente en sus objetivos puesto que ha pasado de ser una biología integradora a una biología reduccionista ya que se ha centrado en la molécula del DNA. Lo que lleva implícita la visión de explicar a los seres vivos en términos de trabajo realizado por moléculas "importantes" y por las partes que las componen:

No podemos pensar en ningún comportamiento social humano significativo que esté determinado por los genes de tal manera que no pueda ser moldeado por las condiciones sociales. ²⁶⁵

Los genes participan en todos los procesos de nuestro funcionamiento como seres vivos, pero no determinan quienes somos, aunque pueden afectar nuestro desarrollo. Esta visión reduccionista puede influir fuertemente en la creencia de que nuestras capacidades están codificadas en nuestros genes, lo cual puede coartarnos al tomar decisiones para cambiar nuestras condiciones de vida e incluso a nosotros mismo. Es importante recordar que las funciones genéticas están embebidas en redes complejas de reacciones biológicas, no es un proceso simple.

Quizá una de las principales causas que crean confusión es el lenguaje que emplean los genetistas, el cual está constantemente cargado de un bagaje ideológico. Constantemente se utilizan términos como: controla, programa o determina, al explicar que hacen los genes o el DNA. Estos términos son demasiado inapropiados porque asignan un papel demasiado activo al DNA. Cuando en realidad no "hace" nada, es una molécula que se encuentra en nuestras células disponible para que otras moléculas interaccionen con ella. También frecuentemente se considera que los genes predicen de modo absoluto al decir que existen genes para esto o para lo otro. Con esto se les determina pero también se les limita. Un gen no determina un fenotipo (ó carácter perceptible) Un gen no actúa sólo, lo hace en conjunción con otros genes y el ambiente. Incluso genes implicados en afecciones cuya herencia sigue un patrón regular predecible.

²⁶⁵ Lewontin, Rose y Kamin, 1996.

no es sencillo definirlos y localizarlos. Sin embargo hay una fe exagerada en que pueden identificarse y aislarse genes para todo tipo de afecciones, por lo que es ampliamente probable que se continúe con la búsqueda de fragmentos relevantes de DNA. Pero hacer esto con la misma visión determinista y reduccionista sólo creará un nuevo grupo de personas estigmatizadas o nuevos parias como los llama Kitcher.

El poder ideológico de la biología moderna pretende interpretar y dictaminar sobre la condición humana, incluso ofrece explicaciones y remedios para los males sociales. Esta ideología está manifiesta en la biología molecular, su política está basada en las concepciones eugenésicas vigentes en la década de 1930 acerca del "mejoramiento de la raza" por medio de la crianza selectiva que tenía por objeto elaborar una "ciencia" del hombre, lo que era a su vez una ciencia de control social, cuyo objetivo era estudiar la "pequeñez última de las cosas".²⁶⁶ Actualmente esta forma de pensamiento continúa en las exitosas empresas biotecnológicas, pero es exagerado naturalizarlas como si fuera la única manera de comprender el mundo vivo.

En cuanto a este tema, el mensaje que llega a la población es que la genética, la biología molecular y la neurobiología podrán modificar la condición humana ya que el origen de los males modernos está en los genes.

Hoy la mística de la nueva genética parece fortalecer el argumento reduccionista. Así, el determinismo neurogenético se ve reforzado y encuentra una relación directa entre le gen y la conducta. Restando importancia a los problemas sociales y a los programas que buscan equilibrar o erradicar ciertos comportamientos y vicios en nuestras sociedades. Un ambiente social y político que preste atención a este tipo de ideas, no buscará soluciones sociales reales, ya que desde su perspectiva, parecería que sólo podemos recurrir al factor biológico y expresar que la raíz de todos nuestros problemas se encuentra en la estructura cerebral individual, en la bioquímica y en la genética. Ante todo esto es necesario recordar que los fenómenos de la vida están relacionados inexorablemente con la naturaleza y la nutrición, así como los fenómenos de la existencia y las vivencias humanas son a la vez biológicas y sociales. Para Rose, las explicaciones sólo son adecuadas cuando toman en cuenta ambos aspectos. Pero la pretensión reduccionista cerrada determina la mayoría de los programas de investigación actualmente.

²⁶⁶ Rose, 2001.

5.4 Forma en que son presentados los conocimientos referentes a la genética.

La forma en que son presentados los conocimientos referentes a la genética es una preocupación que tiene fundamentos sólidos, ya que dichos conocimientos desde el siglo XIX han estado cargados ideológicamente. Así, encontramos por ejemplo que en las primeras décadas del siglo veinte muchos estudios fueron reunidos en la Oficina de Registro Eugenésico en Cold Spring Harbor, en Long Island. Dicha oficina estaba dirigida por Charles Davenport, los estudios sirvieron para demostrar la inferioridad genética y el carácter indeseable de los ciudadanos provenientes de los pueblos del sur y del este de Europa. Apoyándose en estos estudios el Congreso anunció que la pureza racial era necesaria. Así, para 1924 la nueva Ley de Inmigración restringió enormemente la cantidad de personas que podía ingresar a Estados Unidos provenientes de los lugares ya señalados. También se elaboraron pruebas de inteligencia por parte de Henry Goddard, las cuales eran aplicadas a los inmigrantes pero estaban cargadas fuertemente con prejuicios culturales. Esta obsesión por la pureza de raza fue más allá, ya que también se pretendió evitar las infecciones genéticas nativas, por lo que se hicieron campañas a favor de las leyes de esterilización obligatoria, lo cual fue aplicado sobre todo en grupos marginales y "débiles mentales", además de individuos de la raza negra. Así, los pronunciamientos eugenésicos se convirtieron en política social en Inglaterra y Estados Unidos²⁶⁷

¿Pero, qué es la Eugenesia?, el término eugenesia fue acuñado por Francis Galton en 1883 en Inglaterra para referirse a las prácticas y conocimientos cuya finalidad era mejorar la estructura hereditaria de la humanidad a través de apareamientos dirigidos. Este proyecto tuvo profundas raíces en el pensamiento inglés del siglo XIX, desarrollándose posteriormente en distintos contextos del siglo XX.²⁶⁸

"...especialmente en el caso del hombre, permita tomar conciencia de todas las influencias que, a cualquier nivel, tiendan a dar una mayor oportunidad a las razas o linajes sanguíneos, más aptos para predominar rápidamente sobre las menos aptas, que de otro modo no habrían ocurrido" Francis Galton, Londres, 1883.

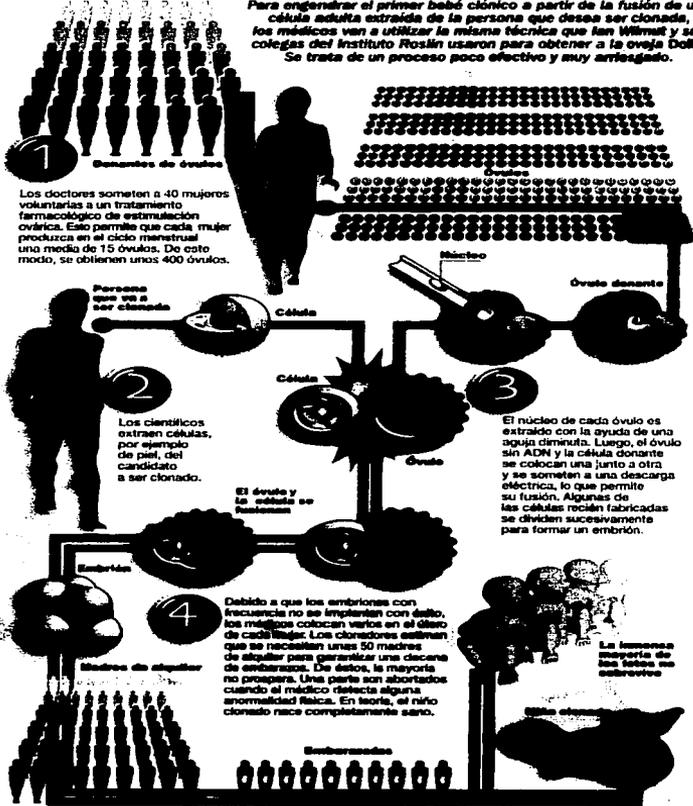
Es conveniente aclarar que dentro de estos estudios existieron dos tipos de corrientes principales de eugenistas: los eugenistas que se identificaron con la eugenesia negativa y buscaban detener la propagación de individuos portadores de deficiencias heredables. Fueron ellos quienes desarrollaron el programa de esterilización dirigida hacia cualquier individuo sospechoso de ser portador de algún tipo de alteración heredable no deseada. Este tipo de eugenesia fue la que se apoyó en los Estados Unidos, cuyos dirigentes eran Charles Davenport y Harry Laughlin. En cambio, a través de la eugenesia positiva se buscaba mejorar a la especie humana mediante la producción dirigida de individuos mejor dotados

²⁶⁷ Kitchner, Ph., 2002

²⁶⁸ Villela, G. A., 1999

Así se clona un ser humano

Para engendrar el primer bebé clónico a partir de la fusión de una célula adulta extraída de la persona que desea ser clonada, los médicos van a utilizar la misma técnica que Ian Wilmut y sus colegas del Instituto Roslin usaron para obtener a la oveja Dolly. Se trata de un proceso poco efectivo y muy arriesgado.



genéticamente hablando. Por tanto buscaron incrementar las características o rasgos "distintivos" en la especie humana, además de la posibilidad de mantenerlas a través de las siguientes generaciones. Y sobre todo, proporcionar algún beneficio a la sociedad.

Villela comenta que la gran mayoría de los eugenistas consideraba que la sociedad se encontraba en riesgo de deterioro biológico, por lo que era importante tomar una serie de iniciativas diversas que permitieran detener los peligros de este deterioro y así garantizar el mejoramiento de la especie humana.

En Inglaterra fue donde se desarrollaron principalmente las ideas propuestas por Francis Galton. Quien propugnó por aplicar los conocimientos que se tenían de la herencia para modelar las características de las generaciones futuras. Esta nueva ciencia teórica contenía una mezcla de estudios de la herencia y algunas doctrinas acerca del valor de la vida humana. El enfoque dado por Galton incluía elementos estadísticos de la transmisión de fenotipos, lo que fue descartado por sus sucesores eugenésicos que utilizaron sobre todo la genética de Mendel. Cabe mencionar que Galton nunca ofreció una discusión crítica de los valores implícitos en los juicios que utilizaba con respecto a los nacimientos correctos y defectuosos. Sólo dio por hecho y entendido que las características que se debían de fomentar, entonces, sólo se dedicó a alentarlas.²⁶⁹

Fue amplia la importancia que alcanzó la creación de un Laboratorio de Antropometría en 1884, y también fue importante la aportación que ofrecieron los estudios realizados en el sobre todo a la estadística. Estos estudios llevaron también al desarrollo de una importante controversia entre los biometristas y mendelianos, en dicha controversia participaron miembros del Laboratorio de Antropometría: Pearson y Weldon por una parte y Bateson por el otro. Esta fue una de las discusiones más importantes referentes a la biología a principios del siglo XX, que permitió entre otras cosas preparar el terreno para el desarrollo de la teoría sintética.²⁷⁰

Los primeros eugenistas americanos y británicos tendían a ser conservadores e incorporaban sus prejuicios racistas e imperialistas a los programas políticos y científicos del movimiento eugenista. Aquellos que apoyaban estas ideas creían fielmente en la promesa de la mejora humana, aún los progresistas y liberales. De este modo la eugenesia pretendía mejorar la constitución biológica de los seres humanos por medio de la selección y manipulación genética. Este tipo de ideas empezaron a ser ampliamente compartidas, ya que se organizaban seminarios sobre eugenesia para advertir al público sobre la amenaza de los defectos heredados y para comunicar a la clase alta sobre los peligros del "suicidio de clase" ya que el índice de natalidad de esta clase era bajísimo con respecto al registrado en la clase baja. Esto llegó a tal extremo que en Estados Unidos en 1910 en la Oficina de Registro Eugénico se capacitó a gente de la clase alta para introducirse en las comunidades pobres de New York y New Jersey para diagnosticar a simple vista afecciones hereditarias como demencia, criminalidad e imbecilidad. Con estos datos se establecieron

²⁶⁹ Kitcher, Ph., 2002

²⁷⁰ Villela G. A., 1999

tablas de pedigrí e informes científicos, pensando que podían clasificarse estas afecciones con precisión matemática.²⁷¹

Cos resultados reportados por esta oficina fueron la base para los planes eugenésicos que se pusieron en marcha en Estados Unidos, como ya se indicó, además de que se diagnosticó que todos los grupos étnicos tenían individuos con graves defectos hereditarios. También se favoreció la esterilización de personas definidas como paupérrimas, criminales, imbéciles, tuberculosos, inútiles y decadentes hereditarios. No está por demás decir que esta clasificación se basaba más en los valores éticos y estéticos de quienes juzgaban, que en los conocimientos en sicología y medicina. Así, para 1931, treinta estados tenían leyes de esterilización obligatoria dirigida sobre todo a dementes e imbéciles, en los que se incluían inmigrantes que conocían muy poco el idioma inglés, analfabetas, perversos sexuales, drogadictos, borrachos, epilépticos e individuos considerados como degenerados. Y aunque estas leyes aún no entraban aún en vigor, se esterilizaron en forma forzada a 20,000 personas sobre todo en el Estado de California e impidieron la inmigración masiva de judíos que intentaban huir de los nazis, simple y sencillamente por haber nacido en Europa del Este.²⁷²

Hacia la Segunda Guerra Mundial, biólogos y sociólogos británicos y estadounidenses apoyaban a la eugenesia. En 1941 cuando las prácticas de exterminio eugenésico por parte de los nazis Julian Huxley escribió un artículo titulado: *The vital importance of Eugenics*, en donde comienza diciendo:

*La eugenesia está siguiendo el curso normal de muchas ideas nuevas, ha cesado de ser contemplada como una novedad y ahora se estudia seriamente, y en un futuro próximo será considerado como un problema práctico urgente... La sociedad debe asegurarse de que los deficientes mentales no tengan hijos*²⁷³.

Con lo cual se indica que cualquiera que tuviera éxito sería una persona superior. Con esto los hereditaristas creaban profecías que sólo aquellos de las clases altas podían verificar dentro de sus familias, en donde no sólo demostraban el valor de sus patrones sino que también probaban su propia superioridad sobre aquella gente que consideraban atrasada y fracasada por no tener los medios de producción y riqueza que ellos tenían, muy parecido a lo que actualmente sucede, ya que es sorprendente que actualmente muchas de estas concepciones no han cambiado mucho.

El deficiente mental era definido como alguien con una mente tan débil que no era capaz de mantenerse o cuidar de sí mismo sin ayuda. Se buscaba prescribir la neutralización de la "degeneración racial" mediante la "prohibición del matrimonio" o mediante la "confianza de instituciones" combinada con "esterilización de

²⁷¹ Hubbard y Wald, 1999

²⁷² Ibid, 1999

²⁷³ Ibidem, 1999

aquellos que estén libres”, presentando como un hecho establecido y aceptado que la mayoría de “defectos mentales” son hereditarios.²⁷⁴

Dentro de la eugenesia, aunque no hubiera ningún tipo de prueba sobre la naturaleza biológica o transmisión genética de muchos de los caracteres que supuestamente eran hereditarios, simple y sencillamente ponían la etiqueta de imbécil cuando existía en las personas cierto tipo de comportamiento fuera de lo esperado. Este prejuicio se fue generalizando y posteriormente sirvió para hacer diferencias de clases, razas y grupos étnicos. Lo que ha conducido frecuentemente a juzgar las capacidades mentales incluso de niños.²⁷⁵

En las primeras décadas del siglo XX la genética se fue constituyendo como una ciencia sólida. Los nazis adoptaron argumentos y programas eugenésicos y genéticos desarrollados por científicos y políticos ingleses y estadounidenses, pero ampliaron los planes de acción y su práctica fue más impactante.

De este modo, los nazis mataron y esterilizaron a niños y adultos que habían sido diagnosticados como incapacitados y mentalmente enfermos.

Después de la Segunda Guerra Mundial disminuyó el interés por la eugenesia. Los resultados del exterminio nazi provocaron repulsión por las prácticas eugenésicas que apoyaban la idea de la supremacía de ciertas razas. A pesar de esto el racismo no desapareció, ahora se manejan las ideas eugenésicas de forma sutil. Hubbard y Wald señalan que los que antes eran designados genéticamente inferiores ahora son llamados subdesarrollados, lo que de alguna manera también es una estigmatización. Aunque a nivel mundial se dice que todos somos iguales, quizá algunos más avanzados que otros social y culturalmente, pero que todos somos seres humanos con un valor inherente.

Ciertamente muchas de las ideas de la vieja eugenesia han desaparecido, pero la idea de que es más beneficioso que ciertas personas tengan hijos (los más aptos como señalaba Galton) y otras no (los menos aptos), y de que una gran cantidad de problemas humanos se podrán solucionar una vez que aprendamos a manipular nuestros genes, aún está muy arraigado.

Kitcher explica que hoy lo que se observa es que en los juicios eugenésicos se han mezclado los conocimientos científicos con los valores de los grupos dominantes (exactamente como sucedió a principios del siglo XX), lo cual es peligroso ya que tiende a distorsionar las conclusiones científicas.

El hecho de que se realicen investigaciones con la finalidad de encontrar genes “responsables” de los males humanos indican claramente la persistencia de esta visión. Por eso se cree que la biología molecular contribuirá a revivir la vieja eugenesia, ya que cuando se empiece a pensar en términos de “defectos innatos” las presiones sociales ampliarán la categoría de deficiencias genéticas

²⁷⁴ Aunque la mayoría de los casos de retardo mental en las clases media y alta tienen un origen genético, este no es el caso entre la gente de escasos recursos: la mala alimentación y cuidado prenatal inadecuado, el sistema escolar bajo y en general la mala calidad de vida juegan un papel importante

²⁷⁵ Pero el desarrollo mental lento tiene su origen en enfermedades infecciosas y traumas psíquicos, físicos o sociales, por tanto no son hereditarios biológicamente.

produciendo fuertes daños a quién las presente. Y no sabemos hasta donde se pueda detener esto.

La eugenesia se nos presenta ahora de manera más sutil, la sugerencia de que la sociedad sería mejor si no naciera cierto tipo de personas es muy ambiguo. En esto se basan las pruebas sugeridas a futuros padres para ver si son portadores de "defectos" genéticos, lo que conduce a formar prejuicios serios con respecto a gente que será etiquetada como "defectuosa". Esta pruebas en conjunto se consideran generalmente beneficiosas porque aumentan las posibilidades de elección de la gente, pero claro, no se mencionan los riesgos de su utilización. Dichas pruebas genéticas de diagnóstico son para saber si existe alguna posibilidad de que los nuevos seres humanos tengan una afección hereditaria específica. Las investigaciones a este respecto son justificadas acentuando el costo económico que supone el cuidado de niños discapacitados para una nación. Pero muchas veces no se sabe que estas pruebas son una fuente de ingresos regulares para farmacias, hospitales y médicos privados y que los supuestos beneficios que estas pruebas proporcionan a los futuros padres no están tan claros.²⁷⁶ La incidencia de una afección hereditaria dada es de una entre cien. Después de todo, con tecnología o sin ella un embarazo está lleno de incertidumbre.

Una buena asesoría genética debe proporcionar a la gente información sobre los recursos médicos, sociales y educativos que podrían necesitar y la posibilidad de acceder a ellos. La intencionalidad que subyace en estas pruebas genéticas es la visión que la sociedad tiene de los discapacitados y de lo que es posible cambiar en ellos. Pues muchas de las dificultades que tienen las personas discapacitadas son el resultado de los obstáculos sociales y económicos. El poco conocimiento a este respecto y los prejuicios es lo que ha ocasionado que a los discapacitados de les excluya de ocupaciones profesionales, acceso a universidades o empleos. Muchas afecciones genéticas varían en su severidad y frecuentemente sus síntomas se pueden aliviar o aminorar las molestias con terapias médicas convencionales. En sí, un diagnóstico prenatal no predice a que edad empezará a manifestarse la afección, cuanto va a discapacitar o cuanto acortará la vida de las personas que la padecen. Es decir, se ofrece poca información precisa. Pueden detectar problemas pero no pueden predecir verdaderos alcances. Establece normas arbitrarias pues las personas o fetos que no encajan en ellas son definidos como anormales. Visiones de este tipo limitan la vida de muchas personas.²⁷⁷

Por esto las decisiones que guían estos estudios no deben dejarse en manos de médicos, genetistas y biólogos moleculares, pues en muchos de los casos son ellos quienes tienen intereses profesionales y financieros en los resultados de dichos estudios. Este tipo de decisiones deben integrarse en las cuestiones importantes a considerar por un gobierno y sus integrantes, ubicando esta necesidad para ser discutida y concientizada en el área médica y los sectores sociales y educativos. Además de que se debe exigir un asesoramiento claro para que la gente conozca los riesgos y posibles beneficios. De tal modo que la

²⁷⁶ De Melo Martin, 1 2002

²⁷⁷ Hubbard y Wald, 1999

gente entienda la diferencia entre ser portador o estar enfermo, para que no se preocupen inútilmente por su salud. La gente debe ser educada para entender que ser portador no es tan riesgoso a menos que decida tener hijos con otro portador del mismo daño.

*"La actividad científica nunca se juzga por sus intenciones, sino por sus resultados"*²⁷⁸ Y los resultados en repetidas veces no han sido los deseados.

Innegablemente, en la actualidad se está produciendo una revolución en las ciencias de la vida. Esta Tercera Revolución Industrial²⁷⁹ o mejor dicho científico técnica involucra la robótica, la computación y la ingeniería genética. Es asombrosa la velocidad con que se realizan los descubrimientos dentro de estas ciencias. A partir de la década de los setenta han sido numerosas sus aplicaciones tecnológicas y comerciales. Unido a esto, la biología molecular se ha convertido en una rama de producción estratégica para el futuro cercano. Debido a esto varias naciones como Estados Unidos de Norte América, Japón y actualmente Escocia, se han concentrado en su investigación y aplicación. Muchas personas creen que las nuevas biotecnologías transformarán nuestras vidas profundamente. Así, aunque la Genética es un tema especializado, muy pocas personas están capacitadas para valorar cómo nos veremos afectados con estas aplicaciones.

Periódicos y revistas publican numerosos artículos sobre diversos avances en el conocimiento de los genes que ayudarán a sanar enfermedades de alto riesgo. Así, leemos los conceptos básicos de la genética como: gen, fenotipo, genotipo, ADN, etc. ¿pero son verdaderamente comprendidos?

Al respecto de estos temas se han desarrollado múltiples expectativas y mitos. Es por esto, necesitamos tener un conocimiento realista sobre las contribuciones que puede hacer la genética y la biotecnología, de sus riesgos inherentes, los valores que guían su aplicación y su comercialización.

Es indudable que la biotecnología puede cambiar nuestra forma de vida, pero es importante reflexionar acerca de que tan benéficos son estos cambios, así como la forma en que dichos cambios afectan el pensamiento acerca de nosotros mismos, y en consecuencia, de nuestros valores: ¿Somos máquinas o seres vivos? Kitcher explica que ahora cada quién es su propio eugenista, por tanto debe aprovechar las pruebas genéticas disponibles para tomar las decisiones que considera más correctas acerca de su reproducción. Desde su punto de vista la eugenesia actual, así como la del futuro es una eugenesia *laissez-faire*. Ya que idealmente las personas no son coaccionadas, sino que toman sus propias decisiones, evaluando la información científica objetiva a la luz de sus propios valores y metas. Además de que los éxitos que ha tenido la genética molecular inspira confianza en cuanto a la información que pueda aportar acerca de la herencia para explicar los problemas de salud relacionados con esta. Que la eugenesia actual es muy distinta a la practicada por Davenport, Goddard y Hitler. Por eso considera que no se deben prohibir las pruebas prenatales solo porque se

²⁷⁸ Ibid, 1999

²⁷⁹ Ellis, J, Murrell, 1993.

les relaciona con la antigua eugenesia. Pero esto de ninguna manera debe sustituir un razonamiento cuidadoso acerca de su alcance y sus límites. La práctica eugenésica *laissez-faire*, aunque parece ser muy aceptable, merece un análisis detenido. Uno de sus ofrecimientos es respetar la libertad reproductiva de cada individuo, pero un problema importante es que las pruebas prenatales que promueve no están al alcance de todos los miembros de la sociedad. Y existe siempre el riesgo de que las decisiones individuales podrían estar moralmente equivocadas. ¿quién puede asegurar en todos los casos lo contrario? Dichas decisiones al sumarse con otras pueden causar daños sociales serios. Por eso es que Kitcher considera que debería haber restricciones para evitar efectos posiblemente desastrosos a gran escala. Por mi parte, insisto si esos individuos estarán lo mejor informados para tomar decisiones claras y neutrales acerca de estas pruebas. ¿La gente tomará las decisiones correctas porque entenderá las consecuencias de sus decisiones, tanto para su descendencia como para la sociedad?

La discriminación y la coacción son rasgos que destacan en la historia de la eugenesia negativa, por lo que no es sencillo creer que las simples declaraciones de que las pruebas genéticas estarán al alcance de todos y no sujetas a directrices sociales basta para asegurar que la historia no se repetirá. Al estar las clases bajas fuera de la oportunidad de tener esas pruebas no podrán detectar enfermedades genéticas, presentando entonces sus descendientes dichos padecimientos, con lo que se convertirán en enfermedades de la "clase baja", a la cual se le apoyaría poco socialmente por tratarse de los "problemas de otros" y no de las clases privilegiadas. E incluso podrían surgir decretos oficiales de "la salud racial". Así, las supuestas decisiones libres no garantizan que las personas actúen de acuerdo con sus ideales más fundamentales. Las decisiones individuales no se toman en un vacío social, siempre existen ideas y valores implícitas en las decisiones que tomamos. Al no cambiar las sociedades al mismo ritmo que proliferan las pruebas genéticas, los usuarios de dichas pruebas tendrán que doblegarse ante las actitudes y valores que la sociedad apoye. Es decir, existe la tendencia a tratar de transformar a la población en un sentido determinado. Para que "vean" lo que los biotecnólogos "ven", no para evitar sufrimiento alguno. Sin embargo, señala Kitcher, aun cuando se pueda toiar temporalmente la distribución inequitativa, las sociedades que introduzcan las pruebas prenatales tienen la obligación moral de esforzarse para que estén al alcance de todos sus ciudadanos. Pero también la sociedad debe estar decidida a construir un entorno en el que la vida se desarrolle plenamente en medida de lo posible, si es que se nace en ese intervalo de tiempo, con discapacidades genéticas.

De ser así, estamos hablando de una *eugenesia utópica* de la que se esperaría promoviera una discusión pública general de los valores y las consecuencias sociales de las decisiones individuales, no habría restricciones impuestas por la sociedad en cuanto a las decisiones reproductivas, así, los ciudadanos estarían educados, no coaccionados. Además de que habría un compromiso público de hacer realidad el potencial de todos los que nacieran.

Pero aún existen preguntas; ¿las condiciones que exige podrán ser sostenidas por alguna sociedad actual? Además de que; ¿es posible esperar que la educación propicie las decisiones responsables en materia de reproducción?, esto es, ¿un

programa educativo podrá mejorar la libertad reproductiva sin caer en una ideología que reforzaría los prejuicios que muchos comparten?

Esto lleva a reflexionar en cómo es que las empresas eligen a las personas, incluso desde antes de nacer, lo que cambia nuestra concepción de la vida y la libertad humana, así como de su valor. Por lo que es básico hacer todas las reflexiones serias e informadas a este respecto e ir descubriendo las consideraciones que deberían guiar nuestras decisiones en cuanto a la reproducción. Por ejemplo, cita Kitcher, qué tipo de características fetales conducirán a las personas a, acertadamente, a interrumpir un embarazo. De acuerdo a esto, el aborto es correcto cuando el feto padece una enfermedad genética. Prevenir la enfermedad no tiene nada que ver con imponer valores sociales, pues comúnmente se expresa que determinar que algo es o no una enfermedad tiene que ver con un hecho por demás objetivo.

Puede ser que Kitcher tenga razón al afirmar que estamos aún en el jardín de la inocencia genética, tratando de decidir entre el bien y el mal, pero que cuando podamos salir de él, cierto tipo de genética será ineludible.

Pero una cuestión muy importante, en el marco de la eugenesia utópica, que debe ser aclarada es la delimitación de la enfermedad para poder definir más claramente nuestras "responsabilidades reproductivas". Lo cual de alguna manera implica la intervención de genetistas moleculares, médicos y consejeros del área.

En la historia de la medicina ha habido acciones tendenciosas en las que de acuerdo al valor que le daba la sociedad a la enfermedad y a la salud se incluían ciertos "padecimientos" como enfermedades, aunque de hecho algunos no lo eran. Este es el caso que cita Kitcher acerca de la homosexualidad: entre 1900 y 1960 muchos homosexuales pensaban que era mejor ser considerado enfermo que delincuente, esta idea se generalizó de tal manera que incluso fue aceptada por la clasificación psiquiátrica estadounidense. Pero casi una década después, tras un enconado debate, la homosexualidad fue retirada de la lista de enfermedades.

¿Somos ahora inmunes a cometer errores parecidos al querer clasificar algunos padecimientos o fenómenos como enfermedad y a otros no? O estamos simplemente transmitiendo valores sociales extendidos y fuertemente aceptados, a tal grado que jamás han sido cuestionados.

A este respecto, existen dos corrientes que han tratado de delimitar que es la enfermedad, los objetivistas y los constructivistas.

Los objetivistas con respecto a la enfermedad conciben a la medicina como algo que se concentra en las funciones de las partes del cuerpo y como un intento por restaurar el funcionamiento normal. Los constructivistas con respecto al mismo tema piensan que todas las intervenciones médicas involucran juicios de valor que están aceptados ampliamente en una sociedad: los valores que introducen no son necesariamente los del paciente. Ambos cometen el error de separar los fundamentos para la intervención de los factores que afectan la calidad de vida de aquellos, incluyendo los nonatos, que se verían afectados directamente por la intervención. Así, los objetivistas tratan de eludir los juicios de valor completamente, los constructivistas dejando de ver que los valores sociales son sólo pertinentes en la medida en la que reflejan las determinantes de la calidad de vida. De este modo, decidir qué tipos de pruebas prenatales y qué tipo de

intervención molecular es aceptable exige que nos preguntemos cómo es que las pruebas y las intervenciones afectarían la calidad de las vidas futuras.

La discusión anterior es importante al hablar de eugenesia utópica debido a que la misma trata de mezclar la libertad reproductiva individual con la educación y la discusión pública de la procreación responsable. El problema es entender si todo discurso sobre la responsabilidad reproductiva podría ser más que la sola expresión de lo que nos agrada o desagrada.

Es claro que existe una amplia brecha moral entre interrumpir un embarazo porque el feto porta alelos de la neurofibromatosis y abortar porque el feto es de sexo femenino, por esto se han explorado las posibilidades de fincar la diferencia en un concepto objetivo de la enfermedad. La exploración a este respecto ha llevado a una perspectiva mejor, que reconoce que es necesario hacer tipos especiales de juicios de valor que se concentren en la calidad de la vida humana. A todo lo anterior Kitcher explica que para encontrar la brújula moral que necesita la empresa de la eugenesia utópica, no se debe acudir al concepto de enfermedad, sino al de calidad de vida, estos son dos puntos de vista que aprecian a la vida de forma muy diferente. Así, la eugenesia utópica vislumbra un mundo donde la genética molecular ayude a las personas a tomar decisiones libres e informadas acerca de su reproducción, pero también la educación tiene un lugar importante, ya que debiera estar dirigida a entender y explicar de mejor manera la calidad probable de una vida incipiente. Además, estaría implícito optar por el aborto sólo cuando se considera que si se interrumpe el embarazo, la calidad de las vidas que se podrán llevar será superior a la calidad de las vidas que se llevarían si el embarazo prosiguiese. Pero, esto quizá equivaldría a pasar por alto la seriedad moral del aborto. Ya que tal vez usar el aborto como instrumento demerita el valor de la vida, aun cuando lo empleen personas bien intencionadas y previsoras, lo que podría llevar a vivir en un mundo en donde la **vida se volvería una mercancía que podrá ser descartada como defectuosa aún antes de nacer**. Es importante discernir acerca de esto, ya que una de las implicaciones de la genética molecular, es que el desarrollo de nuevas pruebas multiplicará la cantidad de abortos, acto que es ampliamente rechazado por las religiones y los teólogos.

Kitcher afirma que ninguna cantidad de pruebas prenatales asegurará que una pareja tenga hijos con salud y felicidad garantizada, dado que el mundo es un lugar lleno de riesgos, es iluso creer que todas las contingencias podrán ser anticipadas y resueltas, siempre existe la posibilidad de que surjan peligros y reveses inesperados. Aunque eso no significa que no se deban hacer planes para evitar ciertos sufrimientos.

Quizá el hecho de que mantengamos la vista puesta en los desórdenes genéticos más devastadores es lo que haya propiciado con demasiada facilidad la defensa de la eugenesia utópica.

Por otra parte, con todo el bombardeo informacional acerca de las aplicaciones biotecnológicas ¿podremos mantener el sentido de valor especial que conferimos a nuestra vida? O nos encontramos ante el peligro de que la biología del

desarrollo, la genética molecular y la neurociencia causen una devaluación de la vida humana en vez de hacerla sobresalir.

Kitcher afirma que las explicaciones moleculares no tienen por qué desplazar nuestras evaluaciones psicológicas cotidianas. Que el descubrimiento de los procesos moleculares complejos que están en la base de nuestros sentimientos y pensamientos no tiene por qué desplazar nuestra forma normal de concebirnos: "Dar cuenta de los aspectos moleculares podría dejar intactas las explicaciones psicológicas que conceden valor a nuestras experiencias. Las explicaciones de los biólogos moleculares no me llevarán a cambiar la estimación que tengo de mis experiencias musicales, a menos que sean incompatibles con mis ideas preconcebidas de que ciertos patrones de sonido han estado asociados con emociones de tristeza, alegría y simpatía que siento en mis relaciones con otras personas, que mi respuesta ante la música se deriva de una forma de entender el sufrimiento humano que evoca, que los estados que producen mi respuesta emocional no sólo se puede describir en términos moleculares, sino que también es posible entenderlos psicológicamente como sentimientos y pensamientos acerca de situaciones humanas."²⁶⁰

Cierto es que las explicaciones moleculares podrían revelar lo variadas que son las conexiones entre el estado que produce la música y otras respuestas cognitivas y emotivas, y mostrar la forma extraordinaria en que la música condensa un conjunto de experiencias humanas. Sin embargo, no tiene por qué restarles valor a éstas. A medida que sepamos más sobre los detalles moleculares de nuestras vidas, la cuestión de determinar si podemos conservar las explicaciones psicológicas que parecen conferir valor a algunas de nuestras experiencias, tendrá una importancia secundaria; lo primordial es que lo que llamamos nuestro yo está conformado por causas externas.²⁶¹

Hablar sobre la calidad de vida nos lleva a hablar también de la presunta libertad humana, pero las explicaciones moleculares pueden ponernos en un dilema amenazante; si las acciones humanas son causadas siempre, entonces no son libres; si no son causadas, entonces son fortuitas y por consiguiente siguen sin ser libres. Entonces la libertad humana no tiene esperanza. Hume a este respecto explica que lo importante para la libertad humana no es si una acción es causada o no sino cómo es causada, y que en una primera aproximación, nuestras acciones son libres cuando son causadas por nuestros deseos. Así, la libertad se expresa cuando se mueve desde el interior de nosotros mismos, cuando las presiones no son determinantes, sino que son filtrados por estados del cerebro que expresa lo que la persona quiere. Y no sólo es producto de intrincadas interacciones entre moléculas.²⁶²

La libertad no implica actuar con base en deseos que nos son impuestos, sino de expresar las inclinaciones que están estrechamente ligados a nuestra identidad. Ser libre involucra formarse una concepción de quienes somos. Esto no niega que

²⁶⁰ Kitcher, Ph., 2002

²⁶¹ *Ibid.*, 2002

²⁶² Esto no incluye los estados en que el individuo es coaccionado por sus necesidades de droga u otras adicciones

innumerables interacciones moleculares modelan el cuerpo y el cerebro, y van armando a una persona con un sentido del yo.

Entonces la libertad tiene que ver con expresar un sentido del yo. Pero la tendencia de pensamiento que parece irse conformando debido a la forma en la que son expuestos los hallazgos de la biología molecular y la genética molecular es que ese yo no tiene valor alguno, que son los genes los que deciden todo en nuestras vidas. Una nueva libertad por la que quizá debamos luchar en el futuro se dará en la medida en que la alucinante historia de los sucesos moleculares nos lleve a desarrollar una concepción de nuestra propia vida y de lo que es importante para ella, pero en este contexto será imprescindible reconocer que siempre tendremos concepciones alternativas de lo que es una vida importante, es decir, no cerrarnos en una sola visión. Kitcher afirma que los "disparos neuronales" que nos llevan a actuar constituyen deseos e intenciones que concuerdan con nuestra autoconcepción, no surgen ni se manejan por sí mismos. Que quizá la biología molecular diseccione en cierta forma el yo con descripciones de tipo, pero que no se debe temer que esto elimine nuestra visión de aquellos aspectos que imprimen un significado especial a nuestra existencia.

Esto ayudará a resistir las presiones que exageran el papel que los genes desempeñan en los rasgos humanos, y conservar aquellos que nos parecen más valioso de nuestras vidas.

Lewontin además declara que no se han encontrado razones para pensar *a priori* que debe haber una diferencia genética entre los grupos sociales en términos de inteligencia. La diferencia entre las clases sociales no se da en este sentido, pero lamentablemente este argumento es utilizado para generar discriminación de muchos tipos sobre todo la económica. Esta es una idea propagada por el determinismo biológico: las clases bajas son biológicamente inferiores a las clases superiores. Esta información supuestamente genética es utilizada para legitimar la estructura de desigualdad en nuestra sociedad, poniendo un lustre biológico propagando así una seria confusión entre la influencia de los genes sobre los individuos y aquello que puede ser cambiado mediante alteraciones sociales y medioambientales. Este nefasto error confunde heredabilidad con inmutabilidad social, no obstante, ha sido a través de los años una arma poderosa que los ideólogos biologicistas han utilizado para legitimar una sociedad desigual.

La biología moderna se caracteriza por presentar ciertos prejuicios ideológicos que de alguna manera dirigen las investigaciones y las explicaciones científicas que de estos se derivan. Uno de los mayores prejuicios conciernen a la naturaleza de las causas. Es decir, qué causas están generando ciertos daños. Así, Lewontin asegura que comparar el DNA dañado con un DNA estándar no mostrará claramente si ciertas alteraciones son responsables de ese daño, ya que éste puede ser ocasionado por razones diferentes, y no todas las razones son consecuencia de los cambios genéticos. Muchas veces son confundidos agentes con causas. ¿Por qué entonces los científicos quieren secuenciar el genoma humano? ¿Por qué si existen enfermedades que tienen diversas causas, son más enfatizadas las de origen genético? No hay otra respuesta más válida, enfatiza Lewontin, el proyecto de secuenciación del genoma humano es un gran negocio. Puede garantizar una amplia y mejor producción en la agricultura en general, así como en las compañías de semillas. En cuestión de dinero todo parece ir bien,

pero esos intereses involucrados indican que la pureza y neutralidad de la ciencia no existe, y que sólo los elementos del conocimiento científico que les convienen a las grandes empresas son los utilizados para dirigir las investigaciones científicas importantes. De tal manera que, la utilidad comercial de nuestra naturaleza genética es quizá el valor máspreciado para ellos por ahora.

A este respecto, es necesario recordar que la ciencia es una actividad inmersa en una amplia pluralidad de valores previamente aceptados, así como una expectativa de optimización de los mismos, lo cual debe manifestarse en sus resultados. De esta manera la biología y la genética tiene valores epistémicos estrechamente vinculados a los valores prácticos y aplicables de la ciencia hacia la sociedad (como la honradez, la colaboración, la honorabilidad, la eficiencia, brindar una vida sana y de mejor nivel, etc...). Su contexto de aplicación está determinado por un valor básico: el controversial mejoramiento del ser humano y del lugar que este habita. Es cierto que se han desarrollado mejores medicamentos, la esperanza de vida aumenta, se desarrollan actualmente diversos proyectos de investigación como el del genoma humano al respecto del cual se han creado varias expectativas que supuestamente beneficiarán al ser humano en muchos aspectos, se habla de las bondades del manejo de productos transgénico pero por otro lado, se fomenta la individualización, se descuida el cuidado del medio ambiente, existe una sobreexplotación de la tierra, contaminación atmosférica y del medio acuático, la marginación de los grupos étnicos, etc. Desgraciadamente estos antecedentes son los que han dado a la ciencia una imagen poco alentadora. En especial, en el caso de la genética, ésta se ha venido utilizando para legitimar injusticias entre habitantes establecidos e inmigrantes, diferentes grupos raciales, mujeres y hombres, y grupos enfrentados por las diferencias sociales. Lo que ha provocado en diversos países y ciudades un fuerte rechazo hacia este tipo de conocimiento. Y es precisamente el formador (profesor) en esta área a quién se le ha dejado la tarea de esforzarse aún más para poder contrarrestar dicha imagen. Por lo que el dominio que tenga sobre el conocimiento de la genética será clave para enfrentar y resolver dudas y prejuicios de gran actualidad, debido a la información que se ha dado en forma tan abundante y poco seria acerca de los estudios transgénicos, el consumo en la dieta alimenticia de dichos productos, así como la clonación de seres humanos en un futuro inmediato²⁸³, entre otros.

Retomando la cuestión de los valores que se expresan a través de la enseñanza de la genética en la escuela secundaria, encontramos que en este nivel educativo en el área de biología existen ciertos elementos a través de los cuales se da una cierta oferta educativa y cultural, qué es lo que se espera lograr en la conducta, las actitudes y el aprendizaje del estudiante. De tal manera, **las competencias intelectuales, las actitudes y valores necesarios para un desenvolvimiento óptimo de la vida diaria** son un propósito fundamental en la educación impartida a los futuros profesores de educación básica actual, ya que

²⁸³ *Seres Humanos Clonados para el año 2003.*, Rev. Target (Boletín Interno Mensual de la Univ. Del Valle de México) 1: 11.

serán ellos los encargados de transmitir todo ese bagaje cultural y valoral así como el aprendizaje formal requerido. Por tal motivo, se aspira a fomentar el desarrollo integral de los estudiantes promoviendo conjuntamente las **dimensiones personales y sociales**, incluyendo lo referente a los aspectos **éticos, afectivos, actitudinales**.²⁸⁴ Todo esto fue tomado en cuenta en la reforma educativa realizada recientemente en la escuela normal superior, lo cual de alguna manera deberán ser reflejados en el aula de educación básica. ¿pero cuál será la importancia, y la visión de análisis que se le dará a los temas relacionados con los avances recientes de la genética y la biotecnología?, ¿estamos preparados para hacer dichas reflexiones de manera imparcial o qué tipo de ideología las guiarán?

²⁸⁴ SEP, 2000. No se aclara la concepción que se tiene de desarrollo integral aunque se tratan de promover las dimensiones personales y sociales incluyendo lo referente a los aspectos éticos, afectivos y actitudinales, lo cual es muy complejo por tanto sería muy difícil lograrlo a través de un curso de biología. Sería necesario incidir en aspectos muy personales del ser humano que la enseñanza de la biología no puede abarcar. No obstante sería muy aconsejable que al menos se señalara ampliamente cómo es que se pretende lograr esto, así como las implementaciones que se han hecho (no sólo en el discurso educativo), para realizar lo antes señalado.

6. Análisis de los Programas de Estudio de Ciencias Naturales y Biología en la escuela secundaria.

Este análisis se hace tratando de **resaltar los valores y actitudes** que han sido considerados importantes para su transmisión a través de la enseñanza de la biología en la escuela secundaria.

Plan y Programa de Estudio de Ciencias Naturales 1964.

En estos programas encontramos que era importante el comportamiento del estudiante frente al hogar, la escuela, la sociedad y la vida en general. Por lo que una de sus preocupaciones fundamentales era mantener la integridad orgánica pero también espiritual en un período de vida en que se alternan las características del niño y del adulto. En donde se realiza el proceso de maduración glandular, cambios de sensibilidad, de carácter y temperamento.²⁸⁵ Estos aspectos fueron tomados en cuenta en los programas de estudio y se reflejaron sobre todo en la distribución de períodos de trabajo, de recreación y descanso, en un intento por evitar el recargo físico y mental de los estudiantes. Se ofrecían 6 materias académicas con una carga no mayor de 21 horas semanales, cuyo programa de estudios incluía actividades flexibles para poder ser adaptadas a las condiciones de la escuela y de la localidad, con la finalidad de conservar la salud, contribuir a la regulación del crecimiento y a la felicidad del adolescente, como base para la equilibrada formación de su personalidad. De este modo la escuela pretendió hacerse responsable de los estudiantes de tal modo que ajustaran su conducta a las condiciones, oportunidades y limitaciones del medio familiar, escolar y social. Pero también colaborar a que estas condiciones fueran superadas por lo que también los programas de estudio ofrecían actividades y enseñanzas tendientes a promover y estimular el espíritu de trabajo y de estudio (o al menos eso se pretendía).²⁸⁶ Para complementar este análisis creo necesario citar los planes y programas de estudio de ciencias naturales y/o biología que han sido aplicados en la escuela secundaria:

Esta reforma educativa se basó en "la evolución biopsíquica de los alumnos comprendida entre los trece y los diecisiete años, en el ambiente familiar y social que los rodea y en los requerimientos de que serán objeto en su vida posterior"²⁸⁷ Se tomó también en cuenta el hecho de que la mayoría de los adolescentes se incorporaban al trabajo al terminar este ciclo de enseñanza, y frecuentemente, incluso antes de terminarlo. Debido a esto se le trató de dar un sentido práctico a la educación, además de cubrir las necesidades de índole cultural y pedagógica. De esta manera es que para el primer ciclo de la educación media se propone respetar la parte académica pero al mismo tiempo:

²⁸⁵ [1] Sr. Presidente Celerino Cano Plan y Programa de Estudio, SEP, 1964

²⁸⁶ Ibid, 1964

²⁸⁷ Ibidem, 1964

a) despertar y conducir, en su conjunto y en cada uno de los años en que se realiza, la inclinación hacia las ocupaciones regionales y, si es posible, hacia el trabajo calificado.

b) constituir el mejor antecedente de la vocacional técnica, y

c) capacitar para el bachillerato universitario.

Se hizo reflexión en que no es importante la cantidad de conocimientos o "informaciones científicas", sino el grado de madurez y capacidad creadora a que se debe llegar al término de la secundaria.

Con el fin de equilibrar la formación de la personalidad del alumno y su desenvolvimiento en el hogar, la escuela, y la sociedad, se impartían las actividades: Educación Cívica, Educación Artística y Tecnológica y Educación Física además de una hora de Orientación a la semana. Esto les ayudaría a "despertarles la más clara conciencia sobre las posibilidades de elevación de las características personales y sociales, estimulando el espíritu de trabajo y de estudio".²⁸⁸

Se impartían 6 materias académicas (21 horas de trabajo a la semana para cada uno de los 3 grados) Las actividades eran "flexibles para poder ser adaptadas a las condiciones de la escuela y de la localidad".²⁸⁹

En este programa de estudios en la Sexta Unidad temática era en donde se exponía "La Reproducción de los Organismos y la Herencia"

Cuyo Objetivo era:

Resumir en forma elemental los conocimientos sobre la reproducción y la herencia, así como su papel en la perpetuación de los seres vivos y, por tanto, en la conservación de la vida sobre nuestro planeta. "Evidenciar que los seres vivos son producto de la herencia y del medio y que los componentes de la materia viviente proceden del medio y vuelven a él, comprender que se entiende por adaptación, las formas más evidentes de la adaptación y cómo se establece el equilibrio entre los organismos y el medio, describir los medios habitados por los seres vivos y los agentes físicos que influyen sobre ellos".

Resultados:

El resumen elemental que se pretendía dar a los alumnos sobre los procesos de la reproducción y la herencia manejaban un lenguaje bastante informal y el nivel de conocimiento era mínimo. Se utilizaban ejemplos que más bien cabrían dentro de lo anecdótico que de lo informativo, así mismo se pedía que los ejemplos se hicieran con animales y plantas, nunca con el ser humano, lo

²⁸⁸ Plan y Programa de Estudios, SEP, 1964

²⁸⁹ Ibid, 1964

cual produjo que se siguieran ignorando dichos temas tan básicos en el conocimiento y desarrollo de nuestro cuerpo.

Concepción del aprendizaje:

En esta época el aprendizaje se concebía como herramienta importante para el desarrollo de habilidades que van a facilitar el manejo del conocimiento. Se le daba mucha importancia a los resultados o productos del aprendizaje sin tomar en cuenta los procesos implicados en su adquisición, a pesar de lo que se expresaba en el discurso. Así, para Bloom, los logrados en el aprendizaje se reflejarían en la conducta, en el pensamiento, en los sentidos y en las acciones.

Concepción de la Ciencia:

El conocimiento científico se concebía como un medio para lograr el aprendizaje a través del desarrollo del pensamiento ordenado y las capacidades creadoras. Así como una herramienta importante para el conocimiento del universo. Esto es en el ámbito teórico, pues en la práctica se daba de tal forma que parecía estar formada por sucesos aislados unos de otros, dando esto como resultado que el alumno no vea la manera de poder intervenir en el proceso científico, no poder verter sus ideas e inquietudes.

Método de Aprendizaje:

El método de aprendizaje implica a la metodología, la cual consiste en una secuencia de experiencias de aprendizaje que favorecen que un individuo llegue a dominar una conducta. Un programa siempre propone una cierta metodología en forma implícita o explícita y recomienda el uso de técnicas y materiales en un cierto orden, con la intención de favorecer el logro de los objetivos.

En el presente programa de estudio sólo se ofrece la estructura educativa por asignaturas, la cual se pretendió que fuera flexible para adaptarse a las diferentes circunstancias de aprendizaje, y el método discursivo como único recurso para transmitir los conocimientos señalados por dicho programa.

La práctica didáctica era la tradicional, la cual se caracterizada por el desarrollo de materias aisladas, aunque los modelos por áreas o módulos no fueron excluidos.

Este plan por materias refleja un acentuado enciclopedismo y falta la relación de las materias que lo conforman, propiciando así una visión fragmentada y acabada del conocimiento. Las asignaturas estaban seriadas por un orden jerárquico denominado por una instancia administrativa más que académica y se fomenta la desvinculación teórico práctica. Estos planes por materias son producto de prácticas empíricas en donde las disciplinas académicas se convierten en feudos autónomos, dándose mayor impulso a la cantidad de conocimientos adquiridos que a las concepciones y dinámica del propio aprendizaje.²⁹⁰

Aunque se le atribuye al profesor y al alumno un compromiso en el aprendizaje, se le otorga al profesor un papel más bien prescriptivo, es decir, el profesor es quien

²⁹⁰ Pansza, 1988, en Rangel Gasca, 1992

ordena y determina las formas y fines de la enseñanza. Es quien posee el conocimiento.

Se plantea explícitamente el método científico en su concepción inductiva por lo tanto hay una ruptura entre lo que se dice que es método de la ciencia y el modo como se supone se puede aprender a razonar científicamente.

Es preciso aclarar que en esa época la mayoría de los programas fueron elaborados por personas poco relacionadas con la enseñanza aprendizaje de la ciencia. Finalmente, en estos programas existen recomendaciones poco precisas que se dejan a criterio del profesor para la evaluación de los mismos.

Plan y Programa de Biología y Ciencias Naturales 1975.

En estos programas se pretendía provocar cambios en la conducta de los estudiantes para lograr tanto su desenvolvimiento integral como la transformación del medio. Dichas conductas se esperaba fueran observables.

Se pretendía también atender el desarrollo de los aspectos cognoscitivo, afectivo y psicomotor de los estudiantes y estimular sus inquietudes positivas y su creatividad. Para lograr este objetivo se señaló que era necesario que el maestro se convirtiera en conductor y guía en el proceso de enseñanza aprendizaje, haciendo uso de procedimientos individuales y grupales, que estimularan y promovieran la participación activa de los estudiantes dentro y fuera del aula en la elaboración de sus propios conocimientos.²⁹¹ De este modo, los objetivos generales del programa de estudios estaban orientados hacia acciones sobre el medio, los objetivos particulares y específicos de cada unidad temática se orientaban hacia la obtención de conocimientos como valores en sí mismos con una fuente tendencia academista.²⁹²

Estos programas de estudio de 1975 se elaboraron tomando en cuenta la secuencia que debe existir entre la educación primaria y la secundaria. Con ello se buscaba propiciar una manera de pensar ordenada y de romper con la tradicional función de la escuela como transmisora de conocimientos.

La asamblea plenaria sobre educación media básica realizada en Chetumal, Quintana Roo, presentó varias conclusiones, de las cuales se tomaron las más sobresalientes: "la necesidad de convertir la educación media o secundaria en consecuencia lógica de la educación primaria tanto en objetivos y contenidos como en metodología, la búsqueda por alcanzar una escolaridad obligatoria mínima de nueve años y el establecimiento de la reforma como un proceso permanente".²⁹³

En 1974 el nuevo currículum se organizó en dos estructuras alternativas, una por asignaturas y la otra por áreas.

Los programas se diseñaron siguiendo los lineamientos de Bloom y los de Mager, quedando organizados en objetivos de tres niveles: generales (del curso),

²⁹¹ Plan de Estudios, SEP, 1975

²⁹² Lopez Perez, A, 1979

²⁹³ Plan de Estudios, SEP, 1975.

particulares (los señalados por las unidades de estudio) y específicos (los señalados por la actividad a realizar)

Cabe señalar que la influencia de Bloom se inició aproximadamente en 1940. La escuela que representa se preocupaba fundamentalmente por los productos del aprendizaje (conductas, calificaciones, habilidades) pasando a un segundo lugar los objetivos. A las acciones las define también como habilidades intelectuales, o bien como las habilidades para el manejo del conocimiento.²⁹⁴ Bruner las denomina destrezas.

El trabajo de Bloom permite una primera aproximación ordenada a algunas de las habilidades intelectuales. Toma en cuenta las cuestiones cognoscitivas. Para él, el conocimiento implica interrelacionar materiales de aprendizaje, organizar y reorganizar la información para favorecer el recuerdo de alguna información o conocimiento.²⁹⁵ Habla de la habilidad de comprensión, la de aplicación, la de análisis y síntesis. En las categorías que señala Bloom, coloca una gran variedad de conductas, las cuales llevan a conocer el universo, pero no se plantean como la única manera de clasificar las habilidades intelectuales. Reconoce que el individuo al enfrentarse con experiencias reacciona con base a la información previa, ejecutando una serie de acciones para seleccionar y organizar esa información y utilizarla de la mejor manera.

Así, en la estructura por áreas se trató de integrar a la Física, Química, Biología y Geografía Física, conformando el área de Ciencias Naturales.

"Debido a que los fenómenos naturales no se producen aisladamente: el adolescente los observa, se ve afectado por ellos y en muchos casos, forma parte integral de esos fenómenos". Con esto se pretendió no mostrarles una ciencia fraccionada, ya que: "se les crea un conflicto al separar su vida cotidiana de su vida escolar".²⁹⁶ Se hace la aclaración de que el enfoque dado a la integración del área, es geo-antropocéntrico; pensando en la tierra como morada del hombre y en él como su principal habitante. Se decidió partir del aspecto Ciencia y Técnica para demostrar cómo a través de la ciencia y de su aplicación práctica, el hombre ha utilizado sus conocimientos en beneficio propio.

La estructura de los programas consta de ocho unidades, cada unidad tiene sus propios objetivos de aprendizaje, que deben ser alcanzados a través de la ejecución de actividades que supuestamente se presentan en una secuencia lógica y pedagógica. Se trató de conservar la sistematización de las ciencias "ya que cada una de las asignaturas inicia su estudio con lo más elemental y se va desarrollando hasta llegar a lo más complejo", pero el problema es que esta lógica no siempre es lo más comprensible para el estudiante, ya que no forma parte de lo que él conoce. Se trató que los programas por área fueran equivalentes a los de asignatura, ya que se partió del supuesto de que: "eran comunes y adaptables a

²⁹⁴ Long, 1975, en López Pérez, 1979.

²⁹⁵ Bloom realizó uno de los trabajos más sistemáticos sobre objetivos. Planteó que las habilidades intelectuales se manifiestan cuando un individuo es capaz de encontrar en la experiencia previa la información y las técnicas apropiadas para responder a dificultades y circunstancias distintas

²⁹⁶ Ibid, 1979.

las necesidades de cada modalidad, de cada escuela, de cada aula y de las regiones donde se encuentran ubicadas.²⁹⁷

En este programa de estudios es en el tercer curso de Biología, Unidad 6, en el que se desarrollaba el tema de la Herencia, cuyos objetivos específicos eran:

- Conocer las principales leyes de la herencia.
- Apreciar los beneficios que aporta la aplicación de la genética en la agricultura y la zootecnia.
- Profundizar en el conocimiento del material genético humano.
- Advertir las posibilidades de la genética aplicadas al ser humano.

En estos programas ya se utilizaba un vocabulario técnico y conceptos más descriptivos referentes al estudio de la genética esperando de esta manera que los temas fueran más comprensibles. Ya se señalaban ejemplos con seres vivos, no sólo animales y plantas propiciando con esto un mejor conocimiento del cuerpo humano, su desarrollo.

Concepción del Aprendizaje:

Intenta dar una concepción científica del mundo y de la vida. Por tanto, el proceso de aprendizaje pretende favorecer la necesidad de la formación científica en el alumno.

Concepción de la Ciencia

La ciencia se considera como un proceso que va avanzando basándose en rompimientos con las teorías anteriores, los que siempre tienen el valor de antecedente, como materia prima para ser cuestionada y removida. Predomina aún la imagen parcial de la ciencia, esto decir, se le ve como un sistema de ideas invariables y conceptos ya preestablecidos. Sobre todo a las ciencias naturales se les ve como una simple colección de datos organizados.²⁹⁸ El método científico es aún fuertemente inductivo²⁹⁹, a pesar de que ya se habla de la importancia de la nueva interpretación hipotético deductiva como elemento importante en la formación del conocimiento científico. Es así como la observación y la experimentación aparecen desligadas del razonamiento y la creatividad e imposibilita la probabilidad de que la ciencia sea presentada como un elemento importante en la transformación del medio.

²⁹⁷ Ibidem, 1979

²⁹⁸ Lopez Perez, A. 1979

²⁹⁹ Inducir: Ascender lógicamente desde los fenómenos hechos o casos a sus leyes o principios. Va de lo particular a lo general, de lo más especial a lo universal.

Método de Aprendizaje:

Se presentan al alumno las estructuras por área y por asignaturas agregando que ambas son equivalentes en los aspectos formativos.

Las acciones del alumno consisten en ejecutar un conjunto de actividades programadas, ya sea indicadas por el profesor o por el mismo programa de estudios. En muy pocos casos se recomienda hacer algo más que recibir y repetir la información adquirida. El carácter prescriptivo del profesor aún no es superado. Se ofrecen pocas oportunidades para que el alumno y el profesor desarrollen su inventiva, comprometiéndose constantemente al alumno con el aprendizaje, ya sea trabajando en equipo o independientemente. Así, en los programas por área se plantea que la diferencia entre conocimiento científico y empírico está sólo en que el primero hace uso de la medición, es decir se da un enfoque cuantitativo para calificar de científico o de empírico un conocimiento, ignorando los criterios del método por el cual se obtiene y su validación en la práctica.

En el programa por asignaturas se habla de que el alumno debería adquirir una concepción científica de los fenómenos biológicos que le permitan el conocimiento de su cuerpo y la protección de su salud. Mientras que en el programa por área (Ciencias Naturales), se observa aún una mezcla de contenidos de las asignaturas que lo componen y no como la conformación de un trabajo interdisciplinario. Se plantea como objetivo general: "Apreciar el valor del método científico en el estudio e investigación de los fenómenos naturales. Propiciar en el alumno el conocimiento de la naturaleza y de sí mismo como parte de ella y estimular la participación activa del educando en el restablecimiento del equilibrio ecológico".³⁰⁰ Se detectó la tendencia en cuanto a las discusiones recomendadas a ser cerradas, para llevar al alumno a pensar y discutir predeterminando las conclusiones.³⁰¹ Un ejemplo de esto es lo que se cita en el programa de ciencias naturales II; En la unidad 1 en donde se pide que el alumno: "Concluya que los cuerpos se pueden ver porque reflejan la luz emitida por los cuerpos luminosos". Como este ejemplo existen otros más

En ambos programas se recomiendan las secuencias de actividades: observación, experimentación, obtención de información y conclusión, para aprender a desarrollar el método científico pero no se explica más acerca de este método. Un ejemplo claro de que no hay continuidad en los temas es el que se presenta en la unidad 3 del curso de ciencias naturales II en donde se empieza pidiendo que el alumno identifique los mapas físicos, políticos y económicos más usuales, continúa con la idea de que el alumno destaque la importancia que representa el avance científico de los distintos modelos usados para representar el átomo y termina con el estudio de la agrupación de los símbolos químicos, útiles para el estudio de los fenómenos del mismo ámbito. En el programa por asignatura sobresale la diversidad de los seres vivos, pero se insiste mucho en la taxonomía, tema bastante árido en este nivel educativo. Todo se orienta hacia la información sin tomar en cuenta lo que se realiza con ella y si esta es significativa

³⁰⁰ Plan de Estudios, SEP, 1975

³⁰¹ Quiróz Rafael, 1996

para los estudiantes, por lo tanto no hay una aplicación sólo se logran cierto automatización poco conciente por parte del alumno, lo cual empobrece la meta propuesta.³⁰²

Plan y Programa de Estudios de Biología 1982: Programa para la Modernización Educativa.

Este programa de estudios se llevó a cabo sólo en algunas escuelas, y sólo en el primer año de educación secundaria, con la finalidad de recoger las experiencias necesarias para con ellas poder implementar lo que serían los actuales planes de estudio (1993)

Objetivos Generales: Se proponía promover cambios cognoscitivos y formativos del educando para que su participación en la sociedad y en el medio natural sea reflexiva, crítica y creativa.

Objetivos de Aprendizaje: Que el alumno de primer grado:

- Advierta que en la naturaleza existe una gran diversidad de formas, estructuras y funciones de la materia viva, y comprenda que la biología es la ciencia que estudia a los seres vivos.
- Utilice los procedimientos del método experimental en la solución de problemas y comprenda su importancia.
- Identifique a la célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos y comprenda cómo se organiza en niveles más complejos.
- Comprenda que su cuerpo presenta una organización que corresponde a un nivel de complejidad mayor entre los seres vivos.
- Reconozca las funciones que realizan los seres vivos para mantener la vida, en particular la de su propio organismo.
- Valore la importancia del funcionamiento adecuado de su cuerpo.
- Comprenda los mecanismos que aseguran la continuidad y transformación de los seres vivos, así como el proceso de evolución orgánica.
- Entienda que el hombre es producto de los procesos de evolución y está sujeto a ellos.
- Desarrolle a través del conocimiento de su cuerpo, hábitos, destrezas y valores que le permitan conservar su salud física y mental.

³⁰² Ibid, 1996.

- Se convierta en promotor de la salud dentro de su núcleo familiar y su comunidad.

Este programa de estudio consta de cinco Unidades. En la Unidad 4 se desarrollaba el tema correspondiente a la herencia y la evolución, cuyo objetivo era: "Que el alumno comprenda los mecanismos que aseguran la continuidad y transformación de los seres vivos y entiendan el proceso de la evolución orgánica".

Concepción del Aprendizaje:

Se pretende desterrar el aprendizaje memorístico, y por esto se aconseja sólo en situaciones estrictamente necesarias. Para evitar en lo posible la memorización es que se recomienda; "fortalecer la adquisición del conocimiento objetivo a partir de procedimientos experimentales en el caso de las ciencias, por lo que en la práctica en el laboratorio es imprescindible, (aunque se aclara que) en este nivel de las prácticas deben ser sencillas "no siendo necesario un laboratorio con excelente dotación de materiales e implementos, aunque es aconsejable contar con un mínimo de elementos"³⁰³. No se señala cuáles son esos elementos mínimos.

Concepción de la Ciencia:

La biología es enfocada como un elemento necesario para conocer y comprender el entorno, en este proceso es necesario la observación y el análisis, desde todos los puntos de vista posibles. El desarrollo de la capacidad de observación es necesario para darse cuenta que en la naturaleza existe un orden. Es a través del trabajo experimental como se pretende que el alumno establezca las relaciones de causalidad, lo cual le va a permitir el poder atribuir los efectos de los procesos naturales a causas naturales comprobables, descartando el fanatismo, prejuicios y el pensamiento mágico. De esta manera, la ciencia es concebida como un conocimiento objetivo basado en el desarrollo del pensamiento lógico. No se ha superado la visión tradicional de la ciencia, se le concibe como un conocimiento acumulativo que habrá de llevar forzosamente al progreso.

Método de Aprendizaje:

En este programa de estudios se ofrece nuevamente sólo la estructura educativa por asignaturas. Se aclara que el programa contempla la secuencia que existe entre la primaria y la secundaria.³⁰⁴ Esta propuesta planteó la necesidad de generar mecanismos interdisciplinarios que permitieran comprender al alumno que los procesos son generalmente globales y no productos aislados e independientes.

³⁰³ Programa para la Modernización Educativa, SEP, 1992

³⁰⁴ Ibid, 1992.

Se aclara que el programa debe ser "considerado como una guía general de adaptación a cada grupo de escolares o a cada medio" en donde el maestro tiene que aplicar su propio estilo de trabajo y su capacidad creativa, dejándose, por tanto a su responsabilidad el aprendizaje.

En cuanto a la evaluación, se sugiere que se debe considerar a la misma como una operación de apoyo al aprendizaje, por lo tanto es importante estimular la participación activa del alumno en las tareas escolares, en la investigación, etc.

El Programa para la Modernización Educativa, 1989-1994 expresó algunos valores que fueron enfocados como fines educativos. De este modo se propone que a través de la educación se logre el **desarrollo armónico de las facultades del ser humano**, se fomente el **amor a la patria, la conciencia de solidaridad internacional con independencia y justicia**. Dicha independencia y justicia deberá ser **democrática, nacional y popular**. Fundada en el **progreso científico**, ayudando de este modo a luchar contra la ignorancia.

Frases que quizá se repiten en los diferentes discursos educativos, pero que en la realidad sólo percibimos serias contradicciones en todos los niveles, además de que no se expresa nada específico acerca de los valores científicos deseados. Lo que lleva a concluir de alguna manera que los valores son sólo concebidos como ideales no como algo real que pueda practicarse cotidianamente. Ahora bien, el desarrollo armónico, con implicaciones estéticas, de acuerdo con los pensadores románticos tiene que ver con el **desarrollo del espíritu**, el cual es tomado como un medio para acercarse al conocimiento³⁰⁵. Pero actualmente, al no ser este concepto lo suficientemente aclarado, corre el riesgo de que cada quién le dé su propio significado. Un efecto muy parecido sufre la expresión **desarrollo integral**³⁰⁶, el cual es enfocado o concebido de acuerdo al criterio de quién lo lee o trata de realizarlo pero no se indica más al respecto.

Plan y Programa de Estudios de Biología, 1993.

En la Ley General de Educación de 1993 se confiere carácter obligatorio a la educación secundaria. El Estado se obliga a proporcionar la educación de este nivel y obliga a los padres a enviar sus hijos a la escuela secundaria. Con esta norma se vio la importancia de cambiar los programas y planes de estudio.

El análisis inicial del cambio en los planes y programas de estudio fue generado a partir del Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica- 1992, ya antes descrita. "Debemos lograr que la educación media básica se ofrezca a los estudiantes que hayan acreditado la educación primaria, a fin de que llegue a ser obligatoria para todos los mexicanos".

En lo que corresponde a Biología, se elimina el curso de tercer grado y resta una hora en segundo grado. Una de las características fundamentales de los nuevos

³⁰⁵ Dueñas Paredes, 1994

³⁰⁶ Dicho desarrollo fue propuesto desde principios del siglo XX, por Justo Sierra, al elaborar el proyecto para la Educación Primaria pero actualmente tiene una connotación más amplia y no se logra sólo a través de la enseñanza escolarizada, al menos no como es concebida y organizada actualmente.

programas de estudio es que prácticamente todos se proponen como un cambio de enfoque respecto a los programas anteriores.

En Biología hay cambios con respecto a los programas anteriores; en primer año se estudian los procesos macrobióticos, los cuales incluyen: Evolución, Ecología y Genética. Con lo cual es posible abordar los conocimientos de Biología de segundo año, para poder comprender las particularidades de los seres vivos así como su funcionamiento de manera general. El nuevo plan de estudios resuelve un antiguo problema de la secundaria, el de la dualidad de estructuras curriculares; por áreas y asignaturas. La unificación en una sola estructura era necesaria. Pero su puesta en marcha ha generado problemas, en secundarias que antiguamente trabajaban por áreas, cuyos profesores estaban capacitados para hacerlo de esta manera, el cambio a asignaturas afecta a la mayoría de las escuelas y los maestros. Además agudizará el problema ya existente de correspondencia entre la formación especializada de los maestros y las asignaturas que tendrán que impartir.³⁰⁷

En el nuevo plan de estudios sí bien existe cierta flexibilidad curricular, ya que abre una materia optativa en el tercer año, su contenido será decidido por cada entidad federativa.

Es preciso señalar que en los años noventa, desde el Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica y después con la Ley General de la Educación y la reforma del artículo 3º, se dio un nuevo impulso al reconocimiento del papel de los valores en la vida social y en la escuela y se legitima la participación social como elemento fundamental para el mejoramiento de la escuela y sus funciones.³⁰⁸ Con esto vinieron cambios que chocaban con criterios y restricciones de los padres de familia, entre ellas, la oposición que hubo para que se insertara el estudio de la sexualidad humana en los libros de texto. A partir de la reforma educativa iniciada en 1993 en la educación básica en México, el enfoque para la enseñanza de la biología se formuló con la finalidad de estrechar las relaciones entre los ámbitos personales y sociales de los estudiantes. Lo cual se trata de continuar en los nuevos cambios propuestos recientemente. ¿Cómo se pretende lograr esto?. Se buscó asociar sus habilidades, valores, actitudes y conocimientos con la experiencia personal, familiar y comunitaria a fin de favorecer la toma de decisiones informadas para el mejoramiento de la salud y el ambiente³⁰⁹. Pero la forma en que se desarrollan las actividades de enseñanza aprendizaje en la escuela secundaria dista mucho de favorecer la realización de este objetivo. En esta reforma educativa el **objetivo general** de la enseñanza de la biología es promover el conocimiento de los estudiantes sobre el mundo viviente, por primera vez se reconoce que los **beneficios de la educación científica no deben limitarse a la adquisición de conocimiento**. La ciencia es una **actividad social que incorpora valores, habilidades y actitudes**, por tanto su práctica y el aprendizaje de sus métodos propicia la aplicación de un buen número de actitudes altamente apreciadas por la sociedad. Se espera además estimular el interés por

³⁰⁷ Quiroz Rafael, 1995.

³⁰⁸ Latapi Pablo, 2000.

³⁰⁹ SEP, Programa para la transformación y el fortalecimiento de las Escuelas Normales, Noviembre del 2000.

la actividad científica promoviendo actitudes de responsabilidad en el cuidado de su salud y del medio ambiente. De tal manera que se satisfagan las demandas básicas de aprendizaje de los alumnos, pero de ser posible también brindar una formación para la vida, dotándolo de destrezas y competencias esenciales en su vida personal y social.³¹⁰

En este programa de estudios es en el primer curso de biología, la Unidad 5 en la que se desarrolla el tema: "La Genética: la Ciencia de la Herencia". No presenta objetivos específicos por unidad, sino sólo generales por asignatura.

Concepción del Aprendizaje:

Trata de estimular una aproximación más reflexiva por parte del estudiante, en lugar del conocimiento enciclopédico, por lo que el desglose tan exhaustivo de cada unidad desapareció. Además, se planearon actividades a través de las cuales el alumno pudiera desarrollar la noción de la actividad científica como una herramienta para conocer la naturaleza, propiciando habilidades y capacidades para resolver problemas. Desde esta perspectiva, la biología es enfocada con un carácter formativo. Se busca que los estudiantes adquieran los elementos básicos de una cultura científica que les permita enriquecer su visión del mundo y valorar los beneficios sociales que aporta la ciencia. De este modo, la concepción de aprendizaje se amplía.

Concepción de la Ciencia:

Se concibe como una actividad social, en la cual se incorporan valores y actitudes (la imparcialidad, la curiosidad, la imaginación, la apertura hacia nuevas ideas, etc.) además se espera inculcar en el alumno cierto escepticismo sistemático, lo cual va a permitirle la aceptación de nuevas ideas. De acuerdo con este enfoque la concepción de la ciencia será diferente, ya que es concebida como una actividad social (que por tanto, va cambiando con el tiempo y las necesidades requeridas por los ciudadanos) en la cual se deben incorporar valores y actitudes positivas para el ser humano y útiles para la sociedad en que este vive. En este sentido, el conocimiento científico posibilita una aproximación ordenada al conocimiento de la realidad. Es así como se desarrollará una manera de pensar y actuar más eficaz. Lo que definitivamente se lograría si las propuestas educativas no dieran prioridad a objetivos políticos y administrativos. Lo que disminuye de manera importante los objetivos establecidos para lograr una verdadera superación en los problemas de enseñanza aprendizaje de la ciencia vislumbradas por los profesionistas que implementaron dichas mejoras al plan de estudios correspondiente.

³¹⁰ Ibid,2000.

Método de Aprendizaje:

Se ofrece la estructura programática de aprendizaje por asignatura: **Biología**, propiciando la posibilidad de replantear los conocimientos adquiridos tanto en la escuela como fuera de ella. Por tanto, se busca vincular los contenidos de la materia **con las experiencias cotidianas de los estudiantes y con los procesos productivos y sociales**, de tal manera que el alumno amplíe y modifique su visión de los fenómenos de su entorno inmediato y que adquiera la capacidad de integrar con mayor facilidad los nuevos conocimientos. Con esta finalidad se integran en el programa de biología una gran variedad de temas con significados importantes para la adolescencia.³¹¹ De ahí la importancia de presentar a los estudiantes los aspectos básicos de los fenómenos naturales, y no abundar en un sin fin de detalles que pueden tener poco significado en el contexto en el cual se desarrollan. Por otro lado, también se busca desarrollar actitudes de responsabilidad en el cuidado de la salud y el ambiente. Es en este sentido que la crisis ambiental que nos afecta constituye un medio importante para capturar la atención de la sociedad hacia la ciencia en general, y muy especialmente hacia aquellas ramas de conocimiento que ayudaran a resolver dicho problema, pero también para que los estudiantes logren un conocimiento pleno del ambiente que permita un manejo razonable de los recursos.³¹² La enseñanza de la ciencia debe permitir integrar el conocimiento científico a la cultura general (en la cual deben estar presentes valores de diferente tipo, entre ellos los científicos y los sociales), desarrollar habilidades y vincular a la ciencia con la problemática social.

A continuación analizaré la unidad correspondiente a la **Genética** y la Herencia para tratar de identificar que valores, actitudes y habilidades son deseables para ser transmitidos o fortalecidos a través de la enseñanza de dicho tema. Aunque es de suponerse que los valores descritos para la enseñanza de la Biología en general, guían de alguna manera y están implícitos en los temas relacionados con la genética. En la quinta Unidad Temática del primer curso de Biología se analizan los mecanismos genéticos más importantes. Se pone especial atención en el estudio de la herencia y la vida humana.

UNIDAD 5

° Genética: La ciencia de la Herencia

° Las ideas sobre la Herencia antes de Mendel

- Los primeros procesos de domesticación
- La hibridación
- El descubrimiento de los gametos: espermatozoides y óvulos

³¹¹ Temas como ciencia y sociedad, el panorama actual de la biología, conservación ambiental, la diversidad biológica en México, especies en peligro de extinción, consecuencia de la actividad humana en el ambiente, salud y drogadicción entre otros. SEP. 2000.

³¹² *Ibid*, 2000

- ° Los trabajos de Mendel
 - Genotipo y Fenotipo
 - Dominancia y recesividad
 - Las leyes de Mendel
 - Los chícharos: una elección afortunada

- ° El DNA
 - El enigma de la estructura del DNA
 - El modelo de Watson y Crick
 - Funcionamiento general

- ° Cromosomas y Genes
 - ¿Qué es un gen?
 - Los cromosomas y su importancia
 - El cariotipo

- ° Genética Humana
 - Herencia ligada al sexo
 - Enfermedades hereditarias y alteraciones genéticas
 - La interacción entre los genes y el ambiente

- ° La manipulación de la Herencia
 - Clonación de organismos
 - Procesos de Inseminación artificial
 - Fecundación in vitro.

Como podrá apreciarse, en esta unidad se tocan temas clave como: Las ideas de la herencia antes del Mendel, las experiencias de los trabajos de los hibridólogos cuya finalidad era mejorar las especies animales y vegetales, los trabajos de Mendel en donde es recomendado insistir en la importancia de haber escogido el organismo adecuado para el experimento, así como en los resultados obtenidos que dieron lugar a la postulación de dos leyes y del concepto "dominancia", es también importante que el estudiante aprecie que las características de los organismos vivos (fenotipo) son causadas por la interacción de los genes (es decir, del genotipo) y el ambiente. Al desarrollar el tema de la gametogénesis deben relacionarse las leyes de Mendel y el comportamiento de los cromosomas. Una vez establecidas las base de la genética mendeliana deberá darse mucha atención a la relación que hay entre cromosomas-genes-DNA mencionando que es precisamente el DNA la molécula que lleva la información genética.³¹³

La estructura del DNA con lo que el estudiante podrá apreciar los antecedentes que influyeron para que se desarrollaran estudio más completos acerca del

³¹³ No es recomendable que el profesor profundice en la estructura química del DNA ni que explique mecanismos complejos con relación a ella, lo que se pretende es solamente establecer la relación entre los genes-DNA. Plan y Programa de Estudio de la Escuela Secundaria, SEP, 1993.

problema de la herencia, situándolo con el pensamiento que en cada momento histórico predomina. Que en consecuencia pueda visualizar que los acontecimientos que han sucedido en la historia no se han dado en forma aislada o repentina, pues todos ellos tienen un marco contextual. Que todo trabajo o estudio responde a las necesidades que ha tenido el ser humano a lo largo de la historia. Y en el mejor de los casos el mismo estudiante se aprecie como un elemento importante en la transformación de su comunidad, tendiente a satisfacer las necesidades que esta presenta.

En el libro para el maestro de biología se recomienda que el tema de genética debe tratarse de manera general, ya que no es deseable que el estudiante profundice en detalles particulares pero sí que entiendan la importancia del estudio de los procesos hereditarios en los seres vivos.³¹⁴ En cuanto al tema de la Genética Humana, se recomienda tratar de manera sencilla e ilustrativa las principales enfermedades genéticas en el hombre, su forma de transmisión, en donde deberán incluirse ejemplos como la hemofilia (enfermedad ligada al sexo), el síndrome de Down, la fenilcetonuria o el síndrome de Turner. También así deberán hablarse acerca de los daños que producen las radiaciones, medicamentos (talidomina, clorafenicol), la ingestión de alimentos contaminados con metales; deberán mencionarse los estudios realizados sobre el efecto genético de los contaminantes como el plomo, el arsénico, el mercurio, etc., en la salud humana.³¹⁵

Esta unidad es de amplia importancia para el adolescente, ya que la etapa de vida en la que se encuentra le despierta la curiosidad hacia aspectos trascendentes de su propio cuerpo, su sexualidad y sus características genéticas. Aspectos que de ser bien comprendidos le permitirán el desarrollo de una autoestima positiva, la que le podrá ayudar a lograr las metas que se propone en varios aspectos de su vida.³¹⁶ Ya que un individuo que se estima es capaz de estimar a los demás y sólo a través de ellos puede lograr la autorrealización, con lo cual se logra cubrir una parte importante del desarrollo social del individuo.³¹⁷ En cuanto a la manipulación genética de los organismos el libro para el maestro no sugiere nada, pero es verdaderamente importante el buen uso de la información a este respecto, ya que en la actualidad se manejan expectativas mal

³¹⁴ *Ibid*, 1993

³¹⁵ SEP. El libro para el Maestro (Educación Secundaria), 2000.

³¹⁶ Autoestima es el valor personal, competencia que un individuo asocia a la imagen de sí mismo. La imagen positiva le permite valorar todo aquello que causa orgullo y respeto de sí mismo. Pérez Moreno, 1996.

³¹⁷ La Sociología implica a la sociedad, la familia, la escuela, el grupo de amigos, es de quién recibe, en donde se forma, y a quién se da. Si el individuo es positivo en sus pensamientos podrá comprender a los integrantes del grupo. Ser optimista le permitirá realizar sus metas con seguridad. Lo contrario lo llevará a la neurosis o a la psicosis, ya que estos son medios de defensa creados en forma inconsciente por el ser humano para proteger su autoestima en contra de algún trastorno o amenaza. Hombres de este tipo no podrán o bien les será muy difícil enfrentar problemas sociales ya que se sentirá mal preparados para lograrlos. Situándose en una realidad ficticia debido a su falta de interés social. La autoestima tiene también un aspecto pedagógico importante, ya que el ser humano reacciona positivamente mediante el apoyo afectivo de quien es capaz de despertar el interés en lo que enseña y motiva en el aprendizaje. Esto lo ayuda a ser activo en todos los aspectos de su vida. Finalmente, una autoestima sana ayudará a combatir la apatía, la pereza, la dependencia, el fatalismo y miedo al cambio. *Ibid*, 1996.

fundamentadas acerca de la clonación de organismos, manejo de organismos transgénicos (beneficios o posibles daños), el ya tan discutido tema del proyecto del genoma humano. Aunque las técnicas de transferencia de núcleos y la manipulación de embriones (clonación), son bastante conocidas, los cambios sufridos por las células más o menos especializadas de las que se extrae el núcleo a clonar y los mecanismos biológicos que condicionan el desarrollo ulterior de embriones "fabricados" están lejos de ser comprendidos y controlados al cien por ciento., por tanto, han conducido muchas veces al fracaso. Además de que se ha considerado que este tipo de experimentos más que un avance o enriquecimiento del ser humano supone un retroceso ya que este tipo de reproducción a través de la que se obtienen organismos clonados no promueve la recombinación genética, siendo este tipo de recombinación la fuente más importante de la variabilidad genética, la cual propicia la adaptación ante situaciones nuevas y facilita (por así decirlo), la evolución.³¹⁸ Existen quienes consideran que la utilización de esta técnica con animales puede ser útil y válida para conocer los procesos de desarrollo que regulan los mecanismos de la actividad de los genes, respetando los principios éticos de la experimentación animal. Pero la aplicación del clonaje al hombre plantea problemas éticos fuertes. A muchos les parece moralmente atrevido, pues supondría el desarrollo de muchos contravalores³¹⁹ que llevaría a degradar el concepto que tiene el ser humano de sí mismo, de su valor como ser que trasciende a través de su potencial creativo, entre muchas otras implicaciones.

A pesar de que es importante introducir reflexiones de este tipo, aunque sea a nivel informativo en los programas de estudio de la escuela secundaria, en especial aquellos implicados en la enseñanza de la genética, hasta ahora no se ha hecho ninguna discusión entre los especialistas de esta área para al menos tener claro cuáles serían los valores científicos, conductuales y actitudinales deseables en los estudiantes de dicho nivel, por tanto no queda claro qué valores son los que deben manejarse y transmitirse a través de los cursos de biología, haciendo énfasis por supuesto, en la genética debido a la importancia que ésta ha tomado actualmente en la ciencia y en la sociedad, y por tanto en lo personal. No se puede pretender que los valores científicos, con alta repercusión en lo social, se queden únicamente en la dimensión individual del ser humano. De ser así, continuará la ambigüedad, la mala información e interpretación sobre temas al respecto y lo más preocupante es la escasa formación de criterios sanos y adecuados al respecto, en la población escolar. Lo cual en un momento dado será un factor que determinará una acertada o equivocada toma de decisiones en su vida social, personal e incluso de pareja. Además de no poder enfrentar los retos a los que se haya expuesto en la sociedad actual, la cual es fuertemente influida por las innovaciones científicas y tecnológicas.

³¹⁸ Abrisqueta y Alier. 1988.

³¹⁹ Ibid, 1988.

7. Discusión

La escuela secundaria mexicana nació ligada a la escuela preparatoria a principios del siglo XX. En 1915 se realizó el Congreso Pedagógico Estatal de Veracruz con el objetivo de vincular la formación primaria con la preparatoria. Entonces se propuso un nivel educativo que funcionara como puente entre la primaria y la preparatoria, fue Moisés Sáenz quien propuso la creación de la escuela secundaria. Dicha escuela sería un logro de socialización al llegar a todas las clases sociales y al haber satisfecho las necesidades de la vida de ese entonces. La escuela secundaria nació tratando de estar acorde con el sentido democrático popular y nacionalista de la Revolución. Por lo que se fundó en tres principios: preparar para la vida, propiciar la participación en la producción y en el disfrute de las riquezas, cultivar la personalidad independiente y libre. Por tanto, la educación secundaria debería ser esencialmente nacionalista, basada en la igualdad de todos los mexicanos, práctica en sus fines. Por tanto, los profesores debían fomentar en sus alumnos el espíritu práctico encaminado a buscar siempre soluciones del mismo tipo. También debería fomentar el espíritu de tolerancia, crear generaciones de ciudadanos reflexivos y democráticos, formar en los estudiantes el espíritu de iniciativa, de emprender, investigar, de arriesgar para engrandecer a México. Las asignaturas deberían de estar encaminadas siempre a buscar la explicación de hechos y fenómenos. En cuanto a lo pedagógico, debería ir de lo concreto a lo abstracto. Los fines de la enseñanza no solo deberían limitarse a cultivar la inteligencia, también debían cultivar el carácter y la observación.

Los primeros programas de estudio fueron influenciados por el liberalismo francés, los cuales eran muy rígidos ya que tenían el orden lógico de las ciencias naturales, sin tomar en cuenta las diferencias individuales, las habilidades y las capacidades de los estudiantes. El objetivo principal era preparar hombres y mujeres cultos que pudieran desempeñarse eficazmente en la vida social, por tanto, no se tomaron en cuenta las cuestiones pedagógicas y psicológicas necesarias. Es necesario señalar que la idea de cultura que se tenía entonces era la de una simple habilidad para poder reproducir conocimientos hechos, no crearlos.³²⁰

Para 1920 los resultados en materia educativa eran desoladores, por lo que se señalaron los problemas que obstaculizaban dicha labor:

- concentración de privilegios y riqueza por parte de la clase alta.
- radicalismo de cualquier tipo: dogmático, eclesástico, liberal cuyo único ideal educativo era la razón. El positivismo de Comte y el evolucionismo de Spencer, ya que tenían como objetivo instruir al hombre mediante las ciencias, pues estas protegerían al hombre de todos sus males.

Pero se privilegiaba únicamente el desarrollo de la inteligencia intelectual y por tanto el aspecto informativo de la educación, negando los aspectos afectivos y volitivos. Por este motivo fueron suprimidas las humanidades y la religión.

³²⁰ Solana Fernando, 1981.

Confundiéndose la instrucción con la educación. Resultando una educación incompleta que fomenta el individualismo y que da una idea errónea sobre el valor del hombre y la cultura. A pesar de que el ideal de la revolución mexicana trató de transformar el medio social en la misma dirección que la enseñanza, para favorecer al pueblo y dar solución a los grandes problemas nacionales entonces vigentes.

En 1920 a raíz de la problemática que presentaba la escuela secundaria como consecuencia de la primera guerra mundial y de la lucha de revolución, se instrumentó la reconstrucción nacional. Estableciéndose entonces la Secretaría de Educación Pública para dar carácter nacional a la educación con una filosofía propia. Pero la orientación que se dio a la escuela secundaria fue la implícita en la pedagogía alemana y en los postulados democráticos de la pedagogía estadounidense. Fue así como en 1925 se estableció oficialmente la escuela secundaria mexicana por decreto del presidente Plutarco Elías Calles.

En 1931 fue cambiado el decreto educativo por el entonces secretario de educación pública Narciso Bassols, en el que hizo extensivo el carácter laico de la primaria y la escuela secundaria particulares.

Al crearse más escuelas en los estados de la República se creó también un departamento exclusivo para vigilar y atender sus requerimientos, también se estudiaron aspectos como mejoras a los planes de estudios, ya que éstos deberían responder a las exigencias sociales, no sólo ser sólo continuación de la primaria y antesala de la universidad. Pero la depresión económica que afectó a nuestro país en 1932, los frecuentes cambios en el gobierno, el conflicto sindical de los maestros, así como el conflicto con los padres de familia debido al rechazo ante la propuesta de impartir educación sexual en las escuelas, retrasó los planes de expansión y mejora de la escuela secundaria. Además se presentó otro cambio al artículo 3° Constitucional en 1934, a través del cual se asentaba que la educación debía ser socialista, con lo que se robusteció el criterio científico en la educación. De este modo, en 1939 las ideas marxistas y la pedagogía de Dewey y Decroly orientaron las ideas educativas con el objetivo de enfrentar a los estudiantes con los problemas del medio social y natural. Pero con el cambio de régimen presidencial en 1942, en que entró Ávila Camacho al poder, se elaboró un nuevo programa de estudios con carácter experimental acorde con los avances de la ciencia y la tecnología. A pesar de esto, los programas de ciencias naturales no reflejaron dicha visión y fueron nuevamente reformados en 1944, su objetivo era que los estudiantes fueran agentes de su propio aprendizaje y de que la escuela secundaria cumpliera con su papel de ser continuidad de la primaria y antecedente de la vocacional y la preparatoria. La corriente educativa norteamericana de la tecnología por objetivos fue adoptada durante la década de los 40's. Dicha corriente no se ocupó por lograr eficientemente los objetivos planteados, sino tan solo por los productos de la educación, es decir, las calificaciones. En 1945 se modificó nuevamente el artículo 3° Constitucional dándole una nueva orientación a la educación, cuyo objetivo era lograr el desarrollo armónico de las facultades del ser humano hacia la democracia, la solidaridad, la independencia y la justicia.

De 1950 a 1952 se realizó la Conferencia Nacional de Segunda Enseñanza para solucionar el rezago educativo, se señaló entonces que la escuela secundaria debía ser más formativa que informativa. Así, en 1955 se trató de reformar el

currículo pero los cambios implementados no fueron de fondo, de tal modo que se decidió continuar con el currículo de 1944, con algunos ajustes.

Posteriormente, el cambio curricular de 1960 tuvo como objetivo lograr mayor objetividad en la enseñanza, intensificando la observación, la experimentación, uso de ayudas audiovisuales y el estudio dirigido. Mientras todo esto se trataba de implementar, la escuela pedagógica norteamericana adquirió más fuerza en la planeación educativa mexicana, y es hasta hoy que se sigue dando más importancia a las calificaciones, a pesar de que en el ámbito mundial desde la década de 1970 se ha tratado de enfatizar la importancia del proceso de aprendizaje, aún por encima de los productos.

Durante el gobierno de Luis Echeverría (1970-1976), hubo una reforma ideológica, la idea principal era la "apertura democrática", lo que generó la denominada Reforma Educativa, con la finalidad de vincular a la escuela secundaria nuevamente con la primaria, buscando ubicarlas en un ciclo educativo básico de nueve años. Desde entonces se empezó a analizar la obligatoriedad de la educación secundaria. Con esta finalidad se celebró la Reunión de Chetumal, con la finalidad de elaborar las resoluciones que orientarían a la escuela secundaria. Organizándose entonces el currículo por áreas y asignaturas. En él se pretendía favorecer la formación científica. Pero al no ser bien fijadas las metas educativas, esto nuevamente sólo quedó en buenas intenciones.

En ésta etapa se propuso la globalización de áreas que comprendían materias afines, agrupando así a la física, la química y la biología en la clase de Ciencias Naturales. Pero la forma en la que se planearon clase y actividades, reflejaban no tener fines claros sobre lo que deseaba transmitirse.

Durante el gobierno de Carlos Salinas de Gortari se propuso el Programa para la Modernización Educativa (1989-1994), en el cual se estructuró un cambio que se pretendía fuera de fondo, ya que incidiría en los contenidos educativos. Fue entonces que se hizo la integración de la educación básica en un solo ciclo desde preescolar hasta secundaria. Así, se generó una nueva actualización a los programas de estudio a través de la Modernización Educativa. Uno de sus fines era generar mecanismos interdisciplinarios para que los estudiantes comprendieran que los procesos en la naturaleza son globales y no fenómenos aislados e independientes. Pero desafortunadamente no se vio la importancia del aprendizaje significativo, ya que permite a los estudiantes relacionarse con una gama de nuevas situaciones y contenidos que le permitirán comprender y ubicarse de mejor manera en el mundo en el que se desenvuelve, del cual él es parte integral.

Para 1992, se optó nuevamente por las asignaturas, reduciendo la sesión de ciencias en general, en biología se redujeron al 50%. Así, el 4 de marzo de 1993 se reformó nuevamente el artículo 3º Constitucional estableciendo el carácter obligatorio de la educación secundaria. El siguiente cambio curricular fue la Reforma Emergente de 1992-1993, a través de la cual se establecieron los Planes y Programas de Estudio de 1993, los cuales aún son vigentes en la escuela secundaria. En esta reforma se señaló que el proceso de modernización en el ámbito mundial y del país, exige elevar los niveles de productividad, lo cual requiere de una población más escolarizada, pero no se atendió el hecho de que

también debía ser mejor preparada. Cabe señalar que a partir de esta reforma fue que se reflejaron más las ideas neoliberales en diferentes ámbitos de nuestro país, entre ellos el educativo. Una de las cuestiones que fue de gran trascendencia, fue el hecho de haber señalado que esa nueva visión que se le daba al conocimiento ayudaría a integrar los **conocimientos, las habilidades y los valores** que permitirían a los estudiantes continuar su aprendizaje con un alto grado de independencia, dentro y fuera de la escuela. Ya que trabajando sobre el conocimiento conceptual, las habilidades, las actitudes y además los valores, se podrá dar una visión más real a la enseñanza del conocimiento científico, y obliga de algún modo a cambiar la manera de evaluar dicho conocimiento de manera más integral, no sólo calificar lo que los estudiantes retuvieron en su memoria. Es en este sentido que el estudio de los valores que son transmitidos a través de la ciencia cobra amplia importancia, y en especial también aquellos valores que son transmitidos a través de la enseñanza de la genética.

La enseñanza de la ciencia es importante, en particular, el estudio de la biología ofrece varias ventajas de valor indiscutible, ya que contribuye a la adquisición de contenidos relevantes para la vida, entre otras cosas ayuda a desarrollar un pensamiento lógico, a desarrollar actitudes flexibles y críticas, favorece el desarrollo de capacidades de observación, análisis, reflexión, abstracción, permite elaborar pensamientos de manera autónoma y a comunicar dichos pensamientos e ideas de manera clara. Ayuda a conocer nuestro cuerpo, cómo cuidar la salud, a conocer nuestra sexualidad, cómo mantenerse sano no solo físicamente, e incluso que método anticonceptivo elegir. Es decir, que los estudiantes aprecien la importancia de su propia salud e higiene, alimentación, cuidado del medio ambiente y respeto por otras formas de vida. Por eso es importante que la población en general tenga una formación científica básica, y muy en especial asegurar que los estudiantes de la escuela secundaria la posean, ya que vivimos en una sociedad en la que la ciencia y la tecnología son fundamentales en el sistema productivo, así como en la vida cotidiana. Esto los hará poseedores de conocimientos que pueden ser clave en la toma de decisiones importantes para su vida. Se busca además que los estudiantes aprendan estrategias que los aproximen a los métodos de trabajo que caracterizan la investigación científica y la importancia del trabajo en equipo. Así, el aprendizaje de valores, actitudes y habilidades les proveerá de herramientas indispensables para resolver problemas de manera más eficiente no sólo en el ámbito de aprendizaje de las ciencias.

Del mismo modo, el conocimiento de la genética y de la evolución es primordial para que el estudiante comprenda cómo es que el ser humano se ha originado como especie biológica a través del tiempo, esto lo ayudaría a tener un concepto más claro de sí mismo y le permitiría ubicarse en la escala evolutiva, resaltando el potencial creativo que tiene como ser humano auto consciente de sí mismo. Además se espera que se entienda como es que las características hereditarias son transmitidas de padres a hijos, y que el ser humano forma parte de este proceso. Que pueden existir serios problemas y daños durante el proceso de la transmisión hereditaria que pueden ocasionar enfermedades graves e

incluso incurables en el ser humano. Que con el fin de prevenir algunas de estas enfermedades es necesario que cualquier ser humano común conozca al menos la información básica acerca de estos temas, y las características genéticas que el mismo posee.

Esto nos lleva a reflexionar en la causalidad de los seres vivos la cual no puede ser reducida únicamente a términos físicos y químicos. Los seres vivos son altamente complejos, se caracterizan por poseer una organización notablemente compleja que les permite reaccionar ante diversos estímulos a veces incluso de maneras inesperadas. Actualmente los programas de investigación que buscan mejorar el conocimiento de los seres vivos son amplios, entre ellos destaca lo referente a la genética.

La genética actualmente trata de saber exactamente entre otras cosas: ¿Qué papel desempeñan los genes en nuestras vidas?. A esta pregunta le antecedan las ideas que se tenían acerca de la transmisión de las características hereditarias de padres a hijos, respecto a las cuales se creía que también las características morales eran heredables y que la madre contribuía de manera diferente al padre para la formación del nuevo ser.

El estudio de la biología trata de contestar el qué, el cuál y el porqué del mundo vivo. La biología en sí conjunta dos campos de estudio que difieren en su metodología y conceptos básicos: la biología funcional y evolutiva. Uno de los objetivos prioritarios de estos estudios es explicar la enorme diversidad del mundo vivo. Pero debido a que el mundo biológico es menos predecible que el físico, los modelos biológicos necesitan incorporar una gran cantidad de parámetros y variables.

Una discusión muy importante es la abordada en el estudio de la biología como aquella que trata de explicar que es la vida. Al tratar de establecer cuáles son las características que definen lo vivo, se ha encontrado que esto trasciende el ámbito científico, convirtiéndose entonces, en una discusión filosófica y moral. De ahí que toda innovación que presente la ciencia y la tecnología deba ser discutida ampliamente también por la filosofía de la ciencia, la ética y la moral, entre otras. Ahí reside también su importancia, ya que tiene un impacto directo en la sociedad y la cultura.

La biología evolutiva estudia los cambios heredables que han sufrido las especies a lo largo del tiempo. Desde 1977, gracias al trabajo del genetista Theodosius Dobzhansky, la genética tuvo amplia influencia en otros campos de estudio como la embriología, la bioquímica, la sistemática, la fisiología y la ecología. La teoría de la evolución se ha designado como la máxima teoría unificadora de la biología, esto se debe a que no hay campo de la biología en el que esta teoría no sirva como principio ordenador.

Por su parte, la genética estudia la variación y la herencia de caracteres biológicos, es la herramienta básica para comprender los cambios evolutivos. Ambas, evolución y genética se complementan para darnos una visión más integral del porqué de la variabilidad biológica existente. La teoría moderna de la evolución fue aportada por Charles Darwin en 1859, generando una gran revolución intelectual.

En cuanto a la herencia, fueron varios los autores que trataron de estructurar una teoría a este respecto, sobresalieron los trabajos de De Vries y Weismann, pero fue Gregor Mendel a través de sus experimentos con cruces de plantas de chícharo, quien condujo a la erradicación de la creencia de la herencia mezclada, y de la idea de que la herencia se debía a fuerzas de excitación. Estas ideas fueron sustituidas por aquellas que dejaban entrever que la herencia de los caracteres se debía a materiales concretos aportados por las células maternas y paternas. La mayor contribución de Mendel fue que al descubrir la relación 3: 1 de los caracteres transmitidos en las cruces que realizó. Refutó con esto el postulado de las partículas múltiples que supuestamente intervenían en el fenómeno de la herencia. Sobre todo explicó la segregación y la recombinación genética. Sus leyes sirvieron de fundamento para el desarrollo de la genética moderna. Su trabajo permaneció ignorado durante casi 30 años, este fue redescubierto hasta 1900 por parte de Correns, De Vries y Tschermarck. A partir de esto se inició el estudio de la genética propiamente dicha, aunque el término genética fue acuñado posteriormente por Bateson en 1906, cuyo objeto de estudio eran los problemas relacionados con la herencia.

La teoría mendeliana armó revuelo en diversas comunidades científicas, ya que iba en contra de varias creencias establecidas en cuanto a la variación de las especies a principios del siglo XX. Una de las más fuertes controversias fue la que se dio entre biometristas y mendelianos. Bateson fue un arduo defensor del trabajo de Mendel, fue él quien comprendió que la evolución gradual ampliamente expuesta por Darwin, y la variación continua podían ser explicadas en términos mendelianos. Este trabajo fue traducido al inglés, mediante el se promovió el mendelismo en los Estados Unidos de América.

Fue hasta 1930 que la teoría de la herencia mendeliana fue integrada a la teoría de la selección natural, esto fue el logro de varios genetistas teóricos quienes apoyaron la idea de demostrar matemáticamente que la selección natural actuando acumulativamente sobre pequeñas variaciones puede producir cambios evolutivos importantes en la forma y función, con lo cual se rechazó el mutacionismo. El problema de la continuidad-discontinuidad en la evolución fue resuelto hasta 1940 con la síntesis evolutiva. Se inició un intenso desarrollo de la genética de 1930 a 1940, y cobró aún más importancia con el surgimiento de la biología molecular en 1950, naciendo en consecuencia la genética molecular. Al descubrirse la naturaleza química del DNA se establecieron los principios de la herencia, lo que condujo a la comprensión de cómo los genes en forma de moléculas de DNA se transmiten de generación en generación y son expresadas en cada una de éstas.

La genética durante la segunda parte del siglo XX se diversificó en un amplio número de especialidades, siendo la más reciente la genómica. La cual tiene como finalidad entender cómo se organizan miles de genes hasta formar un individuo y cómo representar el orden que guardan los genes en los mapas cromosómicos. Los genetistas modernos utilizan técnicas de investigación sofisticadas de DNA recombinante, debido a esto se han podido transplantar genes de un organismo a otro, combinando material genético en forma que antes nunca se había hecho. Esto tiene profundas implicaciones para la biología en

general y la medicina, pero también para la ética, la moral y los valores reconocidos por la sociedad.

Debido a los mitos que se han creado alrededor del proyecto Genoma Humano, se ha gestado también un serio conflicto acerca de las ideas de neutralidad y pureza de la ciencia, la realidad de su utilización al servicio de intereses económicos y privados. En estas discusiones hoy vigentes, tiene alta repercusión la imagen que se nos ha trasmitado de la ciencia en general, y en especial de la genética.

En este sentido es que es importante conocer cómo y cuál fue el conocimiento de la genética que se introdujo en México. Así, en el trabajo que Gaona Robles³²¹ realizó a este respecto concluyó que la visión que se tenía de la herencia no se modificó en las dos primeras décadas del siglo XX. No hubo interés por profundizar en su estudio en el área médica. Pero por otra parte, había un amplio interés en el sector agrícola después de la Revolución Mexicana por recuperar su capacidad de producción, y de ser posible, desarrollar cierta capacidad de exportación. Con esta finalidad en 1924 se destinaron áreas de cultivo y en esta década la Escuela de Agricultura inició la enseñanza de la genética. Pero fue hasta 1940 que se expandió este conocimiento en México. Así, el tipo de genética introducida en nuestro país de 1930 a 1940 fue de mejoramiento vegetal en su aspecto más práctico proveniente de los conocimientos desarrollados en Estados Unidos de Norte América, y puesto en práctica en México a través de programas de investigación genética con el auspicio de nuestro gobierno y la Fundación Rockefeller. Uno de los grupos de investigación estuvo encabezado por el ingeniero agrónomo Edmundo Taboada. Este grupo representaba los intereses del grupo cardenista el cual luchaba por la creación de una agricultura campesina basada en la tenencia comunal de la tierra. El otro grupo estaba constituido por el Programa Agrícola Mexicano, en cooperación con la Fundación Rockefeller, quienes estaban interesados en introducir un paquete ecológico que formaba parte de la llamada Revolución Verde. Apoyaban la creación de una empresa privada a gran escala.

Se utilizó la genética agrícola para tratar semillas de importancia alimenticia como el maíz, el trigo, el frijol y el sorgo, posteriormente fueron tratados otros cultivos.

Así, se formó un banco de información genética con semillas provenientes de diferentes partes de la República. Se hicieron cruzas desarrollando nuevas variedades. Esto originó la colección más grande de ese tiempo. A partir de eso se realizaron numerosos programas de investigación en cultivos diversos produciendo incluso poblaciones de semillas con equilibrio genético. Todo esto permitió que se formaran especialistas mexicanos en diversas áreas como la genética agrícola. El trabajar en el mejoramiento de las variedades vegetales de valor económico permitió obtener mejores rendimientos al gobierno mexicano, siendo este un antecedente muy favorable para aceptar la introducción de dicho conocimiento en diferentes ámbitos educativos y en otras áreas de estudio como el médico, en el que sobresalió el Dr. Alfonso León de Garay .

³²¹ Gaona Robles A. L. 1998.

Para el año de 1960 la genética se impartía en un curso optativo en la facultad de ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Dicho curso optativo con el tiempo pasó a formar parte integral del programa de estudios correspondiente a la carrera de biología en el año de 1966. Este conocimiento se implementó también en otras escuelas de nivel superior como el Instituto Politécnico Nacional y medio superior como la Escuela Nacional Preparatoria, así como la Universidad de Puebla en donde el Dr. Alfonso León de Garay formó escuela.

En la escuela secundaria en los programas de estudio de biología y ciencias naturales de la década de los 60's, se citaban algunas cuestiones relacionadas con la herencia pero estos eran abordados de manera informal con un lenguaje muy poco descriptivo, no se manejaban los conceptos básicos para explicar los procesos implícitos en el fenómeno de la herencia. Fue hasta los programas de estudio de 1975 que se empezaron a desarrollar estos temas de forma menos somera y se empezaron a manejar conceptos más descriptivos relacionados con el estudio de la genética moderna. En el programa de estudios de 1992 referente a la Modernización Educativa no hubo cambios de fondo que mejoraran el aprendizaje de la genética. De 1992 a 1993 el reordenamiento que se hizo al programa de biología facilitó la comprensión de estos temas. Además se señaló que no era necesario aprender con detalle dicho proceso, sino que se debería dar mayor énfasis a la explicación de principios generales. Desde esta reforma ha pasado ya una década, y aún así, la genética sigue figurando como una de las materias escolares cuya comprensión es difícil, incluso para los mismos profesores de educación básica. Esta problemática no es exclusiva de la genética, existen diversas disciplinas de corte científico que la presentan. Por lo que podemos darnos cuenta que la importancia de la enseñanza de la ciencia es amplia pero compleja. Su propósito principal es desarrollar en el estudiante la capacidad de entender el medio natural en que vive, razonar sobre los fenómenos que lo rodean y tratar de explicar las causas que los provocan. Se espera también que lo vincule con los procesos científicos y tecnológicos para que sean capaces de apreciar que dichos procesos tienen efectos significativos en sus propias vidas. Además, actualmente es crucial que logren clarificar sus propios valores con respecto a los aspectos sociales y morales implícitos en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, ya que el conocimiento científico es primordial para el desarrollo de las naciones modernas.

Han sido varios los modelos de enseñanza que se han tratado de aplicar con la finalidad de mejorar la enseñanza aprendizaje de las ciencias, un modelo que se ha utilizado es el Modelo de Cambio Conceptual en el aprendizaje cognitivo, sin embargo, es poco lo que se sabe sobre las condiciones que determinan la solución de los diversos conflictos cognitivos. Aprender ciencia no es únicamente aprender nuevas teorías, sino cambiar las ideas preexistentes para acceder a nuevas formas de explicación. Es decir, lograr reestructurar las ideas anteriores, en donde el desequilibrio o conflicto de teorías y conocimientos ocupa un lugar fundamental. Uno de los conflictos más frecuentes se da entre una idea o esquema previo con un dato de la experiencia o un dato observable. Esto se presenta al realizar una predicción errónea con respecto a un fenómeno. Es de

naturaleza conceptual, incluso epistemológica (por tanto, tiene que ver con la construcción del conocimiento). Al superarlo no se da enseguida un aprendizaje, sin embargo se sabe poco sobre las condiciones que determinan la solución de los diversos conflictos cognitivos. La toma de conciencia a este respecto es necesaria para poder superar dichos conflictos. De lo cual se puede expresar que el aprendizaje del conocimiento científico no es un proceso intuitivo, debe ser algo conciente e intencional, aunque esto no resuelve todo el problema.

Pitrich, Marx y Boyle opinan que el modelo de cambio conceptual en el aprendizaje cognitivo es útil para conceptualizar el aprendizaje del estudiante, pero su forma de actuar es fría y aislada (por lo que ha sido llamado modelo frío), ya que parece no describir adecuadamente el aprendizaje en el salón de clases. No explica adecuadamente porqué los estudiantes no activan el conocimiento que parecen ya poseer en muchas de las tareas escolares. Por esto, dichos autores proponen un modelo alternativo de aprendizaje, ya que piensan que los factores motivacionales y conceptuales juegan un papel importante³²², pues son tomadas en cuenta las metas personales, intenciones, propósitos, expectativas o necesidades de un individuo, a estos se les llaman constructos incluyentes. Este modelo ha sido llamado irracional o caliente y parte de la idea de que las metas que tiene el estudiante para lograr el aprendizaje pueden influenciar su compromiso cognitivo en una tarea académica. De este modo, las metas y propósitos que adoptan los estudiantes en el aula influyen en la calidad de sus trabajos escolares y compromiso para insistir en las tareas de aprendizaje. Por tanto, deben ser tomadas en cuenta las metas de aprendizaje o modelos motivacionales adaptativos, para lograr que se tenga un verdadero interés por las actividades mismas, no solo por las metas de ejecución como lograr calificaciones aprobatorias, o simulación de aprendizajes con la finalidad de quedar bien con los demás, simular éxito, etc. Los constructos motivacionales como metas y creencias juegan un papel importante, ya que pueden influir en la habilidad individual de los estudiantes para reconocer un problema, definirlo y resolverlo.

Mientras que el modelo estandar de cambio conceptual asume que el cambio ontogénico en el aprendizaje individual es análogo a la forma en que cambian los paradigmas científicos, propuesto por los filósofos de la ciencia. Pero existen desacuerdo entre filósofos, historiadores y sociólogos de la ciencia, con respecto a la forma en que cambian dichos paradigmas. Pues el nuevo paradigma no sustituye completamente al anterior, sino que son evaluados y tomados los aspectos más relevantes de ese paradigma e integrados al nuevo, por lo que tiene aspectos no muy funcionales dicho modelo.

En cuanto a la comparación de los modelo de cambio conceptual sobresalen dos aspectos:

- Hay una contradicción en el modelo tradicional o "frío" ya que otorga todo el poder a los aspectos racionales, y predomina sobre todo la lógica.
- El modelo alternativo es irracional, ya que es conducido por intereses personales, motivacionales y socio-históricos,

¿Pero no son también estos intereses los que influyen en los científicos?

³²² Esto es fuertemente apoyado por la psicología educativa.

¿El proceso de hacer investigación científica y construir nuevas ideas y teorías puede ser mejor descrito como racional e irracional?

Kuhn desde 1962 citó que el proceso de construcción de las ideas científicas estaba fuertemente influenciado por factores filosóficos, sociológicos e históricos. Más recientemente los constructivistas sociales han argumentado que el contenido real de los modelos y teorías científicas están fuertemente influenciadas por factores irracionales. Filósofos de la ciencia como Thagard, Cole y Latour explican que el proceso de investigación científica puede ser influenciada por factores irracionales, pero que el conocimiento central de un área está determinado por factores empíricos y lógicos.

Todo lo antes expuesto debe ser manejado cuidadosamente a la hora establecer los objetivos de la enseñanza científica básica, así como en su planeación.

Retomando el modelo de cambio conceptual, Posner habla acerca del proceso de acomodación o asimilación, en donde el que aprende busca una homeostasis estabilizadora entre sus concepciones internas y la nueva información con lo cual se puede lograr un crecimiento conceptual si la nueva concepción es inteligible, plausible y fructífera. Es decir, debe tener poder explicativo o sugerir nuevas áreas para la investigación. Pero todo esto está sustentado en un proceso muy racional y frío, que realmente no se da en el aula. De tal modo, empíricamente se ha encontrado que las creencias motivacionales tienen amplia influencia en los estudiantes ya que refuerzan su compromiso cognitivo. El aprendizaje en los salones de clase no es aislado, está influenciado por la interacción de los compañeros y el maestro principalmente, además de sus propias creencias individuales. Si a ello le sumamos que los estudiantes tienen muchas metas sociales en el ámbito escolar, podemos darnos cuenta que no son influenciados sólo por las metas de aprendizaje intelectual. Los científicos de hecho tienen metas intelectuales que en un momento dado toman como personales, pero es muy dudoso que los estudiantes de nivel básico procedan de la misma manera, es importante considerar esto para poder visualizar de manera más clara y real cómo y cuál es el papel que los estudiantes juegan en el proceso de su propio aprendizaje científico. De hecho, los estudiantes no buscan explicaciones óptimas, si no aquellas que los ayuden a realizar una vida satisfactoria. De tal manera, el modelo de cambio científico no es del todo aplicable, al igual que el modelo para el cambio conceptual frío. Por lo que es necesario un estudio profundo acerca de cómo las creencias motivacionales acerca de sí mismo influyen en el salón de clases, y el papel que desarrolla un individuo en una comunidad de aprendizaje resistente al cambio conceptual. Así como construir conexiones entre el modelo tradicional y el alternativo de cambio conceptual con la finalidad de lograr un mejor aprendizaje científico. Tratando en lo posible que las tareas sean claramente definidas, en donde los estudiantes puedan incluir sus propias metas y estructuras de aprendizaje.

Las estrategias que podrían ayudar son:

- involucrar a los estudiantes en procesos cognitivos más profundos, como elaboración de mapas conceptuales, síntesis de trabajos escolares, activar sus conocimientos previos e integrarlos con la nueva información.

- En forma lógica y coherente desarrollar la inquietud y capacidad para identificar problemas y resolverlos.
- Desarrollar el hábito del auto cuestionamiento, lo cual puede llevarlo a desarrollar tareas más desafiantes.
- Brindar siempre tiempo para la reflexión

Para lograr que este modelo se cumpla se debe establecer un ambiente escolar en donde se facilite la comunicación entre profesores y estudiantes, una correcta negociación de objetivos de aprendizaje y de la estructura de participación de toda el aula de manera que sea posible explicar, comunicar y negociar significados, asumir responsabilidades y fijarse metas personales y colectivas. Es decir, lograr que haya una disposición positiva hacia el aprendizaje en general, y en especial hacia el conocimiento científico. Crear en los estudiantes expectativas para que el aprendizaje sea significativo. Piaget señaló que la cognición y el afecto son inseparables, esto es totalmente cierto sobre todo en el ámbito de la enseñanza de la escuela de educación básica, de otra manera el aprendizaje se relacionado con la rigidez y la angustia. **De tal modo, las creencias motivacionales son creadas, conformadas pero también restringidas por varios aspectos del contexto educativo.** Es aquí donde el estudio de los valores y las actitudes que son transmitidos en el aula y en el ámbito de la educación científica toman amplia importancia. Es recomendable conocer cuáles valores y actitudes son los que más influyen en los estudiantes para que se motiven y puedan visualizar la importancia de acercarse al conocimiento con un compromiso que los ayude a lograr sus metas de aprendizaje. De este modo las tareas y actividades que realicen serán más auténticas, e incluso relevantes para su vida práctica, trascendiendo así el ámbito escolar. ¿Pero cuáles son las situaciones que pueden estar influyendo negativamente en el ámbito educativo para que no se pueda lograr el aprendizaje deseado?. Son numerosos los elementos y situaciones, las cuales incluyen aspectos diferentes que van desde la concepción que se ha tenido de la educación, del conocimiento científico, la forma en que se han administrado las instituciones educativas, cómo se han elaborado los programas de estudio, etc. Pero se ha podido observar que el tradicionalismo y el autoritarismo han sido elementos que han impactado fuertemente a la población escolar. Esto parece haber influido fuertemente, impidiendo que los estudiantes elijan correctamente sus actividades y ubiquen sus propias inquietudes y habilidades. Disminuyendo con esto la probabilidad de desarrollar interés hacia el dominio y apropiación del conocimiento. El proceso de evaluación está muy enfocado en la competencia, las recompensas externas, incluso la comparación social. Se basa sobre todo en el desempeño de metas, lo que favorece que los estudiantes solo se enfoquen a ser mejores que otros en vez de esforzarse en adquirir una comprensión más amplia y profunda de los contenidos escolares. Las actitudes, habilidades y valores de un profesor bien informado y positivamente orientado con respecto a la ciencia y la enseñanza será decisivo para lograr la comprensión antes citada.

Es indiscutible que el cambio de las estructuras del salón de clases crea demandas adicionales en tareas escolares y actividades que las complementan, y en el caso de las ciencias, hacer reflexiones más completas e informadas que favorezcan el análisis de los fenómenos observados. Incluso realizar experimentos

favoreciendo a la par el aprendizaje de habilidades útiles para el montaje y planeación de los mismos, pero de no hacerse los cambios adecuados desde la planeación de los programas de estudio, se continuará retrasando el crecimiento intelectual y creativo de los estudiantes a este respecto. El resultado de esto es bien conocido, ya que han sido numerosas las generaciones de estudiantes apáticos, poco creativos, conformistas, que para nada han podido reconocer o identificar sus propios constructos motivacionales. La mayoría de ellos realizan tareas que requieren un mínimo de compromiso, incluso se resisten a los cambios que requieren más de su participación en su propia formación. En pocas palabras, no aceptan acceder al conocimiento de forma comprometida.

Las motivaciones epistémicas son precisamente las que se refieren al deseo de acercamiento al conocimiento o búsqueda de significado en el mismo. Tienen la característica de promover los mecanismos psicológicos necesarios para involucrarse en el desarrollo de prueba y comprobación de hipótesis. Dichas motivaciones tienen la capacidad de lograr un descongelamiento cognitivo.³²³ Lo cual en el caso de la enseñanza-aprendizaje de la genética sería muy favorable utilizar ya que a ésta se le ha señalado como una disciplina difícil de aprender debido al nivel de abstracción que maneja, a su lenguaje complicado que parece relacionarse muy poco con la realidad cotidiana de los estudiantes. Ya que el descongelamiento cognitivo se refiere a la búsqueda individual activa de nueva información, cuestionando creencias, resolviendo discrepancias. De este modo, al buscar un acercamiento específico al conocimiento, los estudiantes se comprometerán con una intensa búsqueda cognitiva. Para lograr esto es muy recomendable:

- establecer un tiempo razonable para la realización de las tareas
- comprometerse a dar respuestas certeras y verídicas

Si el profesor aumenta la presión en las tareas llegando al autoritarismo, existe una alta probabilidad de que disminuya la actividad cognitiva, la cual es sustituida por el afán de dar respuestas rápidas y satisfacer tan sólo al profesor y no a sí mismo.

De este modo, los proyectos educativos con un objetivo de enseñanza-aprendizaje mejor definido apoyarían mucho a la realización de estas actividades que Kruglanski llama auténticas ya que garantizan el aprendizaje cognitivo. Para tal fin deberán ser mejor investigados los nexos empíricos entre las metas de los estudiantes, los cuales de acuerdo con Kruglanski son: dominio de las tareas a realizar, creencias motivacionales, metas que los estudiantes tienen de su propio desempeño, objetivo epistémico de su aprendizaje, el cambio conceptual que se quiere lograr. En cuanto a la ciencia, es necesario precisar que es lo que se quiere lograr con ella, pero lo más recomendable es no transmitir información enciclopédica sin sentido. Armay recomienda que el conocimiento cotidiano y escolar debería coexistir ya que ambos podrían llevar a un conocimiento más integral de lo que se quiere conocer: "construir modelos plausibles de la realidad, y no sólo modelos científicamente correctos", con lo que quizá también se logre dar más sentido a la actividad científica dentro del aula, y muy especialmente al conocimiento de la genética.

³²³ Kruglanski, 1989.

Es muy importante citar la discusión que hace Candela con respecto a las transformaciones que se dan en el aula, las cuales influyen de manera importante en la visión y criterio de quién aprende pero también de quién transmite conocimientos relacionados con la ciencia. La primera transformación sucede al elaborar los programas de estudio y los libros de texto partiendo de un saber especializado a un objeto del currículo escolar. Esta transformación está fuertemente condicionada por una determinada visión de la ciencia, las ideas que se tienen de cómo se construye el conocimiento científico (a este respecto la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia tienen mucho que aportar), de cómo se enseña y cómo se aprende en el aula (pedagogía, sicología y sociología educativa son herramientas imprescindibles) Otro hecho muy importante es el referente a la transformación constante del conocimiento científico, el cual al ser plasmado en los programas y planes de estudio parece congelarse, adquiriendo el carácter de norma, ya que se convierte en un saber legitimado y "verdadero", el conocimiento correcto que la escuela debe transmitir.

La segunda transformación se da cuando el profesor explica el conocimiento a los estudiantes, en este proceso el objeto de conocimiento se convierte en objeto de enseñanza. Además de que el profesor frecuentemente modifica la presentación del contenido del libro de texto para transmitirlo de manera más amena y comprensible. Con este hecho, el conocimiento entra al espacio social de las comprensiones compartidas, en donde puede ser nuevamente transformado o enriquecido con la intervención de los estudiantes. Quienes, de acuerdo con Candela, pueden aportar nuevos matices y elementos, ya que sus manifestaciones y expresiones contribuyen a la elaboración del conocimiento socialmente construido en el aula. Esto forman parte de las negociaciones sobre el conocimiento y es parte del proceso público de la educación.

Lo menos deseable es que los profesores conviertan los problemas o preguntas científicas sólo en demostraciones de las cuales ya se conocen los resultados. Esto afecta las relaciones que los estudiantes establecen con los contenidos educativos y cierra la posibilidad de interpretaciones y explicaciones alternativas del fenómeno observado. Esta manera de proceder refuerza los contenidos de los libros pero no da paso a la creatividad y a la imaginación.

Lo anterior de alguna manera nos remite al papel social que tiene la enseñanza escolarizada, esta es la transmisión de un cuerpo de contenidos culturales socialmente significativos, los cuales son capaces de ayudar a formar en los estudiantes una visión más real del mundo y fomentar en ellos un desempeño más eficiente benéfico para sí mismo y la sociedad en la que se desenvuelven. La educación básica, de la cual la escuela secundaria forma parte, es responsable de distribuir socialmente los contenidos de la cultura en la que se vive, ya que dichos contenidos forman parte sustancial de la cultura básica de la población. Por lo que es necesario revalorar este proceso de distribución de contenidos teóricos pero también los contenidos de valor referentes a diversos ámbitos, distinguiéndose los científicos y tecnológicos por su amplia influencia en el quehacer humano.

Hablar de valores es complicado ya que su falta de análisis y de estudio ha originado que se les otorgue connotaciones que no poseen, además se pensó

durante bastante tiempo que no podían brindar un conocimiento cierto y objetivo, por tanto se les ubicaba más dentro del ámbito psicológico. Incluso se generó una gran variedad de nociones que se evocan bajo la categoría de valor. Así, las normas, actitudes y principios pedagógicos han sido considerados como tales.

En consecuencia, no existe de manera específica en las propuestas educativas que valores trabajar en la escuela, mucho menos cómo hacerlo. En el caso de México, parece que los valores sólo se han dado por entendidos, son muy pocos los casos en los que se ha ido más allá. No existen líneas valorativas sobre qué metodología utilizar o de que teoría antropológica, psicológica, filosófica o sociológica partir. Fue en 1982 que la Red de Información Educativa enumeró diversos proyectos de organizaciones públicas y privadas interesadas en promover y sistematizar la educación valoral, debido a la ausencia de valores morales en la educación formal y en la sociedad. Concibiendo así los valores como componentes de una educación integral. Educar en los valores es necesario para que la función transformadora de la educación pueda cumplirse ampliamente. Esto incluye a la educación científica desde los niveles básicos de formación.

Al introducimos en el análisis de la importancia de la transmisión de valores y actitudes en el ámbito de aprendizaje del conocimiento científico, se ha tenido que analizar también la importancia que tiene la escuela como transmisora de valores y los resultados indican que a través de ella se ha transmitido la ideología dominante de cada etapa política de nuestro país, la cual se ha ocupado tan sólo de mantener el estatus social y político conveniente para los grupos de poder. Esta ideología se transmite a través de la política educativa, la filosofía educativa, el currículo escolar, los planes de estudio y el mismo ambiente que priva en estas instituciones.

La política educativa no tiene actualmente una visión ética o pedagógica que oriente la adquisición de una educación adecuada para formar seres humanos con una educación integral apreciable. La política neoliberal, que estratégicamente fue introducida a través de la educación, ha demostrado ser un proyecto ideológico que anula la realidad histórica y social. Cultiva el individualismo olvidándose de la persona la cual es definida por sus relaciones, ya que el hombre es un ser histórico social. No se preserva la cultura ni la identidad nacional. No designa recursos suficientes para la educación, no propicia el desarrollo de los valores humanos (ubicando al ser humano como un elemento calculador tecnocrático). Lo que propicia que el ser humano se aprecie a sí mismo como un ser pasivo, con baja autoestima (ya que se considera a sí mismo poco capaz). Esta problemática se refleja fuertemente en la educación. Así, lo aprendido no tiene coherencia con lo que se vive tanto en el ámbito educativo como en el familiar y el social, en un ambiente de este tipo será muy difícil que se logre un aprendizaje significativo en los valores. Y aunque las propuestas pedagógicas que abordan la formación moral incluyen diferentes enfoques filosóficos el problema es que presentan elementos mezclados de cada uno de ellos en donde predominan las explicaciones psicológicas sobre la formación de la conciencia moral en las diferentes etapas de desarrollo humano, esto frecuentemente las hace poco practicables. La filosofía por su parte habla sobre los valores universales pero se refiere a ellos como ideales, como algo inalcanzable.

Desde el punto de vista sociológico los valores se comprenden como hechos humanos que tienen existencia social, cultural, psicológica o personal. Son fundamento de las concepciones del mundo y de la vida. Son un tipo especial de creencias, ellos integran los sistemas y corrientes de pensamiento, influyendo en el comportamiento selectivo. Expresan la calidad humana ya que son estados deseables de existencia y de conducta. Es a través de los valores que el hombre da significado a su existencia. Ellos intervienen en la conformación de la conciencia individual y en la formulación de los juicios morales. Los valores tienen amplia importancia en la cultura ya que son los que sostienen a los grupos culturales, diferenciándolos de otros, es decir son específicos. Así, los valores que sostienen los miembros de un grupo social tienden a formar una visión coherente del mundo. De este modo, el individuo que se encuentra inmerso en cierto sistema cultural realiza o conforma su personalidad a través del grupo con el cual interactúa.

Los valores han sido elementos básicos en la visión educativa del siglo XX en México. Así, encontramos que desde 1921 a 1940 los valores y la participación social fueron orientados hacia la construcción de una nación moderna, pero fue hasta 1970 que se dio importancia a su análisis psicológico, teniendo esto repercusión en los problemas educativos. Durante el gobierno echeverrista los valores democráticos fueron incluidos, al menos en el discurso. Se trató entonces de definir una filosofía de la educación que aclarara y orientara el papel de la misma, conjuntamente con el desarrollo del país. La apertura democrática al tema de los valores se vio reflejada en la Ley Federal de Educación, en los artículos 2° y 5°. En la década de 1990 dicha ley y la reforma del artículo 3° reconoció la importancia de los valores en la vida social y en la escuela. Desde entonces, se manifestó la tendencia de modificar las condiciones de participación de los integrantes del proceso educativo, pero el Proyecto Educativo Nacional del siglo XX en su estructura valoral no se logró integralmente. Aunque Latapi expresa que la crisis cultural impulsó para que la escuela atendiera los postulados de la educación integral, lo que contribuyó en buena medida para comprender la crisis de valores no sólo educativos, sino en lo personal, social, etc.

Los valores relacionados con la enseñanza-aprendizaje de la ciencia no fueron incluidos a pesar de que la ciencia es una actividad humana básica que tiene conexión importante con otros ámbitos como el social, el cultural y el político.

La función primordial de la escuela y de la educación es generar cultura y transmitir valores. Los diversos y numerosos trabajos que fueron elaborados desde 1970 con respecto a la problemática educativa permitieron conocer los procesos de dominación a través de ésta: cuestiones ideológicas, análisis de prácticas educativas, propuestas pedagógicas orientadas a desenvolver mecanismos que operan al servicio de la ideología dominante, etc. En donde existe una subordinación del sistema educativo a los requisitos específicos de la productividad. Hoy el neoliberalismo acepta que las instituciones educativas sean resultado de la "fuerza de mercado". Los valores de este modelo mercantilista enfatizan el aprecio por el individuo, resaltando su iniciativa y espíritu de competitividad que en la mayoría de los casos ha llevado a un individualismo cerrado y a competencias destructivas. No se aprecian las aportaciones que

hacen las personas a una integración social basada en referentes valorales colectivos. Anulando el concepto de conocimiento como un proceso histórico del aprendizaje. Además cuenta con un referente que tiene amplia influencia en la sociedad: el desarrollo tecnológico, el cual ha apoyado la construcción de una ideología dominante que apoya al modelo económico actual. Así, la planeación educativa se concibe como una adaptación constante del sistema educativo, de acuerdo con los requerimientos del desarrollo.

Los medios a través de los cuales se pretende transmitir los valores en la escuela son: la política educativa, la filosofía educativa, el currículo, los programas de estudio, y el ambiente escolar. En México, en diferentes momentos, ha sido sustituida la filosofía educativa por pensamientos ideológicos, sociológicos o tecno-científicos que no dan fundamento sólido a una propuesta educativa. De este modo, las propuestas pedagógicas que abordan la formación moral incluyen diferentes enfoques filosóficos, pero frecuentemente presentan elementos mezclados de varios de estos enfoques: positivismo, pragmatismo, positivismo lógico o filosofía analítica y en las últimas décadas del siglo XX, el neoliberalismo, el cual tiene sus propias finalidades y valores.

Las posturas filosóficas que han sobresalido en los enfoques pedagógicos con la finalidad de transmitir principios y valores son: inductación, falsa neutralidad, voluntarismo, relativismo, desarrollo humano, desarrollo del juicio moral.

Así, aunque los valores no han estado ausentes del todo en el ambiente educativo no han sido claramente definidos, sobre todo aquellos que se refieren a la ciencia y su enseñanza. Los valores que hacen referencia a lo social y lo moral, son poco aplicables en la sociedad, ya que parece que ésta funciona siempre con una doble moral que hace poco eco a lo que se trata de transmitir en el aula.

Las propuestas pedagógicas abordan la formación moral en general, pero incluyen diferentes enfoques filosóficos, lo que forma más bien una mezcla heterogénea de varios de estos elementos. De este modo, el conductismo no incluyó la formación moral ya que de acuerdo a su visión carecía de fundamento objetivo. Fue Piaget en 1930 que empezó a interesarse por el desarrollo moral enfocando su atención en el juicio del niño. Su importancia se reconoció hasta treinta años después, en consecuencia la psicología se fue interesando por el tema de los valores y la moral. Para entonces, la formación moral ya no era concebida como una simple adaptación social. Hoy se acepta que la moral es un ámbito específico de la persona o el deber ser, lo que incluye normas, sentimientos y actitudes. Siendo las actitudes un campo esencial para la formación de los valores.

Indiscutiblemente la formación de valores es compleja, de esto dan evidencia los trabajos de Maslow sobre la teoría dinámica de la motivación, y los de Erikson sobre el ciclo de vida, por lo que es muy importante su aprendizaje y desarrollo desde etapas tempranas de vida.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje del conocimiento científico se realiza una asimilación, reinterpretación y construcción de valores que al parecer es también un proceso complejo y no muy evidente.

Los investigadores, los profesores de ciencias y los profesores investigadores en el campo científico son grupos que generan una subcultura a partir de la ciencia. Comparten diferencialmente valores, los cuales son simbólicos para dicha comunidad. El rol de los estudiantes se desarrolla en un subgrupo de la esfera científica, interactuando en un proceso de producción de conocimiento aun en formación. La subcultura que se forma en torno al conocimiento científico es importante en la conformación de valores científicos. Se espera que esto se concrete en actitudes como apertura mental, pensamiento crítico, revisión o análisis de opiniones e independencia intelectual, eficiencia, rentabilidad, competitividad y productividad.

En la escuela a través de la filosofía educativa, la política educativa, el discurso científico, el currículo, el comportamiento docente, los trabajos de campo y de laboratorio, son presentados a los estudiantes las pautas de comportamiento y los valores como parte importante de una oferta cultural. Con una fuerte tendencia de que el conocimiento científico está determinado por valores epistémicos como: búsqueda de la verdad única, racionalidad, pensamiento lógico, coherencia, simplicidad, capacidad de predicción, etc. Siendo que la transmisión de conocimiento debe incluir y exponer en forma reflexiva ambos valores, tanto epistémicos como no epistémicos: brindar confort, reducir el sufrimiento, capacidad de invención, innovación, pensamiento cualitativo, orden, claridad y capacidad formativa, etc. Pues al ser el quehacer científico una actividad modificadora que actúa también en función de valores y fines, hecha por tierra la visión tradicionalista de la ciencia.

Así, la resolución de problemas teóricos y educativos por parte de la ciencia implica también el análisis de valores vigentes en cada momento histórico y de los contextos en cuales incide. Del mismo modo, la enseñanza-aprendizaje de la ciencia está basada en valores que se reflejan en los planes y programas de estudio, en los que se considera que los estudiantes estarán mejor preparados para la vida al recibir educación científica. La adquisición de dicho conocimiento está mediatizada por procesos de negociación entre los individuos implicados en dicho proceso. Esta negociación está impregnada de valores y actitudes, del conocimiento que tienen del mundo y de sí mismos, de la forma como aprecian a los seres con los cuales interactúan. **Así, aquello que continuamente ha sido presentado como procesos cognitivos individuales, en realidad es una continua interacción personal en la que se propicia el aprendizaje.** Esto incluye una interacción social sobresaliente en la que indiscutiblemente se realizan procesos cognitivos, pero estos no son exclusivos del aprendizaje científico.

El conocimiento empírico siempre ha estado mediatizado por la sociedad, la comunidad científica y por la educación. Los tres factores que participan en el conocer son el individuo, el colectivo y la realidad objetiva. Por tanto el conocer no es un proceso individual, **más bien es el resultado de una actividad social, ya que el estado de conocimiento en cada momento excede la capacidad de cualquier individuo.** Pese a esto, la forma tradicional de enseñanza-aprendizaje de la ciencia continúa vigente en México, es obligatoria la interiorización de los contenidos sin fundamentar la crítica como valor. Su metodología es rigurosa y estricta, lo que lleva a construir una realidad en donde quienes son receptores de esta información son obligados a adaptarse a ella pues lo más importante es ser

exitoso. Entendiendo como éxito la aprobación del curso. No se ha comprendido que si bien, la ciencia ha progresado por la vía de la matematización, lo ha hecho también mediante la asimilación social de determinados valores que rigen la práctica científica.

De este modo, los valores sociales y culturales interactúan con otros criterios axiológicos que influyen en la práctica científica y su transmisión. Reflexionar sobre esto es importante para generar cierta visión que se espera auxilie a los interesados en la enseñanza-aprendizaje de la ciencia, como pedagogos, filósofos de la ciencia y de la educación, sociólogos de la educación, psicólogos educativos, etc. Lo que ayudará en el momento de hacer una implementación o reforma en el contexto educativo. Claro que el primer paso sería dilucidar los valores que marcaran las reformas educativas para posteriormente definir los objetivos generales y particulares, así como las estrategias para lograr su realización, y señalar el contexto concreto en donde se realizará.

El análisis de los programas de estudio de Ciencias Naturales y/o Biología muestran lo siguiente:

Plan y Programas de 1964: Objetivo: mantener la integridad orgánica y espiritual de los estudiantes durante la adolescencia, para tal fin se ofrecían 6 materias académicas que incluían actividades flexibles las que podían ser adaptadas a la escuela y a la comunidad. Lo que ayudaría a "conservar la salud, contribuir al crecimiento y felicidad de los estudiantes para lograr en ellos una personalidad equilibrada y formar en ellos una vocación técnica, además de capacitarlos para ingresar al bachillerato universitario.

Valores que se pretendía fueran transmitidos o concretados: contribuir a la felicidad, a la salud y al equilibrio de los estudiantes. Se pretendía dar importancia al grado de madurez y capacidad creadora, no a la cantidad de conocimientos aprendidos. Además de estimular el espíritu de trabajo y de estudio.

Sin embargo, en el aula se trataba de ajustar su conducta a las limitaciones del medio escolar, social y familiar.³²⁴

En cuanto a los conocimientos de la asignatura caían en lo anecdótico. La práctica didáctica era tradicional, se acentuaba el enciclopedismo, existía una falta de coherencia entre las materias que integraban la clase de ciencias naturales. Lo que propiciaba una visión fragmentada del conocimiento y una desvinculación teórico-práctica. El profesor ordenaba y determinaba las formas y fines de la enseñanza. No se fomentaba el razonamiento científico.

Plan y Programas de 1975: Objetivo: lograr un desenvolvimiento integral en los estudiantes, así como transformar el medio. Atendiendo los aspectos cognoscitivos, afectivos y sicomotores. Estimular su inquietud y creatividad. El profesor debía estimular la participación activa dentro y fuera del aula para que ellos formen su propio conocimiento. Propiciar una manera de pensar ordenada y clara utilizando habilidades intelectuales o destrezas como: comprensión, análisis, aplicación y síntesis.

³²⁴ Plan y Programas de Estudio de la Escuela Secundaria, SEP, 1964.

Valores que se pretendía fueran transmitidos o concretados; obtención de conocimientos como valores en sí mismos, con una profunda tendencia tradicionalista. Se preocupaban más por las calificaciones obtenidas que por las actitudes, valores y habilidades desarrolladas. Había tendencia a las discusiones cerradas, predeterminándose las conclusiones. Los estudiantes en consecuencia sólo recibían y repetían la información adquirida. Se daban muy pocas oportunidades para desarrollar la inventiva. Además de que se daba un enfoque cualitativo para calificar como científico o no cierto conocimiento, ignorando otro tipo de criterios. En el programa por áreas eran presentados los contenidos en forma mezclada, no como un trabajo interdisciplinario.

Plan y Programas 1982: Objetivo; Promover cambios cognoscitivos y formativos para lograr una participación flexible, crítica y creativa en la sociedad. Para lo cual se sugiere utilizar la metodología experimental en la solución de problemas. Que valore la importancia del funcionamiento adecuado de su cuerpo, comprenda mecanismos de continuidad y transformación de los seres vivos y el proceso de evolución orgánica. Para lograr esto, se señalaba que era necesario la observación y el análisis para darse cuenta que en la naturaleza existe un orden. La experimentación les serviría para que pudieran establecer relaciones de causalidad comprobables, descartando el fanatismo, prejuicios y el pensamiento mágico (considerado como un contravalor científico), de lo cual podía ser deducido que la ciencia es un conocimiento objetivo basado en el pensamiento lógico. Esta idea ayudaría a descartar el aprendizaje memorístico.

Valores que se pretendía fueran transmitidos o concretados; se expresaron algunos valores que fueron enfocados como fines educativos: lograr el desarrollo armónico de las facultades del ser humano, fomentar amor a la patria, a la conciencia de solidaridad internacional con independencia y justicia. Las que deberán ser democráticas, nacionales y populares, fundadas en el progreso científico, lo que ayudará a luchar contra la ignorancia, al desarrollo espiritual e integral de los estudiantes.

Plan y Programas 1993: Objetivo; promover el conocimiento de los estudiantes sobre el mundo viviente. Se reconoce por primera vez que los beneficios de la educación científica no deben limitarse a la adquisición de conocimiento. Esta incorpora valores, habilidades, destrezas y actitudes. Que puede ayudar a desarrollar la imaginación, la curiosidad, la creatividad y la apertura a nuevas ideas. Inculcar escepticismo sistemático entre otras cosas. El aprendizaje de sus métodos propicia la aplicación de actitudes altamente apreciadas por la sociedad, promoviendo actitudes de responsabilidad en el cuidado de la salud y el medio ambiente, brindando una formación para la vida. La biología es enfocada con un carácter formativo (lo que en un momento dado puede restar valor a lo informativo) Se plantea que es necesario que los estudiantes adquieran los elementos básicos de una cultura científica que les permita enriquecer la visión del mundo y valorar los beneficios sociales que aporta a la ciencia. Además de que su enseñanza debe permitir integrar el conocimiento científico a la cultura en general, lo cual incluye valores sociales y científicos.

En el caso especial de la genética, ésta trata de responder a un conjunto de preguntas referentes a la interacción entre la herencia y el ambiente y entre similitudes y diferencias en los organismos. Ya que muchas de las diferencias que existen entre los seres humanos surgen del ambiente, otras son producto de la herencia. Sin embargo la investigación genética moderna ofrece ir más lejos, ya que promete observar las manifestaciones de los caracteres adquiridos e incluso a los mismos genes. Esto ha llevado al ser humano a concentrarse únicamente en lo que está pasando en el interior de nuestro cuerpo a nivel molecular, alejando la atención de otros factores como el medio ambiente y presiones a las que se ven sometidos los organismos, lo cual nos obliga en cierta forma a dejar de lado algunos valores y a centrarnos más en otros. Muchos procesos no son considerados por la "genetización", ya que dicha corriente asume que la genética humana actúa por sí sola para hacer de cada uno de nosotros el organismo que es. La biotecnología se basa en el conocimiento de la genética y de la biología molecular, y asegura que a través de sus aplicaciones nos proporcionará una vida mejor. Con este objetivo es que se están elaborando diversos productos y pruebas diagnósticas e incluso genes modificados. Pero los resultados no han sido siempre los esperados. No han favorecido a la salud de manera apreciable, además de que se ha generado un problema colateral, se está transmitiendo la idea de apreciarnos como una serie de pequeñísimas partes separadas, no como seres humanos integrales, con un gran potencial creativo por desarrollar. Valor que debería ser transmitido en todo ámbito educativo. Pero se sobre explota sólo el conocimiento genético con intereses sobre todo económicos.

De tal modo, parte de la explicación genética es utilizada con la finalidad de dar a conocer la causalidad humana, pero con una gran influencia racista y política. Lo preocupante es que se remarcan las diferencias biológicas entre los seres humanos, la diferencia entre estratos sociales, incluso de nacionalidad. Culmando a los genes de estados que al ser estudiados cuidadosamente tienen más que ver con causas sociales, ambientales o psicológicas. Pero no se admite que existan otras vías para explicar los problemas de salud. Estas concepciones tienen implícita una idea equivocada de lo que es el ser humano, ya que no podemos ser reducidos a máquinas replicadoras de DNA. Ni apreciarnos como una colección de pequeñísimas partículas separadas.³²⁵ A este proceso de reducción de organismos a sus partes más pequeñas en vez de considerarlos como un todo, se le llama reduccionismo, el cual ha afectado diferentes corrientes de pensamiento.

En biología el reduccionismo fomenta la creencia de que el comportamiento de un organismo se explica mejor mediante el estudio de sus partes: átomos, moléculas o células. De aquí que, en la actualidad haya una fuerte tendencia entre los biólogos a creer que el trabajo en el nivel molecular reportará una comprensión más profunda de la naturaleza del organismo que se estudia.

*No somos unidades aisladas y autónomas, nuestra libertad es inherente a los procesos vivos que nos constituyen*³²⁶.

³²⁵ Lippman, A. 1991.
³²⁶ Steven Rose, 2001.

No obstante, en numerosos países el reduccionismo y el determinismo genético tuvieron una fuerte influencia en las primeras décadas del siglo XX, dichas ideas tendenciosas perduran aun en nuestros días. Actualmente en algunos países, la imagen que se está dando de la genética es que ésta nos proporciona una vida mejor pero un temor muy fuerte es que sólo están creando el ámbito de mercado para los productos biotecnológicos ya que se están elaborando multitud de pruebas y medicamentos, por tanto tratan de hacer necesario el uso de esos productos.

Desde esta perspectiva reduccionista, se podría decir que la genética culpa a los genes de estados que tradicionalmente se hacia responsable a una causa social, ambiental o psicológica. Por lo que cada vez es una idea más extendida que nuestros problemas de salud se originan siempre debido a factores internos: los genéticos, y no se admite que hay otras vías para explicar el estado de enfermedad. Así, lo que se está haciendo es que el concepto DNA y genes incorporen un bagaje ideológico derivado de los conceptos de salud y enfermedad, normalidad y desviación y de lo que deberíamos ser como seres vivos. De este modo, ciertos valores sociales se están incluyendo automáticamente en los términos *caracteres hereditarios* y *genes* lo cual incide directamente en las creencias y valores que nos hemos otorgado a nosotros mismos, sobre nuestra sociedad y sobre otros seres vivos.

La teoría funcionalista explícita en el neoliberalismo, define como los "más aptos" a quienes se les atribuyen ciertos "dones", es decir, aquellas posibilidades naturales, "genéticas" de aquellos que están dotados, cuando la capacidad de desarrollar la inteligencia es propia de todos los seres humanos. De esta forma, el desarrollo humano puede ser entendido como las posibilidades neuronales, físicas e internas que ayudarán a generar cambios progresivos que optimizarán las actividades del intelecto, las cuales serán expresadas a través de las actitudes y habilidades tomadas para resolver proposiciones concretas y permitirán un desenvolvimiento satisfactorio.³²⁷ Dicho de esta forma, la educación integral se aprecia algo reducida, en comparación con los objetivos que la misma propone.

Esto debería de ser tomado en cuenta por parte de los científicos que se ocupan de esta área, pero desafortunadamente las instituciones formadores de científicos no siempre atienden la preparación científica y su conexión con la sociedad. Esto nos lleva a considerar otro problema muy importante: ¿Cómo es traducido todo esto en el ámbito de aprendizaje de las ciencias?

A los estudiantes se les enseña que la ciencia se hace preguntas básicas con respecto a los fenómenos de la naturaleza, mismas que los científicos tratan de responder. Estas preguntas evolucionan a medida que las respuestas dadas van generando nuevas preguntas. Pero en esta dinámica se ignora la mayoría de las veces el continuo intercambio existente entre ciencia y sociedad. Esto es, la educación científica inicia a los estudiantes en una empresa cultural con historia propia y un sistema de creencias, la forma en la que se ha descrito el quehacer

³²⁷ Actualmente este desarrollo de las potencialidades del ser humano indudablemente está influido por necesidades de una sociedad mercantilista, lo que resulta determinante para el desarrollo intelectual. Dejando en la marginación a una gran población mexicana y latina. Argumentándose al respecto, que no tienen capacidades para el estudio, cuando lo que no tienen son los medios económicos para lograrlo.

científico genera la creencia de que la ciencia es inmune a las presiones sociales y políticas. Pero la realidad es que los científicos como grupo tienden a obtener resultados que apoyan los valores básicos de su sociedad ya que hacen sus observaciones con los "ojos" de esa sociedad. Por eso, para entender la ciencia dentro de un contexto social se debe ser conciente de las interacciones entre prácticas científicas, descripciones e interacciones, además de las creencias culturales y circunstancias económicas dentro de las cuales operan los científicos. De este modo podremos entender cómo se crean los hechos científicos y cómo se ponen en práctica en la sociedad en general, lo cual se espera ayude a conformar un pensamiento suficientemente crítico para dar el peso y la importancia debida a cada nuevo hallazgo científico y no poner todo el interés en algo que a la larga sólo reporte pérdidas y fracasos a la humanidad como los obtenidos por el racismo nazi, en donde se otorgó demasiado poder a la herencia biológica y al empleo de medios genéticos para supuestamente mejorar a la humanidad. Creando con esto una imagen muy poco alentadora de la ciencia y sus aplicaciones.

En este sentido, se esperaría que en el caso de la genética, el valor que nuestra sociedad ha dado a la genealogía y a la herencia como elementos explicativos de lo que hoy es el ser humano, influya en los proyectos de investigación y en el discurso científico y no sean influidos por intereses individuales que promueven una visión poco integradora del ser humano y de las áreas de conocimiento que lo estudian. La creencia de que nuestras capacidades están codificadas en nuestros genes puede coartar a las personas que reciben este mensaje a la hora de tomar decisiones de mejorarse a sí mismos, cambiar sus vidas, proponer mejoras sociales, etc. La biología molecular parece que ha tomado el camino opuesto a la integración; centrarse en la molécula del DNA,³²⁸ asignando un papel demasiado activo a ésta, con lo cual no se ha podido explicar hasta ahora interacciones y transformaciones que suceden dentro de nosotros y el medio que nos rodea. Por esto, expresar que nuestras capacidades están codificadas en nuestros genes es demasiado arriesgado. Es necesario recordar que las funciones genéticas están embebidas en redes complejas de reacciones biológicas, pero que hablando del ser humano son muchas otras las variables que inciden en él y lo afectan, no son procesos simples que pueden ser fácilmente duplicados en el laboratorio.

¿Pero qué es lo que se transmite acerca del conocimiento científico en la escuela secundaria?

La educación secundaria como hemos podido apreciar, es muy importante, debido a que en ella se busca desarrollar las capacidades que favorezcan que un individuo logre un desempeño adecuado en la sociedad, en sus posibles estudios superiores o bien que prepare a los estudiantes para incorporarse al mundo del trabajo. Es en este ámbito en donde se dan los primeros contactos con el conocimiento científico, a través de materias como la biología. Este tipo de aprendizaje en el nivel de la educación básica debe ser también capaz de brindar

³²⁸ Ibid, 1999.

conocimientos y herramientas que posean un carácter social, lo que proveerá de seguridad y de ciertos valores en el momento de debatir temas de amplia importancia actual, los cuales les atañen de manera directa. Estos temas son, entre otros, aquellos que hacen referencia a la aplicación del conocimiento de la genética en la medicina, en la agricultura y en la ganadería. Las expectativas acerca de los resultados del Proyecto del Genoma Humano son amplias, pero también han generado preocupaciones serias en el ámbito social debido a cuestiones éticas, morales, y religiosas. A este respecto, en el programa de estudio de Biología antes analizado, en la Unidad Temática 5 también se trata de introducir a los estudiantes en estos temas, incluso el libro para el maestro de Biología indica que el propósito del estudio de la clonación de organismos es conocer los aspectos éticos y sociales de dicha acción además de presentar el contenido científico. Se sugiere también desarrollar un debate acerca de las posibilidades de la clonación. Esto de ser bien documentado y organizado redundaría indudablemente en más y mejor información para ser utilizada por los estudiantes, pero indudablemente esto no depende directa y exclusivamente del programa de estudios e incluso de los propios estudiantes.

Al ser la ciencia una actividad social que incorpora valores humanos, se hace necesario clarificar cuáles serán los valores que guiarán la formación científica de las futuras generaciones de estudiantes y qué tipo de ciudadanos queremos formar: aprendices de científicos, consumidores irreflexivos de ciencia, o formar ciudadanos activos y críticos. Por lo que es necesaria la introducción de temas y discusiones a este respecto en los programas de estudio. Esto ayudará a clarificar los valores individuales respecto a los aspectos sociales implícitos en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en las sociedades humanas. Es conveniente que la clarificación de los valores se realice en una consulta lo más amplia posible, en donde intervengan no sólo expertos sino también los receptores de dicha información.

Siguiendo esta pauta, al revisar el desarrollo de la escuela secundaria y los programas de estudio de biología del mismo nivel podemos darnos cuenta que los valores que más énfasis han recibido para su transmisión son los valores nacionales, los valores sociales y las actitudes consideradas útiles en el aprendizaje del conocimiento científico, pero aquellos que corresponden específicamente al aprendizaje de la biología y genética, debido al impacto que ésta ha tenido en diferentes áreas del conocimiento humano en la sociedad actual, no han sido señalados claramente. Aunque se dan algunas orientaciones en el libro para el maestro.

De lo anterior se percibe que efectivamente, como señala West Silva, el camino de la formación de valores está por hacerse. Quizá por que la formación de valores en el área educativa así como su investigación es una inquietud reciente que se ha venido incrementando al paso de las dos últimas décadas.

Durante el siglo XX hubo un vacío enorme en lo que respecta a la orientación humanística, esa época se caracterizó por presentar una enorme crisis de valores morales. Por lo que se puede afirmar que durante todo ese siglo el pensamiento ético tradicional estuvo en crisis, incluso la Escuela de Francfort

señaló que el pensamiento occidental era víctima de un tipo de razonamiento y de un tipo de racionalidad: **la racionalidad instrumental** que hizo a un lado la racionalidad valorativa o práctica.³²⁹ Quizá por eso lo común fue encontrar racismo, genocidio, guerras, amenazas de destrucción del planeta, pérdida de valores tradicionales, etc. Lo que hoy ha contribuido a que haya una preocupación amplia en el campo de la reflexión filosófica de la ética además de otras disciplinas como la filosofía de la ciencia y la educación. Por lo que se hace necesario incorporar al currículum escolar nuevos contenidos y enfoques que conlleven a una educación para la paz, para la democracia que respete los valores humanos en general, que no solo favorezca el aprendizaje de contenidos racionales, que también asegure la participación activa de las nuevas generaciones y les posibilite la apropiación de los contenidos que les sirva para entender y manejar los nuevos conocimientos que se han generado a partir de la aplicación del conocimiento de la genética, entre otros. Que forme en ellos el criterio científico, social y humano con el que se habrá de enfrentar y regular la normatividad derivada de dicha aplicación.

Por lo que es recomendable generar discusiones al respecto con la finalidad de encontrar los ejes que habrán de guiar investigaciones tendientes a enriquecer y clarificar el trabajo sobre la transmisión de valores en diversas áreas de la ciencia. Será una forma muy valiosa de enriquecer y complementar la educación científica pero también social e ideológica de las nuevas generaciones. Lo que implica que los estudiantes puedan ser verdaderos sujetos históricos y sociales, que propicien en el mundo un ordenamiento en el que el desarrollo sea más humano al estar al servicio del individuo y al considerar también a los demás seres humanos. La educación debe propiciar entre otras cosas una cultura de crecimiento y expansión individual y social. No debe ser sólo la educación que busca presencia en el terreno económico. En esta propuesta de educación el individuo puede a la vez que satisfacer sus necesidades en un ambiente de competencia leal y sana, visualizar a la vida en de forma menos drástica pero no por eso con menor calidad y competitividad. En un medio diferente a éste será muy difícil lograr una reflexión seria acerca de los valores humanos y científicos, y aún mucho más difícil que estos se reflejen en la educación, en la sociedad y en las actitudes del ser humano.

A la educación en México se le considera como un elemento básico para lograr el desarrollo integral y armónico del ser humano, así como un medio fundamental para lograr la obtención de empleo y por tanto la movilización social, pero la ideología neoliberal que actualmente priva en nuestro país la convierte en un elemento de selección social, además de ser agresiva y desalentadora.³³⁰ Así, los cambios hechos a la educación se ajustan sólo al desarrollo científico y tecnológico, el que exige eficiencia y competitividad agresivamente enfocada, no conciencia, ni adquisición de valores. Ya que son elementos irrelevantes para la comercialización de los conocimientos intelectuales y científicos.

³²⁹ Villoro, 2001.

³³⁰ Estos son algunos de los “valores” que si se transmiten: agresividad, desaliento, competencia desleal, comercialización de conocimientos, etc.

La escuela en su carácter institucional es identificada como el espacio social donde los procesos educativos deben ser definidos como formas de producción y circulación de saberes o de producción y circulación de cultura. Por tanto, es ahí donde los valores deben ser legitimados nuevamente.

Al adoptar modelos extranjeros a una realidad nacional que tiene sus propias características y su problemática, la educación tampoco será nacional como se pretende y mucho menos estará inspirada en valores solidarios ni participativos, sino competitivos³³¹. Generarán competencia desleal y destructiva, integrando una cultura tecnológica deshumanizada que sólo podrá transmitir contravalores ya que estas propuestas van encaminadas a fortalecer una clase hegemónica y no considera el beneficio para la mayoría de la población. Parece no haber interés por parte del Estado en buscar alternativas que contrasten tales efectos.

Precisamente con la finalidad de contrarrestar estos efectos algunas instituciones educativas privadas han promovido la educación integral, en la que de alguna manera se está promoviendo también cierta maduración en el área cognoscitiva, afectiva, y social. A pesar de esto las diferencias culturales y sociales entre la población estudiantil siguen siendo palpables. En este proceso tienen que ver los factores socioeconómicos, lo que lleva a marcar ciertas diferencias entre aquellos que sí pueden acceder al conocimiento y aquellos que no.

Con lo anterior podemos darnos cuenta que la visión educativa y la formación científica no debe ser construida aisladamente de la vida cultural en donde los valores y fines de la sociedad y el Estado juegan un papel muy importante.

Se espera que el siglo XXI sea escenario para la formación de valores, ya que Estado y sociedad no pudieron coincidir en movimientos y tendencias durante el siglo XX, por decirlo de manera gentil. Pablo Latapí expresa que en el futuro la evolución de la formación de valores en la escuela dependerá del afianzamiento que esto logre en la mentalidad de todos los actores educativos, la dignidad de la persona y sus derechos. Será igualmente fundamental la comprensión y defensa del Estado hacia este tipo de estudios como proyecto de vida democrática, como ideal de convivencia social sustentada en valores ético-políticos. En la nueva educación la formación de valores deberá ser altamente apreciada como un mecanismo importante de desarrollo social y personal (en la que los valores científicos deberán tener un papel importante). Se espera que la orientación a la justicia y a la democracia sea capaz de reformar estructuralmente la sociedad neoliberal para construir una sociedad con un dinamismo fundamentado en los valores que pueda influir determinadamente en la economía y en la política. Un estado autoritario no tendrá nada que ofrecer a una formación valoral apreciable y real, cuyos ideales no sólo queden escritos en papel³³².

La formación de valores también requerirá de diálogo con diversos sectores sociales, incluyendo grupos científicos, para poder contar con su colaboración y pueda avanzar esta comente humanizadora tan necesaria: "impregnar el quehacer humano con lo humano". Uno de los pasos básicos será también impulsar la investigación educativa sobre los valores para poder comprender las formas a

³³¹ Wuest Silva, 1997.

³³² Latapí Pablo, 1999.

través de las cuales estos son adquiridos, fortaleciendo las maneras adecuadas de lograrlo a través de la creación de experiencias educativas que las favorezcan.³³³ En este sentido, el contexto educativo no se limitaría a ser una simple transmisión de conocimiento racional e informacional. La ciencia al ser una actividad que transforma al mundo y a los seres humanos, en el caso del contexto de enseñanza, las personas, los instrumentos y las instituciones en donde se lleva a cabo esta labor deben ser valorados y mejorados constantemente sin perder nunca de vista la capacidad de innovación y de crítica. Se deben evaluar las técnicas, los instrumentos, los métodos pedagógicos, incluso las instituciones y comunidades científicas.³³⁴

La educación científica es un proceso continuamente iterado de construcción de conocimiento teórico y práctico. Y ya que la enseñanza de la ciencia es condición necesaria para la reproducción y mejora del conocimiento científico, sería un grave error ignorar los valores tanto epistémicos como no epistémicos que deben guiar esta fase de la actividad científica: la transmisión del conocimiento científico.

En síntesis, la ciencia es un tipo de cultura, la enseñanza de la ciencia trata de transmitir esa cultura. Las acciones que ejerzan los agentes sociales (profesores e instituciones) sobre seres humanos en proceso de formación, con el fin de transformar sus mentes, su percepción del mundo y sus habilidades prácticas serán muy benéficas. Ya que, aunque se asegura que en el contexto de educación existe un espacio para la iniciativa y la creatividad individual, finalmente esta en muchas ocasiones es sofocada por aquellos que tienen el poder sobre la acción.

Las implementaciones concretas que los expertos educativos puedan hacer a un programa de enseñanza científica basada en los valores centrales de la ciencia pueden ser muy importantes al evaluar la propia acción científica.

Finalmente, la historia de la educación secundaria no analiza sistemáticamente a los valores. Se hace únicamente un análisis cronológico de la educación sin darles un tratamiento o un lugar especial. Sólo se menciona en forma general la configuración de propósitos en diferentes épocas y sectores de la educación. Por otro lado, también encontramos que existen valores implícitos en los ajustes educativos, es decir, aquellos valores que no son expresados como tales, pero que esperan ser legitimados en el proceso educativo. Los conceptos como eficiencia, rentabilidad, competitividad y productividad se constituirán como verdades asumidas a través del proceso educativo debido a su frecuente utilización, lo que finalmente es una exigencia del sistema educativo heredada del neoliberalismo.³³⁵

La escuela no ha sido capaz de transmitir de manera adecuada los valores y actitudes democráticos, o bien éstos no han podido penetrar y arraigarse consistentemente en la mayor parte de la sociedad, ya que en nuestra sociedad

³³³ A mi juicio una de esas maneras probables es el modelo educativo alternativo que proponen Pitrich, Marx y Boyle (1993), desarrollado en la parte correspondiente a la importancia de la enseñanza de la ciencia.

³³⁴ Echeverría Javier, 1995.

³³⁵ Elias Kuri, 1997

persiste la intolerancia, el autoritarismo en todos sus aspectos en diferentes niveles e instituciones, generando graves conflictos sociales. Esto muy difícilmente ayudará a consolidar cualquier valor no materialista, incluyendo los valores científicos y educativos.

Por otra parte, el reduccionismo presente en los temas referentes a la biología molecular y la genética entre otras, ha sido un método científico poderoso que ayuda a responder muchas de las preguntas elaboradas en el campo de la biología. Facilita de cierta manera la comprensión de lo que se observa en los sistemas complejos ya que simplifica y permite generar cadenas aparentemente lineales de causa y efecto. Lo que permite predecir situaciones y desenlaces. En la práctica experimental dicha metodología ha demostrado ser también eficaz y exitoso en el ámbito de la física, la química y la genética, pero en la biología esta metodología no es muy recomendable debido a que los organismos vivos son altamente complejos. Dicha metodología es insuficiente para describir los procesos de los seres vivos.

Otro tipo de reduccionismo es el teórico, el que pretende simplificar la información para abarcar la máxima descripción del mundo con un mínimo de leyes y variables. Este ha ayudado a consolidar las grandes teorías unificadoras pero puede conducir a graves errores. Rose expresa que para comprender al mundo es necesaria la diversidad epistemológica ya que brinda diferentes niveles de explicación y no quedarse con visiones altamente reduccionistas, las que no pueden explicar mucho acerca de la compleja realidad existente.

El problema acerca del reduccionismo se diversificó formando una familia de problemas más o menos relacionados. A este respecto, Mayr cita 3 sentidos en los que se ha dado este reduccionismo: constitutivo, explicativo y teórico.

Respecto al reduccionismo se han generado varias discusiones importantes en las que han intervenido Angel (1961), Schaffner(1967; 1993), Wimsatt(1976), Kitcher (1984) Dupré (1993) y Rosemberg quien en 1994 criticó el reduccionismo apoyándose en las ideas de Hull, principalmente porque la estructura de las teorías en biología no es la misma que las teorías de la física, las cuales sirvieron como modelo de la concepción sintáctica tradicional. La complejidad de los procesos y fenómenos biológicos es de amplia magnitud, tal que los humanos no hemos podido encontrar y formular sus leyes universales, sólo se han podido hacer generalizaciones útiles para hablar de procesos en un nivel de organización dado. De tal modo, la reducción (deductiva) de la genética clásica a la biología molecular es imposible.

Kitcher ha llegado a conclusiones similares. Parte de la idea de que la genética clásica o cualquier otra área de la biología, es una secuencia o cadena de prácticas, las cuales tienen un lenguaje propio, así como un conjunto de enunciados y preguntas, y sobre todo un conjunto de patrones de razonamiento. De este modo, sostiene que la relación entre genética y biología molecular es de extensión explicativa, ya que algunos de los patrones de explicación establecidos en la biología molecular tienen como conclusión algunos de los supuestos de la genética clásica. Además, de acuerdo con Hull (1974), es imposible traducir términos de una teoría genética a otra. Dupré por su parte defiende el pluralismo ontológico ya que no existe una sola manera de caracterizar entidades porque nuestras diferentes teorías buscan responder cuestiones de naturaleza distinta.

Aunque si es importante aclarar que cuestiones de tipo funcional no pueden ser reducidas a cuestiones de tipo estructural, por tanto, no es posible conectar tipos de entidades que son caracterizadas en el marco de teorías cuyos objetivos son distintos.

Todo lo anterior hace explícitas algunas de las dificultades más importantes de los modelos de reduccionismo teórico en la biología, referentes a la posible reducción de la genética a la biología molecular. Aunque si es posible pensar en una relación de reducción en lo que tiene que ver con mecanismos, así como su alcance explicativo en diferentes niveles de organización. Es también posible prestar atención a la estructura de explicaciones que buscan modelar a los organismos como sistemas en los que la interacción de partes es muy compleja.

Es necesario señalar que lo que los científicos entienden en sí como una explicación reduccionista es en realidad una explicación por mecanismos que abarca la explicación de un proceso o fenómeno, que se da en términos de organización de sus partes. Así, en décadas recientes, el problema del reduccionismo en biología se ha ligado a la discusión acerca de la relación de la genética con la teoría de la evolución y a la relación de la genética mendeliana con la biología molecular y la polémica de la relación entre la mente y el cuerpo, es decir, la reducción de la psicología a la neurobiología. De lo que se puede inferir que hace falta desarrollar una visión más compleja y adecuada de lo que son las explicaciones por mecanismos que se integran en modelos explicativos, ya que se reconoce que las condiciones de construcción y la estructura del conocimiento son bastante diversas, lo que ha llevado a la convicción de que la concepción de la estructura de las teorías científicas debe ser modificada o sustituida por una concepción funcional o informal de las mismas. Es decir, no deberían de ser tan estáticas. Es también ampliamente necesario hacer una profunda reflexión al respecto para no llegar a lo que Rose llama reduccionismo glotón, ya que hablar a la ligera de "gene" y "medio" no es una cuestión tan sencilla. Las explicaciones reduccionistas parecen ser deficientes para tratar las complejidades del mundo viviente. Es muy recomendable tener un escepticismo razonado ya que la ciencia no solo actúa para comprender y mejorar la existencia humana, existen otros valores que guían dichas investigaciones. Por lo que es recomendable no dejar la evaluación de los proyectos biotecnológicos y sus aplicaciones sociales sólo a los expertos, es decir, exigir una intervención más amplia de diversos sectores sociales, civiles e incluso estudiantiles.

En materia de reproducción, las preocupaciones se deben centrar en la calidad de las vidas que resultarían al hacer uso de las tecnologías reproductivas, evitar en lo posible el sufrimiento humano que no impidan el desarrollo del Yo. Ya que la discriminación y la coacción son rasgos que destacan en la historia de la eugenesia.³³⁶ La preocupación central por parte de diversos es que la historia no se repita, ya que al no poder las clases bajas acceder a los servicios que la biotecnología ofrece, sus enfermedades pronto se convertirán en "enfermedades

³³⁶ Kitcher, Ph, 2002.

de los pobres o de la clase baja", lo cual llevaría nuevamente a una fuerte discriminación social.

De este modo, los países que introduzcan esas aplicaciones biotecnológicas tendrán la obligación moral de esforzarse para que estén al alcance de todos los ciudadanos. Así como ayudar a construir un entorno en que la vida se desarrolle plenamente en medida de lo posible. Lo que quizá sea básico para lograr que los ciudadanos reciban una educación verdaderamente de calidad que les permita ser más conscientes acerca de las decisiones que deben de tomar en cuanto al desarrollo biotecnológico y su aplicación.

Debe entonces haber un compromiso público en la mayoría de los sectores, no solo en unos cuantos. Sería también necesario definir más claramente que son las enfermedades para poder tomar decisiones a nivel social, qué importancia dar a ciertos padecimientos y cómo erradicarlos, o como esas decisiones pueden afectar la calidad de vida de quién padece dichos trastornos, o bien de los familiares que están a su cargo. El objetivo en sí sería no volver a la vida una mercancía que puede ser descartada aún antes de nacer. Y que las nuevas aplicaciones biotecnológicas relacionadas con la reproducción no causen la devaluación de la vida humana en vez de hacerla sobresalir.

De tal manera la libertad humana podrá ser expresada así como los aspectos que imprimen un significado especial a nuestra existencia, ya que se espera que no haya coacción ninguna.

Las ideas reduccionistas de diversos tipo han abanderado la ideología biológica. Los prejuicios que la biología molecular y la genética han mantenido de alguna manera dirigen las investigaciones y las explicaciones científicas actuales. Esto aunado a la idea aún prevaleciente de que la ciencia es sólo una empresa o institución dedicada a la manipulación del mundo físico y a la acumulación del conocimiento, dan a la misma una imagen muy poco alentadora y a la vez aislada de aquellos contextos y procesos que intervienen en la construcción del conocimiento científico.

8. Conclusiones

El campo de estudio de la biología es la vida y los procesos que la sustentan. Trata de contestar el qué, cuál y el porqué del mundo vivo. La biología conjunta en sí dos campos de estudio que difieren en su metodología y conceptos básicos: la biología funcional y la biología evolutiva, por tanto no existe sólo un punto de vista para explicar el mundo vivo. La biología evolutiva estudia los cambios heredables que han adquirido las especies a lo largo del tiempo. La genética forma parte importante de ella, ya que tiene como objetivo estudiar la variación y la herencia de caracteres biológicos. Por tanto, es la herramienta básica para comprender los cambios evolutivos. Ambas se complementan para dar una visión integral del porqué de la variabilidad biológica existente. A través de este conocimiento podemos darnos cuenta que tanto especies como individuos somos producto de un complejo proceso histórico. La biología funcional nos permite conocer de qué están hechos los organismos, cómo interactúan sus partes para formar un todo funcional.

El desarrollo histórico de la evolución y de la genética nos hace ver que no fue sencillo su avance. Muchas ideas, personajes y procesos convergieron para lograr constituir la estructura conceptual que ahora las caracteriza. Fue Charles Darwin quien aportó la teoría moderna de la evolución en 1859, generando en consecuencia una gran revolución intelectual. En cuanto a la herencia, fue Gregor Mendel con su trabajo de cruces de plantas de chícharo quien dio a conocer el hecho de que la herencia de caracteres se debía a materiales concretos aportados por las células paternas y maternas. Lo que generó acaloradas controversias al ser descubiertos sus trabajos 30 años después de su muerte, ya que iba en contra de muchas de las ideas que en ese tiempo se aceptaban con respecto a la variación de las especies. Hasta 1930 la teoría mendeliana de la herencia fue integrada a la teoría de la selección natural por parte de varios genetistas teóricos. Sus leyes sirvieron de fundamento para el desarrollo de la genética moderna. Estos conocimientos fueron aplicados en programas de investigación para el mejoramiento agrícola en México a principios del siglo XX. Desde aproximadamente la segunda mitad del mismo siglo la genética ha sido muy exitosa, lo cual influyó para que esta se diversificara en un amplio número de especialidades, siendo la más reciente la genómica.

Como se ha podido apreciar, la biología se inmiscuye directamente en nuestra manera de vivir. Nos ayuda a conocer quienes somos como sujetos biológicos, pero no está separada de las discusiones sociales y humanísticas que le ayudan al ser humano a conocer más aspectos sobre sí mismo, la forma como se construye el conocimiento de la naturaleza, las visiones que influyen en esta construcción, etc. De aquí la importancia que la población en general tenga una formación científica básica de calidad y también asegurar que los estudiantes de secundaria la posean ya que la ciencia y la tecnología son comunes en nuestra vida cotidiana.

.....

La importancia de la enseñanza de la ciencia es amplia. En el caso de la enseñanza de la biología, se busca contribuir a que los estudiantes adquieran contenidos relevantes para la vida como desarrollar actitudes flexibles y críticas, capacidad de análisis, observación, reflexión, que pueda elaborar pensamientos y juicios de manera autónoma y comunicarlos de manera clara. Pero además, cuestiones tan trascendentes como conocer su cuerpo, cuidar su salud, conocer su sexualidad, cuidar su entorno y el respeto por otras formas de vida.

Un modelo que se ha utilizado frecuentemente en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias es el modelo de cambio conceptual en el aprendizaje cognitivo, sin embargo no ha tenido en éxito esperado ya que es poco lo que se sabe acerca de las condiciones que determinan la solución de los conflictos cognitivos. Su forma de actuar es fría y aislada ya que no describe adecuadamente como se da el aprendizaje en el aula. No explica suficientemente porqué los estudiantes no activan el conocimiento que parecen ya tener en varios de los temas escolares. Otorga demasiado poder a los aspectos racionales en donde predomina sobre todo la lógica. Mientras que el modelo alternativo propuesto por Pitrich, Marx y Boyle toma en cuenta las metas que tienen los estudiantes para lograr el aprendizaje ya que esto influye en la calidad de sus trabajos escolares y en sus creencias motivacionales. Las que a su vez influyen en sus habilidades individuales para que puedan reconocer el problema, definirlo y resolverlo. Este modelo alternativo es considerado como irracional ya que es conducido sobre todo por intereses personales, motivacionales y socio-históricos. Es decir, reconoce la importancia y existencia de los valores que impregnan fuertemente el que hacer humano en un momento histórico dado. Lo cual concuerda con las ideas expuestas por Kuhn en 1962, a través de las cuales expresó que las ideas científicas estaban fuertemente influenciadas por factores filosóficos, sociológicos e históricos. Debido a las ventajas que presenta este modelo de aprendizaje cognitivo en el área motivacional, pienso que será más adecuado para la transmisión de valores y de conocimientos deseables en el área de aprendizaje de las ciencias, ya que es más coherente con el mensaje que trata de transmitirse: dar importancia a la dimensión humana, es decir, sus intereses y motivaciones. Toma en cuenta la forma en que se construye el conocimiento en las sociedades científicas pero también en el aula, ámbitos que presentan importantes divergencias. Siendo parte importante de este proceso los individuos involucrados en el quehacer educativo, sus metas y expectativas y concepciones. Por tanto, no tiende a idealizar situaciones de aprendizaje que sólo serían aplicables en condiciones ideales que no corresponden con la realidad existente en las instituciones educativas. Este favorecería el aprendizaje de la ciencia y la genética de manera significativa³³⁷. Ya que en la mayoría de los casos, las explicaciones emitidas por los estudiantes difieren del pensamiento científico actual, lo que indica que el concepto moderno de evolución no constituye el núcleo organizador de los temas evolutivos, a pesar de su importancia epistémica. De lo que se ha concluido que la teoría evolutiva y su herramienta básica, la genética son de difícil abstracción y aprendizaje. Estas dificultades quizá se deban a lo complicada y

³³⁷ Si esto es también apoyado con estrategias didácticas adecuadas, material educativo diverso y actividades interactivas, entre otras cosas

abstracta que puede ser la terminología científica para aquellos que no tienen un contacto frecuente con ella, también del manejo y nivel de información que el profesor tenga al respecto, e incluso la importancia que él mismo de a estos temas, las estrategias de enseñanza que utilice, etc. Pero ya que el conocimiento de la genética y la evolución son básicos para comprender y explicar de manera biológicamente correcta nuestro origen y desarrollo como seres vivos y humanos, es relevante realizar la investigación adecuadas para mejorar su aprendizaje.

En cuanto a aprendizaje se refiere, hasta hoy se ha privilegiado la enseñanza racional de conceptos básicos del conocimiento científico, por lo que es necesario que se comprenda que en el proceso de enseñanza-aprendizaje también se transmiten valores, actitudes y habilidades útiles en la resolución de diversos problemas propios del ámbito de las ciencias. Que los estudiantes al hacerlos propios a través de su práctica, pueden serles útiles para resolver otros problemas de su vida personal. Por lo que es muy recomendable trascender la simple descripción de fenómenos y la realización de experimentos con la finalidad sólo de comprobar las prescripciones teóricas, así como la transmisión de conceptos que sólo tienen sentido dentro del contexto científico en los cuales fueron creados, ya que esto provoca que a la ciencia se le siga concibiendo como un cúmulo de fenómenos y descripciones aisladas sin elementos que le den verdadera coherencia y continuidad.

Pese al debate teórico y a las implementaciones de numerosos proyectos de innovación en la enseñanza de las ciencias producidos en las últimas décadas, su influencia en la práctica de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias se ha restringido a un pequeño círculo de investigadores preocupados por estos temas.³³⁸ A pesar de que en el discurso político y pedagógico se acentúa la importancia social que tiene acceder desde el nivel básico de estudios al conocimiento científico y tecnológico, se da mucha más importancia a las materias instrumentales como matemáticas y lengua nacional.

A este respecto, es necesario señalar que existen otros elementos aparte del pedagógico que pueden dar cuenta del por qué los estudiantes no aprenden, lo que da necesariamente paso a las investigaciones interdisciplinarias para, desde diferentes perspectivas poder analizar el mismo problema educativo y tratar de encontrar las mejores explicaciones y estrategias para que este sea superado. Ya que las interacciones que se dan en las instituciones educativas en general y en el aula en particular son más complejas de lo que se ha pensado e influyen ampliamente en el aprendizaje de los estudiantes. Estas interacciones se dan en el aula en diferentes niveles: en el nivel académico, en el simbólico (aprendizaje oculto de representaciones y teorías sobre los sucesos en el aula), en el sicosocial, y en el valoral. Estos elementos dan un significado particular a los procesos que ahí acontecen.³³⁹

Candela explica que existe una transformación del conocimiento en el aula, por tanto hay una gran distancia entre el currículo propuesto y el real o vivido. En

³³⁸ Fumagalli, Laura, 2001.

³³⁹ Rockwell E. 2001.

esta construcción de conocimiento intervienen diversas tradiciones y saberes acerca del papel del profesor y los que aprenden, así como las diversas concepciones que ellos elaboran con respecto a los contenidos presentados. De este modo, el aprendizaje significativo no depende sólo del desarrollo cognitivo de los estudiantes y de sus ideas previas en torno a los contenidos, sino también del contexto social interactivo en el que se produce dicho conocimiento. Incluso se ha considerado que el desarrollo cognitivo está social y culturalmente condicionado, por tanto, al fijarse metas de aprendizaje es necesario estudiar las formas sociales de producción de conocimiento.³⁴⁰ Luego entonces, la construcción social que se realiza en el aula con respecto al conocimiento no es la suma lineal del conocimiento aportado por los textos y los sujetos interactuantes, ya que la forma en que se articula cada nuevo conocimiento con el conocimiento ya existente depende de múltiples factores de la trama de relaciones establecidas. Por ejemplo, no tiene el mismo significado un conocimiento expresado con emoción que otro expresado con diferente carga afectiva. O bien, el hecho de que el profesor explique y ejemplifique un tema y otro solo lo mencione. Tampoco se incorpora de la misma manera un conocimiento que da respuesta a una pregunta hecha por los estudiantes, de otros que simplemente hay que aprender³⁴¹.

Una valoración asertiva y más amplia de la construcción del conocimiento científico y sus aplicaciones unida a otros conocimientos como los de la pedagogía, la filosofía y psicología educativa, la psicología infantil y juvenil, la didáctica, la sociología aplicada a los problemas educativos, etc., ayudarán a elaborar un programa de estudios más cercano a la realidad cotidiana de los estudiantes y a las necesidades e intereses que ellos tienen. Este conocimiento podrá ser sustantivo al tratar de influir en los estudiantes para que activen su interés en la realización de tareas más desafiantes, creativas y ambiciosas, y lograr también un cambio de actitud hacia el aprendizaje de las ciencias. Recuérdese que los objetivos motivacionales son importantes para lograr el descongelamiento cognitivo al que se refiere Kruglanski en el modelo de aprendizaje de las ciencias ya ampliamente expuesto. Con este descongelamiento se espera lograr que los estudiantes desarrollen una búsqueda individual activa de nueva información, cuestionamiento de viejas creencias, uso de nuevas hipótesis e intentos de solución de problemas o discrepancias entre otras cosas. Además aumentará la probabilidad de que se dé la motivación epistémica o búsqueda de significado en lo que se hace o aprende, en donde la finalidad es tener una cercanía más amplia con el conocimiento, aquí lo más importante no es dar las respuestas rápidas o aceptar lo que el profesor dice aparentando la comprensión de ciertos temas, sino comprometerse en actividades adecuadas hasta obtener respuestas satisfactorias.

Para que se dé la motivación epistémica es necesario activar ciertos elementos del entorno como la solución real de problemas, no sólo su verificación, buscar respuestas claras y definidas, darle un tiempo razonable a la búsqueda de respuestas, exponer claramente que existe la probabilidad de equivocarse con

³⁴⁰ Candelá, 2001.

³⁴¹ Ibid, 2001

respecto al análisis de un suceso, pero que esto es válido siempre y cuando se comprenda y exponga el porqué de ese error para posteriormente superarlo, y algo muy importante: dar tiempo para la reflexión y al diálogo. Esto facilitaría la realización de **tareas auténticas**, las cuales podrían conducir a una actividad que garantice el aprendizaje significativo.

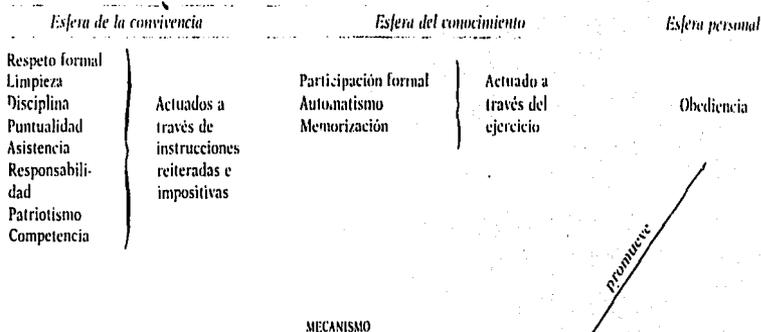
Existe una gran necesidad de investigar sobre las diferentes variables contextuales del salón de clases, ya que estas moderan y condicionan las relaciones entre las metas propuestas y las alcanzadas, así como su influencia en el proceso cognición y de los cambios conceptuales en los estudiantes, pues las creencias motivacionales no son las mismas para cada uno de ellos y podrían ser activadas en diferentes contextos del salón de clases. Los profesores de educación básica, al tener el conocimiento básico de algunas de las disciplinas necesarias antes señaladas y haberlas aplicado en su propia formación tendrán mas facilidad para brindar a sus estudiantes un ambiente reestructurado en donde no sólo se logre un cambio conceptual, sino también actitudinal y valoral con respecto a la ciencia. En este sentido, el pensamiento del profesor, las creencias, teorías y modelos que él posea acerca de la enseñanza en general y en particular de la ciencia (haciendo énfasis en este caso en la genética), dará un significado particular a los procesos que acontezcan en el aula en cuanto a conocimiento científico se refiere. Existe también cierta probabilidad de que esto ayude a disminuir la resistencia por parte de los estudiantes cuando las nuevas ideas e información entran en contradicción con las ideas que ellos ya manejan. Esto puede ayudar a cambiar la imagen tradicional que se tiene sobre el desempeño de los profesores en el aula, ya que ellos mismo necesita desechar las concepciones erróneas acerca del cocimiento científico y su aprendizaje. Se espera que este cambio influya significativamente en ellos y su toma de decisiones en el aula.

Por lo que es importante responder de manera accesible y clara a las preguntas que ellos se plantean sobre la enorme cantidad de fenómenos naturales que observan, así como de la infinidad de productos científicos y tecnológicos con los que se relacionan diariamente, y de todo ese bombardeo de información tan común actualmente, en donde se involucra al conocimiento básico de las ciencias (en películas, comerciales, comedias, revistas, periódicos, etc.). A través de ellos se dan noticias sobre enfermedades, su posible cura a través de productos y medicamentos biotecnológicos, así como la creación de organismos transgénicos, la existencia de armas biológicas, etc. Esto coloca a los estudiantes ante necesidades conceptuales, actitudinales y valorales que el sistema educativo debe atender. Los estudiantes al tener respuestas adecuadas y claras en torno a la ciencia podrán no sólo mejorar sus conceptos y conocimientos de manera eficiente, sino también actuar de modo conciente y solidario respecto a los problemas vinculados al de bienestar de la sociedad, al menos en el pequeño ámbito en el que se desenvuelven. Al hacer uso de los conocimientos científicos que la escuela les puede proveer podrán también superar algunos problemas personales, que de modo contrario, al irse sumando con los de otros jóvenes se convierten en problemas sociales graves, los que incluso llegan a tomarse políticos al no ser atendidos a tiempo y de manera adecuada.

.....

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VALORES Y MECANISMOS DE LA ESTRUCTURA DE PARTICIPACION NUMERO 2



/ Promueve

Intencionalidad: explícita en cubrir el programa.

Consistencia: conducta ambivalente del maestro en el planteamiento de los objetivos e instrucciones, en el uso del tiempo y en lo que se dice y se hace.

Formas de participación: participación formal porque la intervención se limita a responder a los requerimientos del maestro.

- Represión
- Amenaza
- Sanción
- Genera culpa
- Ridiculización
- Moralización

Carácter de la normatividad: dirección coercitiva: no promueve el desarrollo de la capacidad de elección porque impone una sola orientación del comportamiento como deber establecido e irreversible. Se debe hacer porque la autoridad lo dice. Se promueve el cumplimiento del deber por temor a la sanción.

Tomado de Salord y Vancella, 2002.

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

105-11

VALORES Y MECANISMOS DE LA ESTRUCTURA DE PARTICIPACIÓN NUMERO I

	<i>Esfera de la convivencia</i>		<i>Esfera del conocimiento</i>		<i>Esfera personal</i>		
<i>Social</i>	Patriotismo Honestidad Ahorro Educación	Verbalizados con reflexión	Participación Reflexión Comprensión Espontaneidad Actitud crítica	Valores instrumentales actuados permanentemente	Conocimiento de sí mismo	Auto crítica Responsabilidad Honestidad Sinceridad Responsabilidad	Actuados Verbalizados por consejo
	Cooperación Integración Respeto mutuo	Actuados en el ejercicio					
<i>Escolar</i>	Responsabilidad Asistencia Puntualidad Limpieza Respeto Disciplina	Actuados sin necesidad de indicación coercitiva y reiterativa				Seguridad Confianza en sí mismo	

MECANISMO



Intencionalidad: explícita en promover la comprensión de los conceptos.
Consistencia: empleo recurrente de objetivos e instrucciones claras para orientar el desarrollo de las actividades. Congruencia entre lo que se dice y se hace.
Formas de participación: involucración mutua entre maestro y alumnos.

Reflexión individual
 Moralización
 Ejemplo
 Consejo
 Trabajo en común

Carácter de la normatividad: orientación necesaria en un ambiente permisivo y organizado. Se promueve el desarrollo de la capacidad de elección porque permite la reflexión acerca de diferentes opciones para orientar el comportamiento.

Tomado de Salord y Vanella, 2002.



18572

Al dar igual importancia a la información teórico-conceptual y a la formación de valores, actitudes y habilidades implícitas en la enseñanza del conocimiento científico se estará aprovechando un gran potencial humano, el cual de ser bien encausado redundaría en un desarrollo integral amplio lo cual tendrá forzosamente que reflejarse en nuestra sociedad y nuestra cultura.

No es recomendable tener como único objetivo lograr cambios conceptuales profundos en los estudiantes de dicho nivel, sino enriquecer sus modos de explicación además de proveerlos de la metodología a través de la cual puedan consultar otras fuentes confiables que les resuelvan dudas más profundas. Es también importante informarles que no todas las preguntas en ciencia tienen respuesta, que el conocimiento científico se va construyendo poco a poco, y por tanto aún existen preguntas al parecer sencillas y obvias que los científicos no han podido resolver. Esto ha provisto de seguridad incluso a profesores de educación básica, para no sentirse inseguros de los conocimientos que ya poseen o de su capacidad para resolver problemas. Lo que sucede frecuentemente quizá debido a los dogmas que se han construido en torno al conocimiento científico.

La resolución de problemas se puede aprender en una amplia variedad de contextos, la reflexión, exposición de dudas y la discusión ayudan mucho en este proceso y pueden ser aplicadas en diferentes situaciones. Lo que llevará de alguna manera al abandono de la memorización y la mecanización de actos y actitudes por parte de quien aprende. Pero es recomendable que los valores, actitudes y habilidades no sean enseñadas solo como contenidos temáticos, deben ser practicados por el propio profesor. Creo que esto es uno de los principales pilares que sostienen el reto educativo: que los profesores ya no sean sólo transmisores de conocimientos racionales, sino que ellos mismos sean ejemplo de los valores, actitudes y habilidades implícitos en la enseñanza no solo de las ciencias, esto de incluye de algún modo a los padres de familia. Es una forma de dar más coherencia a aquello que queremos lograr en los estudiantes.

Al hablar de formación de valores y no de simple adoctrinamiento, es necesario tener en cuenta que la interiorización de los valores implica además el desarrollo de la capacidad de elección, ya que los valores son preferencias conscientes pero algunos de ellos son inconscientes³⁴². El desarrollo de la capacidad de elección es considerado un valor en sí, ya que a través de ésta se expresa preferencia. Pero la capacidad de elegir casi siempre está condicionada por varios factores: sociales, culturales, históricos, ideológicos, etc. Incluso en la decisión de la preferencia intervienen referencias y motivos que son articulados por el mismo individuo sin percatarse de ello.

En el ámbito escolar esta elección está condicionada por la función que debe cumplir la escuela como institución social: transmitir e inculcar valores establecidos en el marco jurídico-político que orienta específicamente su quehacer. Lo cual no implica que la formación de valores sea solo una reproducción de lo ya establecido. Ciertamente, existe una cierta subordinación

³⁴² García Salord y Vancella, 2002.

hacia ciertos valores, pero también cierta autonomía a fin de que exista un "hacer" por convencimiento, no por obligación. Lo que quiero expresar con esto es que en la transmisión de valores pueden surgir procesos contradictorios como aquellos comunes en la sociedad, ya que implican aceptación, elección, negociación en un espacio de discusión o disputa, ruptura y conciliación entre diferentes concepciones que conviven en una sociedad determinada. Esto aunque no fue lo planeado de antemano, puede explicar la relación de las fuerzas existentes en los diferentes sistemas de valores que tienen lugar en la dinámica social. De este modo, la normatividad escolar que parece acarrear varios de los problemas educativos, no debe tomarse como algo restringido, sino como portadora de valores y mecanismos encaminados a detectar la diversidad de visiones que ella asume en el ámbito escolar.³⁴³ De tal modo, si se desea hacer investigación en valores es necesario reconocer que la escuela no solo orienta mediante valores que constituyen su marco jurídico-político, pues también involucra referencias axiológicas cercanas a la práctica social cotidiana de quien aprende. No solo incluye aquellas legitimadas en la política y la educación, incluye también los valores familiares y la influencia de los medios de comunicación ya que proporcionan una serie de normas (no siempre las mejores), creando frecuentemente una visión estereotipada y a veces equivocada del ser humano, sus motivaciones y formas de actuar. En el ámbito escolar la relación cotidiana entre el profesor y los estudiantes y de los estudiantes entre sí, es muy importante. Y lo más recomendable es no sólo referir valores, si no llegar a formar esferas de valores que integren diferentes aspectos creativos del ser humano.

Así, una forma de mejorar la enseñanza de los valores tanto epistémicos como no epistémicos en el contexto educativo de la ciencia sería mejorando en los profesores la comprensión de los objetivos y valores que han guiado las investigaciones científicas, así como la forma en que ésta ha sido construida. Esto ayudará de manera significativa a mejorar los sistemas de valores científicos en el contexto educativo, así como su papel en la transformación del mundo. Con lo que también se brindaría una mayor atención al conocimiento de las diversas formas de saber que caracterizan al ser humano, no solo el científico racional y conceptual. Vinculando la cultura científica con otras formas de cultura humana. Esto podrá ayudar también a visualizar que la demarcación entre lo que se cree que es estrictamente científico de lo que no lo es no es tan clara ni objetiva. Con esto se espera que la acción educativa produzca efectos transformadores sobre quienes reciban una visión de la ciencia más plural y menos dogmática.³⁴⁴ Claro que para lograr esto es necesario un trabajo interdisciplinario e interinstitucional, con objetivos bien específicos que realmente puedan ser llevados a la práctica.

Debido a la amplia importancia que tiene la educación básica, se espera que la escuela secundaria transmita además de conocimiento conceptual habilidades, destrezas actitudes y valores como: pensamiento lógico y crítico pero flexible, desarrollo del pensamiento cuantitativo. Desarrollar capacidades como:

³⁴³ Ibid, 2002.

³⁴⁴ Echeverría, J, 1995.

observación, objetividad, análisis claro y racional, reflexión, abstracción, escepticismo, autonomía de pensamiento y claridad. Pero existen también valores no epistémicos que es muy necesario promover como: trabajo en equipo, honestidad, curiosidad, creatividad, respeto por todas las formas de vida y por manifestaciones culturales diferentes a las propias, desarrollo del pensamiento cualitativo, y habilidad en la manipulación de instrumentos comunes en el quehacer científico, entre otros. Se espera que estos valores les permitan formular de manera clara preguntas acerca del mundo, además de buscar evidencias suficientes para fundamentar sus ideas y respuestas, e incluso diseñar y montar experimentos sencillos. También aprenderán a reportar los resultados obtenidos de sus investigaciones de manera fiel, no como a ellos les hubiera gustado o favorecido que fueran. La curiosidad en sí no necesita ser enseñada, sino más bien fomentada ya que ayudará de manera significativa en la conformación del espíritu emprendedor e inquisitivo de los estudiantes. Lo que unido a una práctica constante ayudará a hacer consciente el hecho de que frecuentemente en el ámbito científico existen explicaciones diferentes con respecto a un mismo fenómeno o evidencia, que no siempre es fácil establecer cuál es la correcta. Es importante entonces que los estudiantes aprendan a desarrollar el hábito de contrastar constantemente sus respuestas e ideas con la realidad y/o con la información que a ese respecto se desarrolla en diferentes fuentes bibliográficas. La comunicación es rigurosa dentro de las disciplinas científicas,³⁴⁵ por lo que es muy aconsejable desarrollar las destrezas necesarias para establecer una comunicación fluida lo más exacta posible, haciendo uso de las habilidades cuantitativas para evitar la vaguedad y no crear incertidumbre.

Todo lo antes expuesto será útil también para la enseñanza-aprendizaje de disciplinas científicas como la genética. El momento actual es crítico en su desarrollo y su uso dentro del campo de la biotecnología. Por lo que es necesario tener un sentido realista sobre las contribuciones que puede hacer, de los riesgos inherentes a sus aplicaciones, su comercialización, etc. Con este fin es que especialistas en filosofía de la ciencia, sociología de la ciencia, bioética, etc., han expresado que no se deben dejar las decisiones a este respecto solo en manos de los especialistas ya que son decisiones que afectan a toda la población en forma directa. ¿Pero qué tipo de intervención podrá tener nuestra población si hay cuestiones conceptuales básicas sobre la genética que aun se ignoran, e incluso los profesores de educación básica no han comprendido claramente los procesos que caracterizan a la herencia?. Esto ha provocado que se hagan relaciones equivocadas con respecto a la herencia y el medio ambiente, aun más, existen quienes creen que la inteligencia efectivamente está en los genes, al igual que otras características propias del comportamiento de los seres humanos. Este tipo de reduccionismo tiene profundas implicaciones en la concepción científica moderna y representa un aspecto básico en la constitución de la biología como disciplina científica. Estas ideas están inmersas en el discurso educativo, por tanto ha influido en la forma como se enseña la ciencia, muy especialmente en el caso de la genética y la biología molecular. En consecuencia se tiende a

³⁴⁵ Ibid, 1995.

transmitir una concepción equivocada de los seres vivos, tan constatación ha sido esto en las últimas décadas, que por muchos ha sido ya considerado como algo plenamente aceptado y coherente. Pero la forma en que se nos ha presentado este conocimiento incita a apreciarlos como seres humanos no completos e integrados, sino como una colección de pequeñísimas partículas separadas. Debido a esto se cree que el estudio de átomos, moléculas y células reportará una comprensión más profunda de la naturaleza de los organismos. Pero la realidad es que esto no mejorará nuestro conocimiento acerca de la red de relaciones metabólicas que subyacen en la mayoría de enfermedades y discapacidades, así como de los complejos procesos de crecimiento y desarrollo, ya que estos dependen de muchos factores que no están determinados por los genes. Los genes no funcionan en forma aislada ni controlan rutas metabólicas concretas, simplemente son parte de redes integradas. No es tan sencillo adjudicar ciertas funciones a los genes, esto implicaría hacerlos responsables directos de las enfermedades y padecimientos. La ideología con que son dirigidos estos estudios han creado una fuerte discriminación genética hacia ciertos grupos humanos, y por tanto racial. Es por esto importante cuestionar la actual perspectiva que se ha dado a los genes como determinantes de nuestro desarrollo, salud y comportamiento. No existen genes buenos ni genes malos, por lo que no debería darse ese calificativo ya que amenaza nuestra privacidad y nuestra integridad como seres humanos. La mayoría de la gente que muere en el mundo no muere por sus "genes malos", sino por falta de comida, agua limpia, vacunas, medicamentos y servicios básicos³⁴⁶. Los genes tampoco determinan nuestro comportamiento. No es cierto que existan genes que nos impulsen a matar, a robar o a ser violadores, son las condiciones políticas, sociales, psicológicas y emocionales las que influyen fuertemente para que el ser humano llegue a realizar estas atrocidades. La repercusión de frases como "cerebros homosexuales" o genes egoístas sirven para reflejar y respaldar los modos de pensamiento y explicación que constituyen el determinismo neuro genético. Despojando al término de todo significado personal, social o histórico lo que repercute en la autoconcepción del ser humano.

Cierto es que el reduccionismo metodológico ha sido eficaz para comprender algunos aspectos del mundo. A él se deben algunos de los conceptos más fecundos que permiten explicar los mecanismos en numerosos campos del conocimiento científico. Pero en el campo de la biología, ha encontrado problemas para manejar su amplia y compleja diversidad. Incluso puede ser engañoso ya que tiene el peligro de caer fácilmente en la filosofía reduccionista. Por esto es que filósofos de la ciencia afirman que la diversidad epistémica es necesaria para comprender la unidad ontológica de nuestro mundo. Es decir, el reduccionismo metodológico no es el único camino para explicarnos y explicar la causalidad del mundo existente. Por tanto es muy recomendable reconocer los límites de las explicaciones mecanicistas en la ciencia, ya que el reduccionismo es deficiente para explicar la complejidad del mundo vivo. Aunque ofrece una mayor simplicidad para poder explicar algunos eventos, pero no siempre está de acuerdo con lo que

³⁴⁶ Hubbard y Wald, 1999.

actualmente se sabe acerca de los mecanismos de expresión de la interacción entre genes.

El reduccionismo como ideología se empeña en explicar los fenómenos de orden superior en términos de propiedades de orden inferior mediante varias estrategias como: objetivación, aglomeración arbitraria, cuantificación imprecendente, creencia en la estadística normativa, la causalidad fuera de lugar y la confusión de metáforas. En este sentido la ideología reduccionista tiene varias consecuencias graves ya que se está incorporando un bagaje ideológico que privilegia ciertos desarrollos biotecnológicos como el Proyecto del Genoma Humano, en cual ofrece ventajas que no son del todo tangibles, pero sería desastroso que sus resultados fueran utilizados para acentuar aún más diferencias entre los individuos. Lo preocupante actualmente es que las discusiones que se están generando en el ámbito científico y público de algunos países sean por las presiones del mercado y no la finalidad de conscientizar e informar a la población, si no de potenciar la visión de que estas investigaciones pueden proporcionar enormes beneficios para la salud y bienestar de la humanidad, lo cual aún es bastante discutible.

La biotecnología actualmente trata de aplicar ese conocimiento a través de técnicas sofisticadas de alto costo, que de acuerdo a la investigación realizada no siempre han tenido los resultados esperados. Uno de los proyectos más importantes es el Genoma Humano, el cual tiene serias implicaciones para la biología en general y la medicina, pero también para la ética, la moral y los valores reconocidos por la sociedad. La ideología que sustenta todo este despliegue biotecnológico no es reciente, se deriva de una tradición anterior al pensamiento eugenésico, el cual después de haber tenido un gran auge en Inglaterra y Estados Unidos de Norte América en la década de 1930, quedó desprestigiada debido a los resultados que se obtuvieron a partir de sus aplicaciones durante la segunda guerra mundial. El uso que hicieron de ella los alemanes fue totalmente inhumano con inclinaciones fuertemente racistas. Después de esa guerra incluso la UNESCO declaró que las raíces de la desigualdad humana no se hundían en la singularidad de nuestros genes, sino más bien en la distribución desigual de la riqueza y el poder entre las naciones, razas y clases³⁴⁷. Esto dio impulso para que posteriormente se iniciaran movimientos importantes de liberación en diferentes ámbitos. Actualmente debido al avance que han tenido las investigaciones genéticas, las ideas que se enfocaban únicamente en los genes han vuelto a tomar impulso en las últimas décadas a pesar de haber sido fuertemente combatidas. Se habla incluso de la existencia de genes para justificar cada aspecto de nuestra vida, por tanto hay genes para el éxito, genes para la salud y la enfermedad, para la criminalidad y la violencia, para la vejez, para las desviaciones sexuales, etc.³⁴⁸

Esta forma de apreciar al ser humano no toma en cuenta la complejidad de los seres vivos, los procesos también complejos que los sustentan ya que un solo gen

³⁴⁷ Steven Rose, 2001.

³⁴⁸ Hubbard y Wald, 1999.

no puede expresarse por sí mismo y la molécula de DNA no "controla" por sí misma nada. Las funciones genéticas están embebidas en redes complejas de reacciones biológicas. Además, si del ser humano se trata, son muchas otras las variables que inciden en él, no son procesos simples que puedan ser duplicados en el laboratorio.

En el ámbito educativo ha tenido amplia influencia este tipo de pensamiento³⁴⁹, lo que aunado al bombardeo tan frecuente de información incompleta o tendenciosa a este respecto, han provocado que el ciudadano común se forme juicios equivocados al respecto. Esto tiene amplia importancia, ya que desde esa perspectiva que él elabore explicará su mundo, e incluso con esa visión tratará de resolver cuestiones que le atañen directamente: su autoconcepción como ser humano, en la cual está implícito su potencial creativo y su auto estima, su salud e incluso las relaciones con su entorno. Es aquí donde toma amplia importancia una adecuada enseñanza de las ciencias y sus valores, así como las actitudes y habilidades que a través de ellas se transmiten o es deseable sean transmitidas, a través de qué medios han sido transmitidos éstos valores y cuáles han sido los resultados obtenidos hasta ahora.

El cuanto a los valores que se han tratado de transmitir a través de los programas de estudio de la escuela secundaria, los resultados obtenidos indican que estos están fuertemente impregnados de valores políticos, nacionales, sociales, científicos y educativos, vigentes en cada época en la que fueron formulados. Lo que ha creado amplias confusiones, ya que los valores que se proponen en la legislación y política educativa y en las modalidades curriculares no se promueven efectivamente en la práctica escolar cotidiana, además de existir serias contradicciones y ambigüedades. En la mayoría de los casos, en la práctica cotidiana prevalecen los valores de la escuela tradicional fundamentada en la relación autoritaria (represión, amenaza, sanción, ridiculización) y en la preferencia por la ceremonia y el orden, a pesar de ser criticada y desechada por las visiones pedagógicas oficiales.

En la formación de valores científicos, se da mucho más importancia al aprendizaje conceptual racional, lo cual influye para continuar con la memorización y las respuestas mecánicas sin fundamento por parte de los estudiantes.

Además de que, si bien existen sugerencias en los documentos educativos oficiales (sobre todo en los de 1993), de cómo transmitir y formar valores, en la práctica no se desarrollan en forma explícita lineamientos operativos para transmitir los valores propuestos. Aunado al hecho de que la formación de valores no se desarrolla con un propósito y sistematicidad semejante a la que orienta la enseñanza de otros contenidos. Se crea la idea de que estos se desarrollan espontánea y naturalmente en el transcurso de las actividades y relaciones cotidianas a través de la forma en que se orientan la apropiación de los conocimientos y de las normas que se establecen para regir el comportamiento escolar. En esta visión se corre el peligro de creer que se ha dejado por entendido

³⁴⁹ Aunque no cuento con un estudio estadístico a este respecto, esta afirmación la hago basándome en las reflexiones que en diferentes ocasiones he hecho con grupos de profesores de educación básica, en el análisis de su discurso explicativo y educativo.

lo que es obvio, pero en muchas ocasiones precisamente eso tan obvio es lo que menos se comprende.

Finalmente, la formación de valores tanto científicos como de otro tipo, sólo será viable si se le acompaña de cambios progresivos en la dinámica institucional, lo que se espera redunde en la dinámica diaria del aula. Ya que aun conserva fuertes sesgos de la escuela tradicional, en consecuencia no brinda a aquellos que pretende formar, espacio ni tiempo para la reflexión y el auto análisis de su propio proceso educativo. Así, la formación en valores no es sólo conveniente, sino necesaria, para que la función transformadora de la educación se cumpla más ampliamente. Ya que los valores son componentes de la educación integral, debido a que están implícitos en las tres acciones características de toda persona: conocer, querer (estimación y decisión) y hacer.

A lo largo de la historia de la humanidad han sido muchos los valores que han tenido que adaptarse o modificarse en pos de una supuesta vida mejor. Los resultados deplorables son los que han dado a la ciencia esa imagen tan negativa. Una forma de contrarrestar esa imagen es precisamente no sacrificando la estabilidad personal ni comunitaria a favor de un desarrollo tecnológico que quizá no sea tan necesario, ya que en varios casos existen otras opciones antes de llegar al uso de estas tecnologías. Pero también sería muy provechoso que el análisis de estos desarrollos tecnológicos se haga en forma interdisciplinaria para poder lograr una visión más integral acerca de los mismos y sobre todo cuidar aquellos ámbitos en los que repercute dicha información. Se debe tomar en cuenta que existen ámbitos que se relacionan ampliamente, por tanto lo que afecta a uno afectará a otro u otros. Un ámbito muy importante en donde incide el conocimiento científico es el educativo, de ahí que sea necesario tener bien claro cuales serán los conocimientos que deben ser transmitidos en el nivel básico de estudios con respecto a estos temas, cuál es su objetivo específico, qué visión es la que se pretende formar en los estudiantes, los valores que se desean transmitir, etc. De tal modo que les provea del criterio, conceptos e información suficientes para comprender los mensajes que se les está tratando de transmitir y no permita más que otros decidan sobre su propia vida y su cuerpo, que tengan un sentido crítico de la realidad y sean capaces de aplicar su libre albedrío en cada situación que así lo amerite. Que el tipo de educación de que se les provee les ayude a apreciarse a sí mismos como seres humanos integrales y no como una simple criatura biológica construida por sus genes.

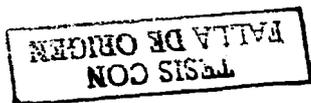
En este sentido, el reduccionismo biológico utilizado como ideología de ninguna manera puede ayudarles a lograr un pensamiento libre. De los errores también podemos aprender, el estado en el que se encuentra el conocimiento de las ciencias en el ámbito educativo, en especial el de la genética, nos dice mucho acerca de la forma en la que nos hemos apreciado a nosotros mismos como seres humanos (ya que quizá no sea la más adecuada), del uso que hemos hecho del conocimiento científico, la forma como accedemos a él, de las potencialidades innatas que posemos, etc. Una apreciación diferente y más integral de estos aspectos, complementada con los conocimientos históricos, sociológicos y filosóficos del desarrollo científico, sus objetivos y valores, pueden ayudar a cambiar varios ordenes establecidos y dar paso en el ámbito educativo a tareas

auténticas, y objetivos más reales en donde lo más importante sea construir modelos y explicaciones plausibles de la realidad, no sólo encontrar una explicación científicamente correcta.

La ciencia es mucho más que una institución dedicada a la manipulación del mundo físico, tiene una función importante en la formación de la conciencia social y política. Es en este sentido que la ciencia forma parte del proceso general de educación. La ciencia es la base a través de la cual se da paso a una gran cantidad de iniciativas útiles en la formación del conocimiento sobre el mundo, y de nosotros mismos, pero también de la conciencia de una nación. Así, la educación en general y la educación científica en particular debe servir no sólo para hacernos competentes racional o conceptualmente para manipular el mundo, debe ayudar también a formar nuestras actitudes, habilidades y destrezas científicas pero también sociales, además de transmitir y hacer tangibles esos valores científicos, educativos, sociales y humanos tan necesarios para que la vida y la paz sean aseguradas.

"Las cosas que debemos aprender antes de hacerlas, las aprendemos haciéndolas... así pues es muy importante que formemos hábitos de una y otra en nuestros jóvenes. En realidad, aquí reside toda la diferencia".

Aristóteles
La Ética Nicomaquéa



BIBLIOGRAFIA

- Abrisqueta y Aller. Directrices éticas de la manipulación genética. En: Fundamentación de la Bioética y manipulación genética. Ed. Javier Gafo, Madrid, 1988.
- Academia Mexicana de la Educación. Los Problemas de la Educación en México. SEP, 1963.
- Allen, G. La ciencia de la vida en el siglo XX. Breviario FCE, México, 1983.
- Altusser, L. Ideología y aparatos ideológicos del Estado. *Rev. Mexicana de Sociología*, nº 78, México, FCPS-UNAM, 1974.
- Alucema Molina. Estrategias para la construcción de conocimiento científico con enfoque evolutivo en el aula. Informe de Investigación Doctoral. Fac. Ciencias, UNAM, 2000.
- Alucema Molina. Estructuración cognoscitiva de estudiantes de la carrera de Biología referida al concepto de evolución. Tesis Maestría. Fac. Ciencias UNAM, 1996.
- Arnay José, María José Rodrigo. La Construcción del conocimiento escolar. Paidós, España, 1997.
- Ayala, Francisco. J. La teoría de la evolución. Ediciones Temas de Hoy, Madrid, 1994.
- Bachelard, G. La formación del pensamiento científico. Siglo XXI edit. España, 1987.
- Barahona Ana y Martínez Sergio. Historia y Explicación en Biología. FCE, UNAM, 1998.
- Barahona Ana, Edna Suárez, Sergio Martínez. Filosofía e Historia de la Biología. Fac. Ciencias, UNAM, Año 2000.
- Barahona Ana. Importancia de la Genética en la Evolución. Número especial II. *Ciencias* 17-25, 1998.
- Barahona Ana; Piñero Daniel. Genética: La Continuidad de la Vida. FCE, México, 1994.
- Barba, Bonifacio. Educación para los derechos humanos. FCE, México, 1997.
- Barrera Morales. Modelos Epistémicos. Cooperativa Editorial Magisterio, Bogota, 2002.
- Bertussi, Guadalupe T. "La teoría crítica de la educación: dos aproximaciones", en Ruy
- Bertussi, Guadalupe T. Lo que opinan algunos maestros sobre los valores. *Correo del Maestro*, 1994.
- Bishop, B. Y Anderson, A. Student conception of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research Science Teaching*, 27(5):415-427, 1990.

- Bourdieu, P. Reproducción cultural y reproducción social. En política, igualdad social y Educación.
- Bowler, Peter. Evolution: the history of an idea. University of California Press, 1989.
- Bowler, Peter. The Mendelian Revolution. The John Hopkins University Press. Baltimore, 1989.
- Brown, A., Bransford, J., Ferrara y Campione, J. Learning, remembering, and understanding. Handbook of child psychology. Vol 3. p. 77. New York, 1983.
- Brumby, M. Problems in learning the concept of natural selection. *Journal of Biological Education*. 13 (2): 119-122, 1979.
- Campos M. A. Gaspar Sara y López Cecilia. Oferta y asimilación de valores científicos en la enseñanza de la biología. En: Investigación Etnográfica y Educación. UNAM, 1992.
- Candela M, Ma. Antonia. Cómo se aprende y se puede enseñar ciencias naturales. La enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria (Lecturas). SEP, 2001.
- Candela M, Ma. Antonia. Investigación y desarrollo en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Mexicana de Física*, 1990, 37(3), 512-530.
- Candela M, Ma. Antonia. Investigación y Desarrollo en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Documentos DIE. México, 1993.
- Candela M, Ma. Antonia. La construcción de la ciencia en la interacción discursiva del aula. Documentos DIE, México, 1996.
- Candela M, Ma. Antonia. Las ciencias naturales en la educación secundaria. *Journal of biological education*, DIE/CINVESTAV, México, 1982.
- Carretero M, y Limón M. Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la práctica. En: La Construcción del conocimiento escolar. Paidós, España, 1997.
- Cervantes, J. M. Evolución del conocimiento sobre los sistemas de alimentación en la producción animal bovina en la cuenca de México: 1880-1914. Tesis Doctoral, Fac. Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1998.
- Cole, S. Making science: Between nature and society. Harvard University Press, Cambridge, 1992.
- Cortés Miranda. La Genética en los Planes y Programas de Estudio de la Escuela Secundaria en México: de 1964 a 1993. Tesis de Licenciatura Biología. Fac. Ciencias UNAM, 1998.

- Cortés Ríos, Rosario. Organización lógico conceptual del estudiante de nivel medio básico en el aprendizaje de conceptos científicos.** Tesis Doctoral en Pedagogía. Fac. Filosofía y Letras, UNAM, 2000.
- De Melo Martín. Aspectos éticos de algunas tecnologías biomédicas (Reproducción asistida e ingeniería genética).** Notas del curso del mismo nombre. Impreso en Fac. Ciencias, UNAM, marzo del 2002.
- DIE. Comentarios a la Presentación del Anteproyecto de Plan de Estudios de la Educación Secundaria.** DIE /CINVESTAV/IPN, México, 1990.
- Dominguez, Raúl. Las teorías científicas incommensurables y su repercusión en los sistemas de educación, ciencia y tecnología en México.** CESU, UNAM.
- Ducñas Paredes, R. Filosofía de la Educación en México Moderno.** Tesis Doctoral Pedagogía. Fac. Filosofía y Letras, UNAM, México, 1994.
- Echeverría, J. Filosofía de la ciencia.** Ediciones Akal, Madrid, 1995.
- Elias Kuri, Victoria R. El neoliberalismo y su influencia en las políticas educativas en México: Una propuesta alternativa con base en una formación humanista.** Tesis Doctoral Pedagogía. Fac. de Filosofía y Letras, UNAM, 1997.
- Ellis, J, Murell. Introducción a la Ingeniería Genética.** Limusa. México, 1993.
En: La construcción del conocimiento escolar. Piados, España, 1997.
- Fleck Ludwik. La génesis y el desarrollo de un hecho científico.** Alianza Universidad, Madrid, 1935.
- Folleto Conmemorativo del 2º Congreso Nacional de Educación 1985.**
- Fuentes Molinar, Olac. La educación secundaria: cambios y perspectivas (versión etnográfica).** En: La educación secundaria, cambios y perspectivas. Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca. Oaxaca, 1996.
- Fumagalli Laura. La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor.** SEP, 2001.
- Gaona Robles A. Lilia. Introducción de la Genética en México.** Tesis de Licenciatura Biología. Fac. Ciencias, UNAM 1998.
- García, Eduardo. La naturaleza del conocimiento escolar: ¿transición de lo cotidiano a lo científico o de lo simple a lo complejo?.** En : La construcción del conocimiento escolar, Piados, España, 1997.

- Garner, R. When the children and adults do not use learning strategies: Towar a theory of settings. *Review of Educational Reserch*, 60, 517-529, 1990.
- Giere, R. Explaining Science: A cognitive approach. University of Chicago Press, 1988.
- Giroux Henry, A. La educación social en el aula: las dinámicas del currículo oculto. *Educación*, 1986.
- Granja Castro, Josefina. Aspectos del desarrollo del campo educativo en México vistos a través de sus publicaciones sobre educación. Documentos DIE, México, 1993.
- Guillén Rodríguez Fedro C. El tema de la evolución en la enseñanza secundaria. Memorias del II Congreso internacional de profesores de Ciencias Naturales. Oaxtepec, Morelos, 1993.
- Guillén Rodríguez Fedro C. Construcción de un modelo de enseñanza en biología. Tesis Doctoral Biología, Fac. Ciencias, UNAM, 1997.
- Hernández Castellanos, Ma. Elena. El papel del conocimiento previo y la legibilidad del libro de texto en el aprendizaje de la teoría Sintética de la Evolución la escuela secundaria. Fac. Ciencias, UNAM, 1994.
- Hernández H, Pedro. Construyendo el constructivismo: criterios para su fundamentación y su aplicación instruccional. En: La construcción del conocimiento escolar. Paidós, España, 1997.
- Hernández, Antonio. Las visiones del constructivismo: de la formación del profesorado a las demandas de las tarea docente. En: La construcción del conocimiento escolar. Paidós, España, 1997.
- Hewitt de Alcantara, C. La modernización de la agricultura mexicana: 1940-1970. Siglo XXI editores, México, 1985.
- Hubbard y Wald. El mito del gen. Aliansa Editorial. España, 1999.
- Kargbo, D. Hoobs. E. Y Galeen, E. Children's beliefs about inherited characteristics". *Journal of Biological Education*, 14(2), 137-146.
- Kitcher, Ph. Las Vidas por venir. Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM, 2002.
- Kuhn, T. S. The function of dogma in scientific research. En A. C. Crombie. *Scientific Change*. Heineman, 1963.
- Larroyo, F.. Historia Comparada de la Educación en México. Ed. Porrúa. México, 1973.
- Latapi Pablo. Diagnóstico Educativo Nacional. Centro de Estudios Educativos, México, 1964.

- Latapi Pablo. La moral regresa a la escuela. CESU/UNAM, Plaza y Valdéz edits., 1999.
- Latapi Pablo. Política educativa y valores nacionales. Nueva Imagen, México, 1980.
- Latapi Pablo. Un siglo de Educación en México. Vol. I y II, FCE, México, 1998.
- Latour, B. Science in Action. Harvard University Press, 1987.
- Ledesma Matcos, I. El conflicto entre Alfonso L. Herrera e Isaac Ochoterena y la Institucionalización de la Biología en México. Fac. Ciencias, UNAM, 1998.
- Lewontin, R. C.; Eteven Rose y Leon J. Kamin. No está en los genes. Edit. Grijalbo, Barcelona, 1996.
- Lewontin, R. C. Biology as Ideology: The Doctrine of DNA. Harper Perennial Publishers, 1993.
- Lippman, A. Prenatal genetic testing and screening: constringing needs and reinforcing inequities. *American Journal of Law and Medicine*. Vol. 17, 1991.
- López Pérez Alexis. Los Programas de la Escuela Secundaria General en México (1926-1975) DIE/CINVESTAV, 1979.
- Maestro*. Agosto de 1997, Año 2, # 15, 25-36 pp.
- Martínez Sergio y Barahona Ana (comp.) Historia y Explicación en Biología. Ediciones Científicas y Universitarias. México, 1998.
- Matt Ridley. Genoma: la autobiografía de una especie. Edit. Taurus Pensamiento, Madrid, 2000.
- Mauro y Marini (comp.). La teoría social latinoamericana. Tomo II, Edit. El caballito,
- Mayr, E. Especies animales y evolución. Ed. Ariel. España, 1968.
- Mayr, E. The growth of biological thought. The belknap Press, Harvard University Press, 1982.
- Mayr, E. The recent historiography of genetics. *Journal of History of Biology*, #6, 1973, 125-154 ps.
- Mayr, E. This is Biology. Harvard University Press. London, 1997.
- McCaslin, M., y Good, T. Compliant cognition: the misalliance of managment and instructional goals in current scholl reform. *Educational Researcher*, 21(3), 4-17.
- Mendoza Vázquez, etal. Educación Media Básica: Diagnóstico del Sistema Educativo Nacional México. SEP, 1977.

Meneses Morales Ernesto. Tendencias Educativas Oficiales en México: 1911-1934. México, Centro de Estudios Educativos A.C. 1986.

Nieda, J. y Maccdo, B. Un currículo científico para los estudiantes de 11 a 14 años. España, OEI, 1997.

Núñez Farfán y Eguiarte, L. La evolución biológica. Fac. Ciencias/Instituto de Ecología, UNAM, México, 1999.

Olivé León. Ética y Diversidad Cultural. Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM, 1993

Ortega A. Y Muñoz M. De L. Semblanza del Departamento de Genética y Biología Molecular. Rev. *Avances y Perspectivas/* CINVESTAV. Vol. 15, 1996.

Pérez Moreno. La Autoestima en el Aula. Tesis de Pedagogía. Fac. de Filosofía y Letras, UNAM, 1996.

Pérez Pascual, R. La enseñanza de la ciencias. *Revista de la Universidad de México*. 480-481, 11-13, 1994.

Pintrich, Paul R., R.W. Marx y Boyle Robert A. Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, vol. 63, N0.2, pp 167-199. Verano, 1993.

Piñero, Daniel. La tradición de los hibridólogos en los siglos XVIII y XIX. En Filosofía e Historia de la Biología. Fondo Editorial UNAM, 2001.

Plan y Programas de Estudio de la Escuela Secundaria, SEP, 1964.

Plan de estudios 1975. Programa de Ciencias Naturales. Educación Media Básica, SEP, 1975.

Plan y Programas de Estudio de la Escuela Secundaria, SEP, 1993.

Pozo, Juan I. Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Aprendizaje Visor, España, 1987.

Pozo, Juan I. El cambio sobre el cambio: hacia una nueva concepción del cambio conceptual en la construcción del conocimiento científico. En: La construcción del conocimiento científico, Paidós, España, 1997.

Programa para la Modernización Educativa, SEP, 1990-1991.

Quiroz Estrada, Rafael. Problemas en la apropiación del conocimiento científico. Conferencia verano 1991. DIE/CINVESTAV, México.

- Quiroz Estrada, Rafael. Los cambios de 1993 en los planes y programas de estudio en la educación secundaria. Documentos DIE, México, 1995.
- Quiroz Estrada Rafael. Apuntes de la Conferencia: "La Escuela Secundaria en México". Noviembre de 1996. DIE/CINVESTAV, México.
- Rangel Gasca, G. A. Análisis del Programa Vigente de Biología de los Centros de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios. UNAM, Fac. Ciencias, 1992.
- Reif, F., y Larkin, J. Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 733-760. 1991.
- Reyes Carmona, Reyes Bonilla, Prócoro Millán Benítez. Problemática de la enseñanza de la evolución a nivel licenciatura. *Revista Ensayos y Comentarios*, vol. 49, n.º 1, marzo de 1998.
- Reyes Pedro. Historia de la Agricultura en México. AGT editores. México, 1981.
- Rodríguez L. Rosa Ma. Teoría y Práctica en la Ciencia. Universidad de Granada, 1993.
- Rojas, G. Introducción a la historia de la ciencia. AGT editores. México, 1985.
- Sánchez Mora, M. del Carmen. La enseñanza de la Teoría de la Evolución a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes. Tesis Doctoral Biología. Facultad. Ciencias, UNAM, 2000.
- Sandoval Flores, Eitelvina. Escuela Secundaria: Institución, relaciones y saberes. Tesis Doctoral Pedagogía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, 1998. (2000)
- Schmelkes, Silvia. Evaluación de la educación básica. Documentos DIE, 1996.
- SEP. Evolución de la Escuela Secundaria Mexicana, 1985. Dr. José Gaos.
- SEP. Perfil de la Educación en México, 1997.
- SEP. El libro para el maestro de Biología, 1998.
- SEP. La Educación Secundaria: Cambios y Perspectivas. Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca. 2º edición, Agosto de 1996.
- SEP. Programa para la transformación y el fortalecimiento de las escuelas normales. Licenciatura en educación secundaria, Especialidad: Biología, Documento General, Noviembre del 2000.
- Seres Humanos Clonados para el año 2003. *Revista Target*. Boletín Interno Mensual de la Universidad del Valle de México, 2001

Steven Rose. Trayectorias de Vida: biología, libertad y determinismo. Gránica, España, 2001.

Smocovitis, V. Unifying Biology: The evolutionary síntesis and Evolutionary Biology. Princeton University Press, Princeton, 1996.

Solana, Fernando. Historia de la educación pública en México. F.C.E-S.E.P, México, 1981.

Soriano Flores, Lucila. Humanismo y perspectivas de género en la reeducación no sexista.

Strachan, T. & P. Read Andrew. Human molecular genetics. Bios Scientific Publishers, New York, 1998.

Tapia Muñoz, Luis. Propuesta Metodológica para la Enseñanza Aprendizaje del tema de la Herencia en los Programas de Biología I del Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades. Tesis Licenciatura Biología, Fac. de Ciencias, UNAM, 1989.

Villoro, Luis. El Poder y el Valor: Fundamentos de una ética política. FCE y el Colegio Nacional, México, 1997.

Villoro, Luis. Necesarias, nuevas reglas para un orden de justicia internacional. *El Financiero*, viernes 5 de octubre 2001, pag. 58.

Vygotsky, L. Pensamiento y lenguaje. Paidós, Barcelona, 1995.

Winne, P. H., y Marx, R. W. A cognitive processing análisis of motivation with classroom tasks. In C. Ames y R. Ames. *Research on motivation in education*. Vol 3, pp 223-257. New York, 1989.

Wuest Silva, Teresa., Jiménez Silva M. del Pilar y otros. Formación, representaciones, ética y valores. Universidad Nacional Autónoma de México. Coordinación de Humanidades, Centro de Estudios sobre la Universidad, CESU. México. 1997.

ANEXO

**PLANES Y PROGRAMAS DE ESTUDIO DE CIENCIAS NATURALES Y
BIOLOGIA EN SECUNDARIA.**
PROPUESTA OFICIAL 1964 A 1993.

PLAN DE ESTUDIOS DE ENSEÑANZA SECUNDARIA 1964

(ASIGNATURAS)

PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO	TERCER AÑO
ESPAÑOL I MATEMÁTICAS I BIOLOGIA I GEOGRAFÍA I HISTORIA I LENGUA EXTRANJERA I	ESPAÑOL II MATEMÁTICAS II BIOLOGIA II GEOGRAFÍA II HISTORIA II LENGUA EXTRANJERA II	ESPAÑOL III MATEMÁTICAS FÍSICA QUÍMICA ED. CÍVICA LENGUA EXTRANJERA III

El curso de Biología se impartía en el primero y segundo grado.

BIOLOGIA 1

PRIMERA UNIDAD

LOS VEGETALES Y SU IMPORTANCIA

TEMA 1 . Las plantas más abundantes en la localidad.

TEMA 2 . Caracteres e importancia de las fanerógamas.

TEMA 3 . Caracteres e importancia de los grupos principales de criptógamas.

TEMA 4 . Principales plantas de importancia económica y social.

OBJETIVO: Formar un concepto científico elemental de la significación biológica de los vegetales, y despertar el interés por su conocimiento, estudio y racional aprovechamiento.

SEGUNDA UNIDAD

LOS ANIMALES Y SU IMPORTANCIA

TEMA 1 . Los animales más abundantes en la localidad.

PAGINACIÓN DISCONTINUA

TEMA 2 . Caracteres generales de los diversos grupos zoológicos.

TEMA 3 . Los vertebrados, sus caracteres e importancia.

TEMA 4 . Los invertebrados y sus grupos principales.

TEMA 5 . Los protozoarios, su constitución y género de vida.

TEMA 6 . La importancia que los animales tienen para el hombre.

OBJETIVO: Formar un concepto elemental pero claro de la significación biológica de los animales, de sus principales grupos, de los beneficios y los daños que nos ocasionan y de las normas más apropiadas para su mejor aprovechamiento y conservación.

BIOLOGIA 2

TERCERA UNIDAD

ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL CUERPO HUMANO Y PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE ACCIDENTE

TEMA 1 . Generalidades sobre la organización del cuerpo humano.

TEMA 2 . Importancia práctica que tiene el conocimiento de la organización del cuerpo humano en la aplicación de los primeros auxilios en casos de accidente que afecten a las funciones de relación.

TEMA 3 . Idea general acerca de las grandes funciones del cuerpo humano aplicada a la vigilancia del desarrollo y a la conservación de la salud.

TEMA 4 . Importancia práctica que tiene el conocimiento de las grandes funciones del cuerpo humano en la aplicación de los primeros auxilios en caso de accidentes que afecten a las funciones vegetativas.

TEMA 5 . Importancia que tiene la práctica bajo normas higiénicas de los ejercicios físicos y los juegos y deportes en el mejoramiento del desarrollo físico y mental y en la conservación de la salud del hombre.

OBJETIVO: Dar una idea de la estructura general del cuerpo humano desde el punto de vista anatómico, funcional e higiénico, como antecedente necesario para comprender la importancia que tiene este conocimiento en el desarrollo y en la conservación de la salud del hombre y en la aplicación de los primeros auxilios en caso de accidentes.

CUARTA UNIDAD

LOS ORGANISMOS Y EL MEDIO

TEMA 1 . Los organismos viven vinculados al medio.

TEMA 2 . Los factores físicos del medio y su influencia sobre los organismos.

TEMA 3 . El crecimiento de la materia viva y sus limitaciones.

TEMA 4 . Las interrelaciones de los organismos.

TEMA 5 . Los recursos naturales y el conservacionismo.

OBJETIVO: Formar un concepto de dependencia de los seres vivos del medio en que habitan, y de las relaciones recíprocas entre ellos mismos, para comprender los principios de la ecología y las bases del conservacionismo.

QUINTA UNIDAD

LAS FUNCIONES DE RELACIÓN DE LOS ORGANISMOS

TEMA 1 . La irritabilidad, propiedad fundamental de la materia viva.

TEMA 2 . Evolución progresiva del sistema nervioso en los animales.

TEMA 3 . Los órganos del sistema nervioso humano.

TEMA 4 . Las funciones del sistema nervioso humano.

TEMA 5 . La higiene especial de los órganos sensoriales y la general del sistema nervioso.

OBJETIVO: Lograr el conocimiento de que las respuestas de la materia viva a los estimulantes, son la base de sus relaciones con el medio, y de que el sistema nervioso aparece en algunos grupos zoológicos sencillos y evoluciona progresivamente, hasta culminar en la coordinación de las actividades de todos los órganos y las funciones intelectuales del hombre. Sentar las bases para la comprensión de los preceptos que ayuden a conservar la salud mental.

SEXTA UNIDAD

LA REPRODUCCIÓN DE LOS ORGANISMOS Y LA HERENCIA

TEMA 1. La reproducción, función biológica fundamental.

TEMA 2. La reproducción asexual en las plantas y animales.

TEMA 3. La reproducción sexual plantas y animales.

TEMA 4. Gametogénesis, fecundación, desarrollo y significación de las larvas en los animales.

TEMA 5. La Herencia biológica y sus modalidades.

TEMA 6. La fecundidad en la conservación de los recursos naturales y la herencia en la mejora de plantas y animales útiles.

OBJETIVO: Resumir en forma elemental los conocimientos sobre la producción y la herencia, así como su papel en la perpetuación de los seres vivos y, por tanto, en la conservación de la vida sobre nuestro planeta." Evidenciar que los seres vivos son producto de la herencia y del medio y que los componentes de la materia viviente proceden del medio y vuelven a él, comprender qué se entiende por adaptación, las formas más evidentes de la adaptación y como se establece el equilibrio entre los organismos y el medio, describir los medios habitados por los seres vivos y los agentes físicos que influyen sobre ellos ".
(López Pérez ,1979).

SÉPTIMA UNIDAD

LA EVOLUCIÓN ORGÁNICA

TEMA 1 . ¿Qué debe entenderse por evolución orgánica?

TEMA 2 . La historia de la tierra y sus diferentes floras y faunas.

TEMA 3 . Bases del evolucionismo y pruebas en que se apoya.

TEMA 4 . El hombre, producto de la evolución orgánica.

TEMA 5 . Restos fósiles prehumanos y humanos. Posible árbol genealógico del hombre.

TEMA 6 . El concepto de raza y los diferentes grupos humanos. La igualdad biológica del hombre.

TEMA 7 . Lo que opinan los hombres de ciencia acerca de la evolución.

OBJETIVO: Dar a los alumnos una idea somera de los cambios que han sufrido los seres orgánicos a través del tiempo, y de sus relaciones recíprocas. Explicar el origen de los organismos que existen en la actualidad inclusive el hombre , como producto de la evolución orgánica. Mostrar la falta de fundamento biológico de los prejuicios racistas, que deben ser substituidos por el concepto de igualdad

humana. Esta unidad además de su innegable valor informativo, tiene enorme importancia cultural para destruir errores y prejuicios, acerca del origen y evolución de los seres vivientes.

PROGRAMAS POR AREA

CIENCIAS NATURALES I

UNIDAD 1

- 1.1 Confirmar la diferencia entre conocimiento empírico y conocimiento científico.
- 1.2 Reconocer el método científico como el camino que sigue el hombre en el conocimiento de seres y fenómenos.
- 1.3 Ubicar a las ciencias naturales dentro del campo de la ciencia.
- 1.4 Apreciar el valor de la ciencia y la tecnología en la vida del hombre.
- 1.5 Conocer en términos generales, las funciones que debe cumplir el laboratorio escolar y las posibilidades de proyectarlo al medio extra escolar.

UNIDAD 2

- 2.1 Advertir que en la naturaleza, todo es materia y energía.
- 2.2 Diferenciar los cuerpos de acuerdo a sus propiedades.
- 2.3 Distinguir los organismos autótrofos de los heterótrofos, según la forma de obtener los alimentos necesarios para realizar sus funciones.
- 2.4 Apreciar el papel de los productores, consumidores, y reintegradores en las cadenas, tramas y pirámides alimenticias.
- 2.5 Adoptar una actitud consciente acerca de su responsabilidad como ser humano, en el uso razonado de su capacidad reproductora.

UNIDAD 3

- 3.1 Ampliar el conocimiento sobre el concepto de fuerza y su aplicación.
- 3.2 Precisar conceptos sobre movimiento absoluto y relativo, uniforme, rectilíneo y circular uniforme.
- 3.3 Precisar el concepto de aceleración y su aplicación en el movimiento uniformemente variado.
- 3.4 Apreciar la relación entre la magnitud de la fuerza, la masa y la aceleración.
- 3.5 Reconocer la caída libre de los cuerpos como un movimiento uniformemente acelerado.
- 3.6 Profundizar sobre los movimientos terrestres en lo que respecta a sus pruebas, duración y consecuencias.
- 3.7 Profundizar en el estudio de las pruebas y consecuencias de la forma de la tierra.
- 3.8 Identificar los puntos, líneas y planos de referencia terrestres.
- 3.9 Identificar las formas de representación de la tierra.

UNIDAD 4

- 4.1 Conocer la hipótesis más aceptada sobre el proceso de formación de la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera.
- 4.2 Aprender los cambios que genera la energía y la materia.
- 4.3 Escribir la diferencia entre propiedades físicas y propiedades químicas de las sustancias.
- 4.4 Conocer los principales elementos químicos de los minerales y rocas que constituyen la litosfera.
- 4.5 Aprender la evolución que ha sufrido la litosfera a través de las eras geológicas, hasta la época actual (en el mundo y particularmente en México).
- 4.6 Identificar por sus características, las regiones fisiográficas que integran el territorio nacional.

UNIDAD 5

- 5.1 Aprender la importancia de agua por sus propiedades y aplicaciones.
- 5.2 Aprender la hidrosfera como la capa líquida de la tierra.
- 5.3 Reconocer las aguas continentales como parte de la hidrosfera .
- 5.4 Reconocer las aguas oceánicas como parte de la hidrosfera.

UNIDAD 6

- 6.1 Conocer los componentes y capas que forma la atmósfera.
- 6.2 Conocer algunas características de la atmósfera.
- 6.3 Reconocer la importancia de la atmósfera en la vida terrestre.

UNIDAD 7

- 7.1 Interpretar las teorías científicas sobre el origen de la vida.
- 7.2 Advertir que los vegetales y los animales evolucionaron en el transcurso de las eras geológicas.
- 7.3 Precisar el concepto de evolucionismo.
- 7.4 Explicar las características biológicas de la era Cenozoica.
- 7.5 Reconocer que los monos antropoides, los prehomínidos y los homínidos tienen un origen en común.
- 7.6 Comprender por qué el empleo de utensilios determinó un grado de evolución del hombre, con respecto a los animales y a sí mismo.
- 7.7 Reflexionar sobre los alcances del concepto "igualdad biológica del hombre".

UNIDAD 8

- 8.1 Ampliar los conocimientos sobre el sistema músculo-esquelético.
- 8.2 Profundizar en el estudio del funcionamiento de máquinas simples que el hombre ha inventado para facilitar su trabajo
- 8.3 Diferenciar las aplicaciones favorables y desfavorables de la fricción, en máquinas y objetos de uso común.

- 8.4 Reconocer que las funciones vitales del hombre están coordinadas por el sistema nervioso.
- 8.5 Ampliar los conocimientos sobre los órganos del olfato y del gusto.
- 8.6 Ampliar los conocimientos sobre sentido del tacto.
- 8.7 Ampliar los conocimientos sobre la audición.
- 8.8 Ampliar los conocimientos sobre la luz y su percepción.

CIENCIAS NATURALES II

UNIDAD 1

- 1.1 Advertir que el hombre ha usado su capacidad mental en el invento de aparatos que amplían el campo de observación del macrocosmos y del microcosmos.
- 1.2 Conocer algunos descubrimientos científicos que redundan en beneficio de la salud humana: acción patógena de las bacterias y de los virus; asepsia y antisepsia; sueros y vacunas.
- 1.3 Valorar los estudios realizados por algunos investigadores en el campo de las ciencias naturales .
- 1.4 Apreciar los beneficios que proporcionan los satélites artificiales en el inventario de los recursos naturales, el pronóstico del tiempo ...

UNIDAD 2

- 2.1 Relacionar los fenómenos de cohesión, adherencia y capilaridad con la fisiología vegetal.
- 2.2 Establecer la relación flor-fruto-semilla, en la reproducción sexual de los vegetales superiores.
- 2.3 Precisar los conceptos sobre crecimiento, desarrollo, dimorfismo sexual y madurez en los animales.
- 2.4 Advertir la relación entre la maduración del aparato reproductor humano y su función específica en la continuidad de la especie.

UNIDAD 3

- 3.1 Identificar los símbolos más usuales en mapas físicos, políticos y económicos.
- 3.2 Destacar la importancia que representan en el avance científico, los distintos modelos usados para representar el átomo.
- 3.3 Reconocer la tabla periódica como la agrupación de símbolos químicos más útil para el estudio de los fenómenos químicos.

UNIDAD 4

- 4.1 Establecer la diferencia entre metales y no metales.
- 4.2 Apreciar la formación de compuestos a partir de elementos químicos.
- 4.3 Conocer la representación de las reacciones químicas.
- 4.4 Reconocer los factores que intervienen en la formación del suelo.

4.5 Conocer los componentes del suelo y su importancia como fuente de alimentación de los vegetales.

UNIDAD 5

5.1 Apreciar la influencia que ejercen sobre los seres vivos las condiciones fisicoquímicas del medio.

5.2 Distinguir las características de los medios terrestres y acuáticos, que les permiten ser habitados.

5.3 Reconocer la importancia del agua en las funciones orgánicas.

5.4 Advertir que el agua interviene en múltiples actividades humanas.

UNIDAD 6

6.1 Identificar la respiración de los seres vivos como una combustión lenta, mediante la cual se libera energía contenida en los alimentos.

6.2 Explicar los fenómenos producidos por el calor en los cuerpos.

6.3 Diferenciar los conceptos de temperatura, presión atmosférica, vientos, humedad y precipitaciones.

6.4 Precisar el concepto de clima, como un estado promedio de la atmósfera.

UNIDAD 7

7.1 Apreciar que todos los seres vivos están constituidos por células.

7.2 Deducir que los compuestos orgánicos que forman la materia viva, resultan de la combinación de varias sustancias inorgánicas.

7.3 Distinguir las estructuras celulares por la función que desempeñan.

7.4 Precisar el concepto de metabolismo, a través de las funciones celulares.

7.5 Distinguir por sus caracteres esenciales, los organismos unicelulares y pluricelulares.

7.6 Diferenciar los tejidos vegetales y animales, de acuerdo con la función que desempeñan.

UNIDAD 8

8.1 Comparar la estructura y organización de un ecosistema terrestre, con las de un ecosistema acuático.

8.2 Reconocer la capacidad de los organismos para adaptarse a ciertos cambios en las condiciones del medio.

8.3 Diferenciar por sus características, las agrupaciones intraespecíficas e interespecíficas de los seres vivos.

8.4 Valorar la importancia del equilibrio ecológico entre las especies.

8.5 Apreciar las necesidades de explotar racionalmente los recursos naturales para asegurar la supervivencia humana.

CIENCIAS NATURALES III

Es en el plan de estudios del tercer grado en donde se estudian temas referentes a Genética, abarcando una parte de la séptima unidad , en el programa por área en donde se proponen los siguientes objetivos:

1.- Conocer las leyes de la herencia.

Se propone que el alumno explique lo que sabe respecto a los conceptos de:

herencia biológica,
caracteres recesivos,
caracteres dominantes,
cromosomas, genes

Que se consulte y escriba el significado de los términos

Genética

fenotipo,

genotipo,

mutación,

hibridación.

Que se consulte que experimentos realizaron en el campo de la Genética, investigadores como:

Juan Gregorio Mendel,

Hugo de Vries,

Thomas H. Morgan.

Elaborar una síntesis personal con sus propias palabras.

Obtener información de diferentes fuentes sobre trabajos que se están llevando a cabo en México y en el mundo, en el campo de la Genética.

2.- Apreciará los beneficios que reporta la aplicación de la Genética en la agricultura y en la zootecnia.

Se proponen las siguientes actividades:

- Observar al natural:

animales y vegetales que sean producto de la Genética de mejoramiento.

- Establecer comparaciones en cuanto a los siguientes caracteres:

talla

desarrollo

tamaño de los frutos, semillas y crías, su valor alimenticio

calidad de los productos útiles

inmunidad a las plagas específicas

Registrar las observaciones.

3.- Elaborar un cuadro comparativo con los datos de la actividad anterior.

4.- Obtener en la Secretaría de Agricultura y Ganadería literatura sobre Genética aplicada.

5.- Señalar experimentos de Genética aplicada que se hayan llevado a cabo con plantas y animales, en su localidad, tales como:
maíz híbrido

**inseminación artificial
cruzas, etc.**

6.- Obtener información respecto a la "Revolución Verde" llevada a cabo en nuestro país por Norman Bourlang, en relación con los cereales.

7.- Participar en una discusión grupal encaminada a destacar los beneficios que el hombre obtiene al aplicar la Genética en el mejoramiento de especies vegetales y animales que le son útiles.

8.- Profundizar en el conocimiento del material genético humano.

- Observar esquemas y micrografías de los cromosomas humanos normales.
- Establecer comparaciones entre los cromosomas y los dibujos.
- Hacer una lista de los caracteres más sobresalientes que son transmitidos por los genes como:

color de ojos, textura y color del cabello,
estatura, complexión, color de la piel,
prognatismo.

- investigar cuáles de los caracteres enlistados en la actividad anterior son recesivos y cuáles dominantes.

Registrar lo investigado.

-Recordar el concepto de mutación y lo escriba

- Recopilar información respecto a los experimentos que sobre mutaciones, han efectuado Morgan, de Vries y otros investigadores.

Discutir si las mutaciones pueden ser posibles en la especie humana.

Registrar las conclusiones.

- Investigar lo relacionado a mutaciones producidas artificialmente o accidentalmente por:

radiaciones solares ultravioleta,
rayos gamma, rayos X,
sustancias químicas, agentes físicos...

Hacer anotaciones.

- Realizar investigaciones bibliográficas sobre algunas anomalías que se presentan en la especie humana causada por genes mutantes como:

braquidactilia, polidactilia, sindactilia
mongolismo, enanismo
acondroplasia, daltonismo
hemofilia, factor Rh (positivo y negativo).

- Consultar estadísticas sobre el porcentaje de incidencia de las anomalías señaladas en la actividad anterior.

Elaborar gráficas

- Observar el árbol genealógico de la reina Victoria de Inglaterra en relación con la transmisión de la hemofilia. Hacer comentarios al respecto.

- Invite a especialistas en Genética a sustentar pláticas que le informen sobre :
-los peligros que puedan presentarse en las familias que tienen antecedentes de anomalías hereditarias

-los riesgos de que una pareja pueda tener hijos a normales por que uno o ambos cónyuges sean adictos al alcohol o a las drogas.

el concepto moderno de EUGENESIA aplicado a la especie humana, elaborar una síntesis.

PROGRAMA POR ASIGNATURA 1975 BIOLOGIA I

UNIDAD 1

- 1.1 Confirmar la diferencia entre conocimiento empírico y conocimiento científico.
- 1.2 Reconocer el método científico, como el camino que sigue el hombre en el conocimiento de los seres vivos.
- 1.3 Delimitar el campo de estudio de la Biología y su interrelación con otras ciencias.
- 1.4 Conocer en términos generales, las funciones que debe cumplir el laboratorio escolar y las posibilidades de proyectarlo al medio extra escolar.

UNIDAD 2

- 2.1 Analizar el movimiento de los seres vivos para relacionarlo con el gasto de energía que presupone.
- 2.2 Distinguir los organismos autótrofos de los heterótrofos, según la forma de obtener los alimentos necesarios para realizar sus funciones.
- 2.3 Aprender el papel de los productores, los consumidores y los reintegradores en las cadenas, tramas y pirámides alimenticias.

UNIDAD 3

- 3.1 Establecer la relación entre nutrición, crecimiento y desarrollo en los organismos.
- 3.2 Advertir que los cambios psicósomáticos que experimenta el ser humano durante la adolescencia, están relacionados con la actividad glandular.
- 3.3 Practicar las reglas higiénicas cuya observación propicia en los adolescentes la conservación de su salud física y mental.
- 3.4 Advertir la acción nociva que ejerce el uso del tabaco, el alcohol y las drogas en general, sobre el organismo.

3.5 Adoptar una actitud consciente acerca de su responsabilidad como ser humano en el uso razonado de capacidad reproductora.

UNIDAD 4

4.1 Interpretar algunas teorías sobre el origen de la vida.

4.2 Advertir que los vegetales y los animales evolucionaron en el transcurso de las eras geológicas.

4.3 Precisar el concepto de evolución.

UNIDAD 5

5.1 Explicar las características biológicas de la era cenozoica.

5.2 Reconocer que los monos antropoides, los prehomínidos y los homínidos tienen un origen común.

UNIDAD 6

6.1 Comprender por qué el empleo de utensilios determinó un grado de evolución del hombre, con respecto a los animales y a sí mismo.

6.2 Reflexionar sobre los alcances del concepto "igualdad biológica del hombre".

UNIDA 7

7.1 Ampliar el conocimiento sobre el sistema muscular esquelético.

7.2 Reconocer que las funciones de los animales están coordinadas por su sistema nervioso.

UNIDAD 8

8.1 Ampliar los conocimientos sobre los órganos del olfato y del gusto.

8.2 Profundizar en el conocimiento sobre el sentido del tacto.

8.3 Ampliar los conocimientos sobre el sentido del oído.

8.4 Ampliar los conocimientos sobre el sentido de la vista.

BIOLOGIA II

Consta de 8 unidades:

UNIDAD 1

1.1 Identificar el microcosmos a través de los diferentes tipos de microscopios.

1.2 Conocer los principios del funcionamiento del microscopio óptico.

1.3 Conocer los principios del funcionamiento del microscopio electrónico.

1.4 Analizar las ideas que han existido en relación con las enfermedades y sus causas.

- 1.5 Determinar en qué consiste la acción patógena de bacterias y virus.
- 1.6 Establecer las diferencias entre asepsia y antisepsia.
- 1.7 Explicar el uso de los sueros y las vacunas.
- 1.8 Conocer los cambios que se produjeron en la humanidad con el descubrimiento de las vacunas y los sueros.
- 1.9 Destacar la importancia que las investigaciones de Luis Pasteur y de Roberto Koch tienen en nuestra vida.
- 1.10 Destacar la importancia del descubrimiento de la penicilina y los cambios que este hecho ha originado.

UNIDAD 2

- 2.1 Identificar las estructuras celulares en organismos macroscópicos.
- 2.2 Identificar algunos vegetales y animales microscópicos.
- 2.3 Conocer elementalmente las características del protoplasma.
- 2.4 Deducir que los compuestos orgánicos del protoplasma se derivan de la unión de varias sustancias inorgánicas.
- 2.5 Diferenciar anatómicamente las estructuras celulares en vegetales y animales.
- 2.6 Comprender las funciones de cada orgánulo celular, en especial de las mitocondrias y cloroplastos.
- 2.7 Conocer la interacción de los ácidos nucleicos en el funcionamiento celular.
- 2.8 Relacionar los conceptos de nutrición, respiración, crecimiento, reproducción y movimiento.
- 2.9 Identificar el metabolismo celular, como un conjunto de reacciones bioquímicas que generan los fenómenos vitales.
- 2.10 Identificar por sus características a los organismos unicelulares.
- 2.11 Establecer las características fundamentales de los organismos pluricelulares.
- 2.12 Identificar los principales grupos de bacterias.
- 2.13 Identificar por sus características morfofisiológicas a los protozoarios.

UNIDAD 3

- 3.1 Reconocer el origen de los órganos vegetales.
- 3.2 Reconocer la estructura de algunos órganos vegetales.
- 3.3 Relacionar el fenómeno de osmosis con la absorción radical.
- 3.4 Advertir el fenómeno de capilaridad en la conducción de savia.
- 3.5 Relacionar las hojas con las funciones de transpiración y respiración vegetal.
- 3.6 Reconocer que en las fanerógamas los órganos reproductores se encuentran en las flores.
- 3.7 Relacionar la polinización y la fecundación con la formación de frutos y semillas.
- 3.8 Apreciar que las criptógamas son plantas que carecen de flores, frutos y semillas.
- 3.9 Explicar la reproducción de los mohos y de algunas algas como ejemplos de criptógamas.

UNIDAD 4

- 4.1 Explicar que el suelo es un producto de la desintegración de las rocas.
- 4.2 Advertir que las fuerzas erosivas intervienen en la formación y transformación del suelo.
- 4.3 Relacionar la proporción de los componentes físicos del suelo, con sus características.
- 4.4 Comprobar la presencia de materia orgánica en el suelo.
- 4.5 Reconocer la acción de los microorganismos del suelo.
- 4.6 Identificar los compuestos químicos del suelo, como nutrientes de los vegetales.

UNIDAD 5

- 5.1 Reconocer las principales características de la atmósfera.
- 5.2 Explicar la acción termorreguladora de la atmósfera.
- 5.3 Aprender que la difusión de la luz y la transmisión del sonido son fenómenos que ocurren en la atmósfera.
- 5.4 Explicar por qué es posible el desplazamiento de los seres vivos y de los aparatos mecánicos a través de la atmósfera.
- 5.5 Distinguir la relación entre atmósfera y biosfera.
- 5.6 Diferenciar las oxidaciones rápidas de las lentas.
- 5.7 Aprender la relación combustible-oxígeno-combustión.
- 5.8 Relacionar los fenómenos de combustión y de respiración.
- 5.9 Observar algunos productos de la respiración.
- 5.10 Conocer las estructuras vegetales y animales que hacen posible el intercambio de gases durante la respiración.
- 5.11 Generalizar el fenómeno respiratorio, a todos los seres vivos, mediante la fórmula química simplificada.

UNIDAD 6

- 6.1 Conocer las funciones celulares en las que interviene el agua.
- 6.2 Conocer las funciones vegetales en las que interviene el agua.
- 6.3 Estimar la importancia del agua en las funciones animales.
- 6.4 Afirmar que el agua desempeña un papel muy importante en la humanidad.
- 6.7 Analizar las fases del ciclo hidrológico.
- 6.8 Ampliar los conocimientos sobre la importancia del agua como recurso natural.
- 6.9 Analizar las causas de la inestabilidad del medio terrestre.
- 6.10 Analizar las causas de la estabilidad del medio acuático.
- 6.11 Diferenciar por sus características, los organismos acuáticos de los terrestres.

UNIDAD 7

- 7.1 Aprender algunas condiciones fisicoquímicas del medio, necesarias para la vida de los organismos.

- 7.2 Advertir cómo influye la altitud y las condiciones del suelo en la vida de los organismos.
- 7.3 Analizar la relación que existe entre el medio y los organismos de un ecosistema terrestre.
- 7.4 Relacionar las condiciones entre el medio acuático y los organismos que integran el ecosistema.
- 7.5 Advertir las modificaciones que pueden sufrir los organismos al cambiar las condiciones del medio.
- 7.6 Apreciar que los organismos que se adaptan al medio son los que logran su supervivencia.
- 7.7 Analizar el por qué de las modificaciones en los organismos parásitos.
- 7.8 Destacar la importancia de los aparatos y sistemas que no sufren modificaciones en los organismos parásitos.
- 7.9 Analizar las condiciones que determinan las agrupaciones de los organismos.
- 7.10 Comprobar el valor que tienen las agrupaciones de organismos en el equilibrio de un ecosistema.
- 7.11 Ampliar sus conocimientos sobre la interdependencia de los organismos.
- 7.12 Apreciar que el hombre modifica el ambiente, con lo que llega a romperse el equilibrio ecológico.

UNIDAD 8

- 8.1 Reafirmar la relación biológica entre el desarrollo somático y la madurez sexual.
- 8.2 Explicar que es el dimorfismo sexual.
- 8.3 Distinguir los caracteres sexuales en vertebrados superiores.
- 8.4 Ampliar su conocimiento sobre el desarrollo y madurez sexual en función de las hormonas masculinas.
- 8.5 Ampliar su conocimiento sobre el desarrollo y madurez sexual en función de las hormonas femeninas.
- 8.6 Ampliar su conocimiento de los aparatos reproductores de algunos mamíferos incluyendo a los humanos.
- 8.7 Explicar las funciones específicas de los testículos.
- 8.8 Explicar las principales características del espermatozoide.
- 8.9 Explicar las funciones de los ovarios humanos.
- 8.10 Explicar las principales características del óvulo.
- 8.11 Explicar la normalidad en la adolescencia, de las emisiones nocturnas de líquido seminal.
- 8.12 Habrá ampliado su información respecto al mecanismo e importancia biológica de la menstruación.
- 8.13 Explicar los hechos biológicos: fecundación y desarrollo embrionario.
- 8.14 Explicar el proceso y los cuidados higiénicos durante el embarazo y parto, en la especie humana.
- 8.15 Valorar el nacimiento de un niño como el producto de la comprensión y el conocimiento mutuo de los progenitores.

BIOLOGIA III

El orden de las unidades es diferente al que se presenta en los programas generales de Biología, sin embargo, se insiste en que el programa es flexible, que cada maestro está en libertad de tratarlas en el orden que a su juicio sea más conveniente, y que podrá además modificar, sustituir, agregar o suprimir actividades según sean sus condiciones de trabajo, sin perder de vista los objetivos que está persiguiendo (SEP. 1975).

UNIDAD 1

- 1.1 Apreciar la aplicación práctica de las clasificaciones en la vida cotidiana.
- 1.2 Reconocer el valor de las clasificaciones científicas en los seres vivos.
- 1.3 Conocer los términos usados en la clasificación científica de los seres vivos.
- 1.4 Establecer la diferencia entre la validez regional de los nombres vulgares y la validez universal de los nombres científicos de los seres vivos.
- 1.5 Advertir, mediante un cuadro de clasificación, la ubicación de algunos vegetales y animales en el grupo taxonómico que les corresponda de acuerdo con sus características.

UNIDAD 2

- 2.1 Realizar el estudio de plantas fanerógamas y de animales representativos de la selva y la sabana de nuestro país.
- 2.2 Ubicar en la clasificación vegetal y animal, los ejemplares estudiados, de acuerdo con sus características.
- 2.3 Realizar el estudio de plantas y animales representativos de la región mediterránea y del bosque mixto de México.
- 2.4 Localizar en la clasificación vegetal y animal, los ejemplares estudiados, de acuerdo con sus características.

UNIDAD 3

- 3.1 Realizar el estudio de plantas fanerógamas y de animales representativos del bosque de coníferas y de la tundra en nuestro país.
- 3.2 Clasificar los ejemplares vegetales animales estudiados, de acuerdo con sus características.
- 3.3 Realizar el estudio de plantas y animales representativos de el desierto, la estepa y la región monzónica de México.
- 3.4 Clasificar los ejemplares vegetales y animales estudiados, de acuerdo a sus características.

UNIDAD 4

- 4.1 Diferenciar los animales litorales de los pelágicos.
- 4.2 Reconocer la importancia del fitoplancton y del zooplancton, como fuentes de alimento de los animales que pueblan el medio acuático.

4.3 Distinguir por sus características a los animales que habitan las profundidades marinas.

4.4 Realizar el estudio de algas marinas y animales vertebrados e invertebrados del mismo medio, a fin de ubicarlos en los grupos taxonómicos correspondientes.

4.5 Advertir la riqueza en los recursos orgánicos marinos y la necesidad de una explotación racional de los mismos.

UNIDAD 5

5.1 Apreciar la importancia económica y social de las plantas , a partir de su utilidad.

5.2 Diferenciar, entre los animales útiles al hombre, los de trabajo, guardia, ornato y compañía, de los que le proporcionan productos industriales y alimenticios.

5.3 Destacar entre los alimentos de origen vegetal y animal, los de mayor valor alimenticio en glúcidos, lípidos y prótidos.

5.4 Reconocer la necesidad de incluir las vitaminas en la alimentación, atendiendo a los efectos nocivos que provoca su carencia.

UNIDAD 6

6.1 Apreciar la importancia que tiene la Genética en el mejoramiento de las especies.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

6.1.1 Conocer las principales Leyes de la Herencia.

ACTIVIDADES QUE SE SUGIEREN

Que el alumno: Explique lo que sabe con respecto a los conceptos de :

- herencia biológica
- caracteres recesivos
- caracteres dominantes
- cromosomas
- genes.

Consulte y escriba el significado de los términos:

- genética
- fenotipo
- genotipo
- mutación
- hibridación.

Consulte que experimentos realizaron en el campo de la Genética. investigadores como:

- Gregorio Mendel
- Hugo de Vries
- Tomás H. Morgan
- Elabore una síntesis.

Derive de la consulta anterior, con ayuda del maestro, las principales leyes de la herencia.

- Las redacte con sus propias palabras.

Haga diseños sobre el mecanismo de los experimentos de Mendel, De Vries y Morgan.

Obtenga información en revistas científicas y en películas documentales, sobre los trabajos que se están llevando a cabo en México y en el mundo, en el campo de la Genética.

6.1.2 Apreciar los beneficios que reporta la aplicación de la Genética en agricultura y en zootecnia.

Observe al natural:

- Vegetales y animales que sean producto de la Genética de mejoramiento,
- Vegetales y animales en los que no se haya hecho esta aplicación.

Establezca comparaciones en cuanto a los siguientes caracteres:

- talla, desarrollo, tamaño de los frutos, semillas y crías
- valor alimenticio (si lo tiene)
- calidad de los productos útiles
- inmunidad de las plagas específicas

Registre sus conversaciones.

Elaborar cuadro comparativo de la observación de plantas de animales hecha anteriormente.

Obtener en la Secretaría de Agricultura y Ganadería o en las oficinas estatales de dicha dependencia, literatura sobre Genética aplicada.

Señalar experimentos de Genética aplicada que se hayan llevado a cabo con plantas y animales, en su localidad, tales como:

- maíz híbrido
- inseminación artificial
- cruza

Obtener información respecto a la "Revolución Verde" llevando a cabo en nuestro país por Norman Bourlang, en relación con los cereales.

Participar en una discusión grupal encauzada a destacar los beneficios que el hombre obtiene, al aplicar la Genética en el mejoramiento de especies vegetales y animales que le son útiles.

6.1.3 Profundizar en el conocimiento del material genético humano

Observar esquemas y/o microfotografías de los cromosomas humanos (de un hombre y una mujer) normales.

Establecer comparaciones entre los cromosomas.

- los dibuje.

Hacer una lista de los caracteres más sobresalientes que son transmitidos por los genes, como:

- color de los ojos, textura y color del cabello**
- estatura y complejión**
- color de la piel**
- prognatismo...**

Investigar cuáles de los caracteres enlistados son recesivos y cuáles dominantes

Registrar lo investigado.

Ejecutar ejercicios de combinación y recombinación con los caracteres ya conocidos

6.1.4 Advertir las posibilidades de la Genética aplicada al ser humano.

Recordar el concepto de mutación (ya antes estudiado), y lo escriba.

Investigar lo relativo a las mutaciones positivas y negativas, desde el punto de vista genético.

- Discutir sobre las posibles consecuencias de las mutaciones citadas.

recopilar información respecto a los experimentos que sobre mutaciones, han efectuado Morgan, de Vries y otros investigadores.

- discuta si las mutaciones pueden ser posibles en la especie humana.
-Registrar las conclusiones.

Investigar lo referente a mutaciones producidas artificial o accidentalmente por:

- radiaciones solares ultravioleta,
- rayos gamma,
- rayos X,
- sustancias químicas,
- agentes físicos
- Hacer anotaciones.

Realizar investigaciones bibliográficas sobre algunas anomalías que se presentan en la especie humana causadas por genes mutantes como:

- branquidactilia, polidactilia, sindactilia,
- mongolismo, enanismo, acondroplasia,
- keratosis, rinitis pigmentaria,
- daltonismo, hemofilia, factor Rh positivo y negativo.

Consultar estadísticas sobre el porcentaje de incidencia de las anomalías señaladas en la actividad anterior.

- Elaborar gráficas

-Observar el árbol genealógico de la Reina Victoria de Inglaterra en la relación con la transmisión de la hemofilia.

-Hacer comentarios al respecto.

-Invitar a especialistas en Genética a sustentar pláticas que le informen sobre:

-Los peligros que pueden presentarse en las familias que tienen antecedentes de anomalías hereditarias.

- Los riesgos de que una pareja pueda tener hijos anormales por que uno o ambos cónyuges sean adictos al alcohol o a las drogas.

-El concepto moderno de EUGENESIA aplicado a la especie humana.

-Elabore una síntesis.

UNIDAD 7

7.1 Conocer algunas anomalías que presenta la reproducción humana.

7.2 Valorar la importancia que tiene la madre y el producto, los cuidados durante el embarazo, parto y post parto, incluyendo el periodo de lactancia.

7.3 Reflexionar sobre la enorme responsabilidad de la pareja humana ante el problema de la expansión demográfica.

UNIDAD 8

OBJETIVO: Que el alumno identifique la célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos y comprenda que se organiza en sistemas más complejos.

- Seres celulares y acelulares, virus y bacterias, plantas y animales.
- Estructura y funciones de la célula; composición química, organelos celulares, funciones de la célula; nutrición, respiración, reproducción.
- Principales tejidos de plantas y animales.
plantas: epidérmico, leñoso, de conducción.
animales: epitelial, sanguíneo, muscular, óseo, nervioso y glandular.
- Algunos órganos de plantas y animales:
en las plantas: raíces, tallos, hojas flores y frutos.
en los animales: piel, órganos digestivos, respiratorios, etc.,
organización en sistemas.
- Nociones de anatomía humana.
localización de sistemas y función general.
Sistema óseo, muscular, digestivo, respiratorio, circulatorio, excretor, reproductor, glandular, nervioso y sentidos.

UNIDAD III. Funciones Biológicas.

OBJETIVO: Que el alumno reconozca las funciones que realizan los seres vivos para mantener la vida, en particular el ser humano.

- Funciones vegetales.
fotosíntesis.
- Funciones animales.
nutrición, respiración, circulación, excreción, reproducción, funciones nerviosas y hormonales.

UNIDAD IV. Continuidad y transformación: herencia y evolución.

OBJETIVO: Que el alumno comprenda los mecanismos que aseguran la continuidad y transformación de los seres vivos y entiendan el proceso de evolución orgánica.

- Origen de la vida.
Experimentos de Redi, Spallanzani y Pasteur como respuesta de la hipótesis teoría de Oparin y experimentos de S.Miller.
- La vida en las diferentes eras geológicas.
evidencia fósil.
- Herencia biológica.

Algunos factores que se transmiten por vía genética, características no transmitidas vía genética, material genético, modificaciones de el material genético.

- Evolución biológica.
selección natural , otros procesos evolutivos.
- Evolución humana.
el hombre en la escala zoológica, reconstrucción evolutiva.

UNIDAD V. Salud humana.

OBJETIVO: Que a través del conocimiento de su cuerpo, el alumno desarrolle hábitos , actitudes , destreza, y valores que le permitan conservar su salud física y mental.

- Problemas de nutrición que favorecen la desnutrición, la obesidad, hábitos alimenticios que favorecen la salud.
- Problemas respiratorios de salud y su prevención.
- Problemas circulatorios de salud y su prevención.
- Adicciones.
tabaquismo, alcoholismo, drogas.
- La automedicación y sus riesgos.
- Higienamental
actividades: deportivas, recreativas, artísticas excursionismo, lectura.

PLAN Y PROGRAMAS DE ESTUDIO DE BIOLOGIA, 1993

ASIGNATURAS

BIOLOGIA I

En este curso se analizan los mecanismos genéticos más importantes. Se pone especial atención en el estudio de la herencia y la vida humana, se analizan aspectos de domesticación, reproducción y salud:

UNIDAD 1

"EL MUNDO VIVO Y LA CIENCIA QUE LO ESTUDIA"

- ° Historia y desarrollo de la Biología
- ° Los seres vivos: el objeto de estudio de la Biología

- El método de la Biología
- El laboratorio escolar
- Prácticas de campo
- Sentido y utilidad de los estudios de Biología

UNIDAD 2

“ EVOLUCIÓN: EL CAMBIO DE LOS SERES VIVOS EN EL TIEMPO”

- Ideas preevolucionistas
 - Las primeras ideas: el fijismo
 - Lamarck
- Darwin y la selección natural
 - Darwin y el viaje del Beagle
 - Las influencias de Darwin: Malthus y Wallace
 - La variabilidad y sus fuentes
 - La selección natural
 - La publicación de “El origen de las especies”
- Evolución, diversidad y adaptación
 - El origen de la diversidad biológica y la especiación
 - El principio de adaptación
 - El neodarwinismo: nuevas evidencias para la teoría de la evolución.

UNIDAD 3

“ LOS SERES VIVOS EN EL PLANETA “

- El origen de la vida
- Las eras geológicas
- Biodiversidad
- La clasificación de los seres vivos

UNIDAD 4

“ Ecología: los seres vivos y su ambiente”

- ¿ Qué es la ecología ?
- Los sistemas ecológicos
- Los ecosistemas
- Consecuencias de la actividad humana en el ambiente
- Acciones para prevenir problemas ambientales

UNIDAD 5

“GENÉTICA: LA CIENCIA DE LA HERENCIA”

- ° Las ideas sobre la herencia antes de Mendel
- Los primeros procesos de la domesticación
- La hibridación
- El descubrimiento de los gametos: espermatozoides y óvulos

- ° Los trabajos de Mendel
- Genotipo y Fenotipo
- Dominancia y recesividad
- Las leyes de Mendel
- Los chícharos: una elección afortunada

- ° El ADN
- El enigma de la estructura del ADN
- El modelo de Watson y Crick
- Funcionamiento general

- ° Cromosomas y genes
- ¿ Qué es un gen ?
- Los cromosomas y su importancia
- El cariotipo

- ° Genética humana
- Herencia ligada al sexo
- Enfermedades hereditarias y alteraciones genéticas
- La interacción entre los genes y el ambiente

- ° La manipulación de la herencia
- Clonación de organismos
- Procesos de inseminación artificial
- Fecundación in vitro

Se debe mencionar que en la primera unidad temática de este grado: "El mundo vivo y la ciencia que lo estudia" presenta los siguientes temas: Evolución y herencia; Darwin y Mendel; y La teoría Sintética de la evolución, ayudan a la formación de ideas para comprender de mejor manera los temas de la quinta unidad temática.

BIOLOGIA 2

UNIDAD 1

"NIVELES DE ORGANIZACION DE LA MATERIA VIVA"

- ° Elementos que forman la materia viva.
- Composición química de los seres vivos: C,H,O,N,S,P.
- El carbono: elemento base de los compuestos orgánicos

- **Compuestos orgánicos inútiles para el hombre(petróleo, plásticos, medicamentos)**

Biomoléculas

- ° **Los carbohidratos: el combustible principal de la célula**
- **Los lípidos: energía de reserva y materia prima de las membranas**
- **Las proteínas: moléculas de usos múltiples (su papel estructural, enzimático, como anticuerpos,etc)**
- **Enzimas: activadores metabólicos**
- **Ácidos nucleicos: las moléculas de la información**
- **Un caso especial: los virus**

La célula

- ° **Desarrollo histórico del concepto de célula**
- **Los trabajos de Roberto Hooke**
- **La teoría celular de Schleiden y Schwann**
- **La célula: unidad anatómica, fisiológica y de origen de los seres vivos**
- **Células procariontes y eucariontes**
- **Diferentes tipos de células en el cuerpo humano**

El sistema membranal

- ° **La membrana celular y sus funciones**
- **Alimentación celular: endocitosis, vesículas y lisosomas,exocitosis**
- **La membrana nuclear y sus funciones**
- **El retículo endoplásmico, los ribosomas y la síntesis de proteínas**
- **Aparato de Golgi y secreción**

El citoplasma

- ° **Las mitocondrias y la respiración celular**
- **Los cloroplastos y la fotosíntesis**

El núcleo y la división celular

- **Los cromosomas**
- **La mitosis**
- **La meiosis**
- **El ADN y la replicación**
- **El ARN y la transcripción**

Funciones de los seres vivos

- ° **Relación tejido-órgano-sistema**
- **Tejidos: su función y su estructura**
- **Organos: su función y su estructura**

Respiración

- ° **La función de la respiración**
- **Organos especializados en la respiración**
- **Respiración aerobia y anaerobia**

- 8.1 Conocer algunos agentes contaminantes del suelo y los efectos nocivos que ejercen sobre los organismos
- 8.2 Conocer algunos agentes contaminantes de la hidrosfera y los efectos nocivos que ejercen sobre los organismos.
- 8.3 Advertir los efectos nocivos que producen algunos agentes contaminantes de la atmósfera sobre los seres vivos.
- 8.4 Valorar la necesidad de contribuir activamente en la solución del problema de contaminación de la biosfera.

En lo que se refiere al programa por asignaturas, se conservó la sistematización de las ciencias, ya que cada una de las asignaturas inicia su estudio con lo más elemental y va desarrollando poco a poco esos conceptos hasta llegar a lo más complejo (que quizá sea lo más integrador). En consecuencia se consideró que los programas por asignaturas eran, en un gran porcentaje, equivalentes al programa por áreas: "Dada la flexibilidad que tienen los programas al ser elaborados por objetivos de aprendizaje estos podrán someterse a ajustes que impongan las diferentes modalidades de la educación media". (SEP,1975).

Se pensaba que los programas eran esenciales ya que contenían lo fundamental de cada asignatura, por lo cual eran comunes y adaptables a las necesidades de cada modalidad, de cada escuela, de cada aula así como de las regiones donde se encuentran ubicadas, aunque se reconoce que no se podían elaborar programas rígidos aplicables en toda la República Mexicana dada la diversidad de situaciones(SEP, 1

PLAN DE ESTUDIOS DE BIOLOGÍA 1992, PROGRAMA PARA LA MODERNIZACION EDUCATIVA.

UNIDAD TEMÁTICA 1

UNIDAD I. DIVERSIDAD: EL MUNDO Y LA CIENCIA QUE LO ESTUDIA

OBJETIVO: Que el alumno advierta que en la naturaleza existe una gran diversidad de formas, estructuras y funciones de la materia viva y conozca que la biología es la ciencia que estudia el mundo vivo.

- La diversidad del mundo vivo: microorganismos, plantas y animales.
- La biología como proceso; cómo investigar en biología, la relatividad del conocimiento científico.
- Investigadores notables en el campo de la biología: Aristóteles, Linneo, Mendel, Darwin, Pasteur.
- Algunos biólogos en el siglo XX: Crick y Watson, Wilson, Lorenz, Alfonso Herrera, Enrique Beltrán, Arturo Gómez Pompa.

UNIDAD II. UNIDAD: células, tejidos y órganos.

- Seres celulares y acelulares, virus y bacterias, plantas y animales.
- Estructura y funciones de la célula; composición química, organelos celulares, funciones de la célula; nutrición, respiración, reproducción.
- Principales tejidos de plantas y animales.
plantas: epidérmico, leñoso, de conducción.
animales: epitelial, sanguíneo, muscular, óseo, nervioso y glandular.
- Algunos órganos de plantas y animales:
en las plantas: raíces, tallos, hojas flores y frutos.
en los animales: piel, órganos digestivos, respiratorios, etc.,
organización en sistemas.
- Nociones de anatomía humana.
localización de sistemas y función general.
Sistema óseo, muscular, digestivo, respiratorio, circulatorio, excretor, reproductor, glandular, nervioso y sentidos.

UNIDAD III. Funciones Biológicas.

OBJETIVO: Que el alumno reconozca las funciones que realizan los seres vivos para mantener la vida, en particular el ser humano.

- Funciones vegetales.
fotosíntesis.
- Funciones animales.
nutrición, respiración, circulación, excreción, reproducción, funciones nerviosas y hormonales.

UNIDAD IV. Continuidad y transformación: herencia y evolución.

OBJETIVO: Que el alumno comprenda los mecanismos que aseguran la continuidad y transformación de los seres vivos y entiendan el proceso de evolución orgánica.

- Origen de la vida.
Experimentos de Redi, Spallanzani y Pasteur como respuesta de la hipótesis teoría de Oparin y experimentos de S.Miller.
- La vida en las diferentes eras geológicas.
evidencia fósil.
- Herencia biológica.
Algunos factores que se transmiten por vía genética, características no transmitidas vía genética, material genético, modificaciones de el material genético.
- Evolución biológica.
selección natural, otros procesos evolutivos.
- Evolución humana.
el hombre en la escala zoológica, reconstrucción evolutiva.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

UNIDAD V. Salud humana.

OBJETIVO: Que a través del conocimiento de su cuerpo, el alumno desarrolle hábitos , actitudes , destreza, y valores que le permitan conservar su salud física y mental.

- Problemas de nutrición que favorecen la desnutrición, la obesidad, hábitos alimenticios que favorecen la salud.
- Problemas respiratorios de salud y su prevención.
- Problemas circulatorios de salud y su prevención.
- Adicciones.
 tabaquismo, alcoholismo, drogas.
- La automedicación y sus riesgos.
- Higiene
 actividades: deportivas, recreativas, artísticas excursionismo, lectura. mental

PROGRAMA DE ESTUDIO DE BIOLOGIA, 1993

ASIGNATURAS

BIOLOGIA I

En este curso se analizan los mecanismos genéticos más importantes. Se pone especial atención en el estudio de la herencia y la vida humana, se analizan aspectos de domesticación, reproducción y salud:

UNIDAD 1

"El mundo vivo y la Ciencia que lo estudia"

- * Historia y desarrollo de la Biología
- * Los seres vivos: el objeto de estudio de la Biología
- * El método de la Biología
- * El laboratorio escolar
- * Prácticas de campo
- * Sentido y utilidad de los estudios de Biología

UNIDAD 2

- * Evolución:El cambio de los seres vivos en el tiempo*
- * Ideas preevolucionistas
- Las primeras ideas: el fijismo
- Lamarck
- * Darwin y la selección natural
- Darwin y el viaje del Beagle

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- Las influencias de Darwin: Malthus y Wallace
- La variabilidad y sus fuentes
- La selección natural
- La publicación de "El origen de las especies"

- * Evolución, diversidad y adaptación
- El origen de la diversidad biológica y la especiación
- El principio de adaptación
- El neodarwinismo: nuevas evidencias para la teoría de la evolución.

UNIDAD 3

* Los Seres Vivos en el planeta*

- * El origen de la vida
- * Las eras geológicas
- * Biodiversidad
- * La clasificación de los seres vivos

UNIDAD 4

* Ecología: los Seres Vivos y su ambiente*

- * ¿Qué es la ecología ?
- Los sistemas ecológicos
- Los ecosistemas
- Consecuencias de la actividad humana en el ambiente
- Acciones para prevenir problemas ambientales

UNIDAD 5

* Genética: La Ciencia de la Herencia*

- * Las ideas sobre la herencia antes de Mendel
- Los primeros procesos de la domesticación
- La hibridación
- El descubrimiento de los gametos: espermatozoides y óvulos

- * Los trabajos de Mendel
- Genotipo y Fenotipo
- Dominancia y recesividad
- Las leyes de Mendel
- Los chicharos: una elección afortunada

- * El ADN
- El enigma de la estructura del ADN
- El modelo de Watson y Crick
- Funcionamiento general

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- * Cromosomas y genes
 - ¿Qué es un gen ?
 - Los cromosomas y su importancia
 - El cariotipo
- * Genética humana
 - Herencia ligada al sexo
 - Enfermedades hereditarias y alteraciones genéticas
 - La interacción entre los genes y el ambiente
- * La manipulación de la herencia
 - Clonación de organismos
 - Procesos de inseminación artificial
 - Fecundación in vitro

Se debe mencionar que en la primera unidad temática de este grado: "El mundo vivo y la ciencia que lo estudia" presenta los siguientes temas: Evolución y herencia: Darwin y Mendel; y La teoría Sintética de la evolución, ayudan a la formación de ideas para comprender de-mejor manera los temas de la quinta unidad temática.

BIOLOGIA 2

UNIDAD 1

- * Niveles de Organización de la Materia Viva*
- * Elementos que forman la materia viva.
 - Composición química de los seres vivos: C,H,O,N,S,P.
 - El carbono: elemento base de los compuestos orgánicos
 - Compuestos orgánicos inútiles para el hombre(petróleo, plásticos, medicamentos)
- Biomoléculas
 - * Los carbohidratos: el combustible principal de la célula
 - Los lípidos: energía de reserva y materia prima de las membranas
 - Las proteínas: moléculas de usos múltiples (su papel estructural, enzimático, como anticuerpos, etc.)
 - Enzimas: activadores metabólicos
 - Ácidos nucleicos: las moléculas de la información
 - Un caso especial: los virus
- La célula
 - * Desarrollo histórico del concepto de célula
 - Los trabajos de Roberto Hooke
 - La teoría celular de Schleiden y Schwann
 - La célula: unidad anatómica, fisiológica y de origen de los seres vivos
 - Células procariontes y eucariontes
 - Diferentes tipos de células en el cuerpo humano
- El sistema membranar
 - * La membrana celular y sus funciones

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

XXX

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- Alimentación celular: endocitosis, vesículas y lisosomas, exocitosis
- La membrana nuclear y sus funciones
- El retículo endoplásmico, los ribosomas y la síntesis de proteínas
- Aparato de Golgi y secreción

El citoplasma

- * Las mitocondrias y la respiración celular
- Los cloroplastos y la fotosíntesis

El núcleo y la división celular

- Los cromosomas
- La mitosis
- La meiosis
- El ADN y la replicación
- El ARN y la transcripción

Funciones de los seres vivos

- * Relación tejido-órgano-sistema
- Tejidos: su función y su estructura
- Órganos: su función y su estructura

Respiración

- * La función de la respiración
- Órganos especializados en la respiración
- Respiración aerobia y anaerobia

Circulación

- * La función de la circulación: transporte de oxígeno y alimentos
- El medio de circulación, sangre, linfa, savia
- Los órganos especializados en la circulación

Nutrición

- * La necesidad del alimento
- Órganos especializados en nutrición

Crecimiento

- * Glándulas y hormonas
- Las etapas del crecimiento de los seres vivos
- Cambios en la talla

Reproducción

- * La función y la reproducción
- Reproducción sexual y asexual
- Órganos especializados en la reproducción

Percepción y coordinación

- * Los órganos de los sentidos
- El sistema nervioso central
- El sistema nervioso autónomo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE EN

Reproducción humana

- Sistema reproductor femenino y masculino
- Caracteres sexuales primarios y secundarios
- Madurez sexual
- Órganos sexuales y su función general

El ciclo menstrual

- La ovulación
- El periodo menstrual

La fecundación y embarazo

- La relación sexual
- La fecundación: unión del espermatozoide y el óvulo
- El desarrollo embrionario
- El parto

Métodos anticonceptivos

- Métodos químicos
- Métodos mecánicos
- Métodos naturales
- Métodos quirúrgicos
- La importancia social de las medidas anticonceptivas

Enfermedades de transmisión sexual

- * ¿Qué es una enfermedad de transmisión sexual?
- Mecanismos de prevención

- Consecuencias para la salud de algunas enfermedades de transmisión sexual (SIDA, sífilis, gonorrea, herpes)

La salud

- * La alimentación: base de la salud
- La importancia de una dieta equilibrada
- ¿Qué son las calorías?
- Los tres grupos de alimentos (cereales y tubérculos; frutas y verduras; leguminosas y alimentos de origen animal)
- ¿Qué comemos los mexicanos?

Enfermedades infecciosas y parasitarias más comunes en el hombre

- Las enfermedades locales más comunes y sus agentes
- Los mecanismos de prevención

Usos de los servicios de salud

- Las clínicas de salud
- La importancia de una opinión especializada sobre la salud

Tabaquismo, drogadicción y alcoholismo

- Las causas de las adicciones
- El tabaquismo y sus consecuencias para la salud
- El alcoholismo y sus consecuencias para la salud
- La drogadicción y sus consecuencias para la salud

TESIS CON
FALLA DE EN

TESIS CON
FALLA DE EN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- Responsabilidad del estudiante hacia la vida
- La importancia del respeto a los seres vivos
 - El papel del hombre en la transformación del planeta
 - El futuro.

En este plan de estudios se sugiere, no tomarlo como un "deber ser", sino tomarlo en términos de sus efectos probables sobre las prácticas escolares cotidianas de la secundaria, puesto que algunas investigaciones se ha demostrado que no son los elementos discursivos de los planes y programas de estudio los que determinan las prácticas. Los elementos operativos más cercanos al maestro son los que tienen más peso en la actividad diaria, como son; materiales didácticos, libros de texto, tiempo suficiente y la estructura del plan de estudios.

En la estructura por áreas se dedican 7 horas de clases de Ciencias Naturales por semana. En la de asignaturas; la clase de Biología únicamente se dedican 3 horas debido a que también se imparten, pero por separado, Física y Química. Así, la suma de horas clase es equivalente al de las áreas.

El plan por áreas contiene ocho materias por grado mientras que en el de asignaturas son 12. En cuanto a las funciones que se espera desempeñe el maestro, se sugiere que este debe de ser guía, conductor y promotor del aprendizaje y favorecer de esta manera el dinamismo y la creatividad de los alumnos, que sean objetivas y prácticas las labores escolares y que propicien la autoevaluación. Esto se traducirá en la conducta del educando para lograr su desenvolvimiento integral, ayudando con esto a la transformación del medio. El uso de libros de texto sólo se sugiere para que desempeñe el papel de auxiliar didáctico.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**