

00357



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**División de Estudios de Posgrado**

**EL PAPEL DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA  
EN LA FORMACION DEL BIOLOGO.**

**T E S I S**

**Que para optar por el Grado Académico de  
MAESTRO EN CIENCIAS  
(ENSEÑANZA E HISTORIA DE LA BIOLOGIA)**

**p r e s e n t a:**

**MA. CRISTINA HERNANDEZ RODRIGUEZ**

**Directora de Tesis: Laura Luz Suárez y López-Guazo**

**FALLA DE ORIGEN**

1995



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 está 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.

**"Eres como la sangre,  
eres el aire,  
la mar, la barca, el remo  
y el navegante.  
Timonel de mi alma más que nadie;  
y aun eres muchas cosas más,  
que me callo y me callan...Madre"**

**(P. A.)**

**A Cristina y Gilberto.**

**"Me acostumbré a guardarte, a llevarte lo mismo  
que lleva uno su brazo, su cuerpo, su cabeza.  
No eres distinto a mí, ni eres lo mismo.  
Eres cuando estoy triste, mi tristeza.**

**Eres, cuando caigo, eres mi abismo,  
cuando me levanto, mi fortaleza.  
Eres brisa y sudor y cataclismo,  
y eres el pan caliente sobre la mesa"**

**(J.S.)**

**A Filiberto**

**A Irene, Gilberto, Susana, Ana Lilia, Sonia y Sergio.**

**A sus hijos y compañeros.**

## AGRADECIMIENTOS.

Deseo expresar mi reconocimiento a las personas que hicieron posible este trabajo:

A la M. en C. Laura Luz Suárez y López-Guazo por el gran apoyo recibido en transcurso de la investigación. Por su disposición, y sobre todo, por el respeto que siempre mostró a mi trabajo.

Al Dr. Jorge González González por los años de trabajo compartido. Por las invaluable sugerencias para que el trabajo fuera coherente. Por sus enseñanzas. Por su confianza.

A la Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez por el apoyo de siempre. Por hacer posible que esté en condiciones de hacer investigación.

Al Dr. Miguel Angel Campos por todo el apoyo que me brindó para la elaboración del trabajo y por sus importantes aportaciones.

A la M. en C. Sara Gaspar H. por el tiempo destinado a la revisión del trabajo y por sus valiosas opiniones que siempre buscaron mejorarlo.

Al Dr. Sergio Martínez y al M. en C. Fedro Guillén por sus útiles sugerencias.

A los profesores del curso de Biología General II por el apoyo recibido para la realización de este trabajo.

Al M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez por todo el apoyo recibido.

A Rafael Serrano, Luis Alvarez y Filiberto Alvarez por el apoyo técnico que me brindaron en el trabajo en el aula.

A Ericka Alvarez por ayudarme en la difícil tarea de transcribir.

A la Dirección de Asuntos del Personal Académico por la beca otorgada para la conclusión de este trabajo.

## INDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION.</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>OBJETIVOS.</b>	<b>5</b>
<b>III.</b>	<b>ANTECEDENTES.</b>	<b>6</b>
	A. Caracterización general del plan de estudios de la Carrera de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM.	6
	B. La Historia y la Filosofía de la ciencia en el contexto del plan de estudios .	15
	C. El curso de Biología General II en el contexto del Plan de Estudios.	16
<b>IV.</b>	<b>MARCO TEORICO.</b>	<b>21</b>
	A. Formación histórico-filosófica de los estudiantes de ciencias.	21
	B. Nuevas Orientaciones en la enseñanza de la ciencia.	24
	C. La historia de la ciencia en la enseñanza.	26
	D. Análisis de diferentes corrientes historiográficas que explican el desarrollo histórico de la ciencia	34
<b>V.</b>	<b>ESTRATEGIA TEORICO-METODOLOGICA.</b>	<b>53</b>
	A. Construcción del objeto de estudio.	53
	B. Observación y registro a través del contacto con la realidad.	64
	C. Reconstrucción del fenómeno de estudio.	66
	D. Recreación teórica.	72

<b>VI.</b>	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.</b>	<b>73</b>
	A. Grupo A	74
	B. Grupo B	97
	C. Grupo C	117
	D. Grupo D	129
	E. Análisis y Síntesis Integral	141
<b>VII.</b>	<b>CONSIDERACIONES FINALES.</b>	<b>151</b>
	A. Sobre los resultados de la investigación.	151
	B. Sobre el enfoque metodológico.	156
	C. Sobre el marco teórico.	158
<b>VIII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>162</b>
	<b>ANEXO 1.</b>	<b>170</b>
	<b>APENDICE 1.</b>	<b>181</b>

## I. INTRODUCCION.

Diversas experiencias pedagógicas han mostrado que la enseñanza de las ciencias en múltiples casos no arriba a los resultados esperados. Los alumnos no aprenden o lo hacen sólo parcialmente, es decir, se limita tanto la apropiación de los conocimientos científicos que la escuela pretende transmitir, como el desarrollo de la creatividad. Esto, además, no constituye un fenómeno aislado; numerosos estudios muestran que en diferentes niveles escolares, países y medios sociales, de lo que los estudiantes conocen (una vez que han finalizado sus estudios), recuerdan muy poco y muchas veces lo que recuerdan es equivocado. En general, son pocos los alumnos que construyen las estructuras cognoscitivas que le permiten continuar con el aprendizaje de la ciencia (Giordan, 1982; Moreno, 1986; Gagliardi, R., 1988, Arca, 1990).

Como respuesta a estas dificultades, en la actualidad se han generado diversos programas que intentan mejorar las condiciones del proceso de enseñanza-aprendizaje de las disciplinas científicas. Se plantea que frente al enfoque positivista de la educación tradicional y de diversas metodologías de enseñanza empleadas en los programas escolares, los estudiantes deben comprender el proceso histórico de construcción de los principios y teorías científicas (Gómez, 1969, Novak, 1982; Moreno, 1986; Gagliardi y Giordan, 1986; Jiménez y Fernández, 1987; Polo y López, 1987; Peñalver, 1988; Gagliardi, 1988; Matthews, 1989; Gil y Pessoa, 1992).

En varios trabajos se ha señalado, que en el nivel superior, de manera particular en la formación de estudiantes de biología, la enseñanza debe tener como objetivo no sólo la definición del conocimiento biológico que debe manejar el alumno en ese nivel educativo, es necesario introducir en su formación, aspectos sobre el proceso social de construcción y apropiación de dicho conocimiento (González González, 1991, 1992a, 1992c). Esto es importante porque los estudiantes deben desarrollar la capacidad de aprender, construir y manejar el conocimiento, con el objeto de adaptarse a las situaciones cambiantes y concientizarse acerca de la repercusión social que el trabajo de los científicos ha jugado históricamente (Ruiz, et al, 1993; Suárez, et al 1993; Hernández, 1992, 1993). Se ha

señalado también que el entendimiento del proceso de producción de conocimiento, de la construcción teórico-conceptual y de las estrategias metodológicas empleadas para ello, son básicos para lograr un mejor aprendizaje de su disciplina, al mismo tiempo que favorecen una formación integral.

Con base en estas consideraciones, éste trabajo partió de una serie de planteamientos generales, con la inquietud de resaltar la importancia de la incorporación de aspectos que ofrecieran a los estudiantes una dimensión real del quehacer en el ámbito de la ciencia. Con esta intención, se estimó que la historia de la ciencia podría favorecer una formación integral, que tan frecuentemente es olvidada y poco reconocida en los programas escolares.

Sin embargo, pese a que la utilidad de la historia de la ciencia se ha analizado en múltiples trabajos, en general su empleo en el aula ha sido limitado, debido a que la enseñanza de esta disciplina constituye una tarea difícil (Jiménez y Fernández, 1987).

El trabajo, entonces, se enfocó a analizar la enseñanza de la historia de la ciencia en un contexto específico, con el propósito de conocer la problemática que implica la enseñanza de esta disciplina en un currículo de ciencia. Esto permitiría conocer y explicar la dinámica de desarrollo de una situación particular, lo que daría puntos de partida para proponer lógicas distintas en su enseñanza. Se partió de la premisa de que es necesario conocer una problemática concreta y comprender su lógica de desarrollo, antes de generar propuestas sobre su transformación.

En este contexto, se determinó analizar cómo se enseña la historia del evolucionismo, tomando como referencia al plan de estudios de la licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. Esta decisión se tomó, por una parte, debido a que la Facultad de Ciencias es el principal centro de formación de biólogos en México, y su plan de estudios constituye el modelo de referencia más importante para la implementación de un gran número de planes de estudio en el país. Con respecto a la temática, la teoría evolutiva constituye el marco teórico que pretende unificar el conocimiento biológico, razón por la que es importante que los estudiantes lo comprendan integralmente, además, es una área muy estudiada desde el punto de vista histórico, lo que facilitaría su estudio.

El plan de estudios de la licenciatura en Biología se ha caracterizado por ofrecer una visión enciclopedista de la enseñanza de esta disciplina; está muy rezagado con respecto al desarrollo teórico y metodológico de la Biología; además de que ha dado poca importancia a la historia y la filosofía de la ciencia.

A pesar de que han habido numerosos intentos de transformación, el programa de estudios continúa vigente desde 1966. Se han desarrollado trabajos que pretenden analizar la problemática de la enseñanza de la Biología en el contexto de dicho plan. Sin embargo, poco se conoce acerca de lo que sucede en el aula.

Por esta razón, para llevar a cabo este estudio se consideró pertinente la elaboración una metodología que reflejara lo que sucede en el salón de clases. Se optó por la realización de una investigación de tipo cualitativo (etnográfico), que ofreciera una descripción de las actividades que realizan maestros y alumnos en el salón de clases.

La metodología etnográfica ha tenido una gran variedad de influencias, tanto de la antropología, la sociología, la psicología clínica, como de la evaluación curricular y de la filosofía social, entre otras (LeCompte, 1992). Tiene por objeto la descripción de un escenario cultural limitado, en este caso: el salón de clases. Pretende analizar el papel de las interacciones cotidianas más que el de las amplias relaciones entre escuela y sociedad (García y Vanella, 1992). Este enfoque busca que la descripción e interpretación de las interacciones que se dan en el aula, permita la generación de teoría que explique aspectos fundamentales del proceso educativo. En este contexto, el salón de clases, aún cuando constituye un marco específico de relaciones sociales, se concibe como un punto de confluencia entre aspectos micro y macrosociales.

Con base en ésta metodología, se desarrolló este estudio, en el cual se definieron como herramientas metodológicas, la observación directa en el salón de clases, la realización de entrevistas a los profesores del curso, y la aplicación de cuestionarios tanto a profesores como estudiantes.

Mediante él, se pudo conocer lo que sucede en el aula; se perfiló el enfoque histórico de los profesores; se analizó la problemática de la enseñanza de la historia del evolucionismo en sus aspectos generales y se conocieron las opiniones de profesores y estudiantes con respecto a la importancia de la formación histórico-filosófica en los biólogos.

Esto ayudó a conocer la problemática de la enseñanza la historia de la ciencia en un contexto específico y aportó elementos para evaluar las implicaciones que se derivan del planteamiento de propuestas que tienden a formular nuevos estilos de enseñanza. Esto último es importante en el contexto actual, en que el sistema educativo nacional analiza y reestructura sus planes y programas de estudio.

En este sentido, el conocimiento de estos aspectos ayudó a detectar elementos clave que deben considerarse a la hora de elaborar alternativas didácticas. Un aspecto que resalta, por ejemplo, es el de la falta de formación de los profesores en este campo. No puede proponerse de manera simplista el empleo de un enfoque histórico en la enseñanza, si no se cuenta con profesores adecuadamente formados para llevarlo a la práctica, y sin propiciar las condiciones que les permitan una mejor formación. Tampoco pueden proponerse sin contemplar el contexto en el que se pretenden ubicar.

Esto no significa que debemos ajustarnos a la viabilidad de cualquier propuesta (si así fuera carecerían de sentido muchos trabajos), sino que es importante que se considere la posibilidad de mediar entre lo deseable y lo real. Sólo de esta manera se podrá lograr consistencia entre las propuestas formuladas, con la realidad que se busca construir.

## II. OBJETIVOS

### **OBJETIVO GENERAL:**

\* Analizar la enseñanza de la historia del evolucionismo, tomando como referencia el curso de Biología General II (Evolución) del plan de estudios de la licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M.

### **Objetivos Particulares:**

\* Conocer el enfoque histórico de los profesores en la enseñanza de la historia del evolucionismo.

\* Conocer, desde el punto de vista del profesor, los problemas existentes en la enseñanza de la historia del evolucionismo.

\* Conocer la concepción de los profesores y alumnos con respecto a la importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral de los biólogos.

### III. ANTECEDENTES.

#### A. CARACTERIZACION GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE BIOLOGIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA U.N.A.M.

La Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. constituye el principal centro de formación de biólogos en México. Su programa de estudios ha tenido un gran impacto en la preparación de profesionales, investigadores y profesores de biología, cuya incidencia se refleja en diferentes ámbitos de actividad. Por esta razón, la carrera de Biología de esta Facultad ha sido el modelo de referencia más importante para la implementación de un gran número de planes de estudio en el país. (Rodríguez, 1987; Lorea, 1987 et al; González González et al, 1992b, 1994).

La licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias surge en 1946, sus planes y programas de estudio se fueron elaborando con base en dos líneas establecidas en la Escuela Nacional de Altos Estudios: Botánica y Zoología, tomándose a éstas como eje, y adicionándoles asignaturas afines que, la mayoría de las veces, respondían a que en ese momento el profesional que las impartía se dedicaba a una rama determinada de la Biología (Islas, 1993).

En 1965, conforme a lineamientos generales sugeridos por las autoridades universitarias, se elaboró un proyecto de reforma de los planes y programas de estudio de la Facultad de Ciencias (Cifuentes, 1975; Alucema, 1986).

El propósito de la reforma fue modernizar los planes de estudio y superar las deficiencias de los planes existentes y así permitir que los estudiantes pudieran disponer "de una fuente de enseñanza suficientemente flexible que les permitiera cubrir diferentes campos de la actividad profesional". El proyecto fue aprobado el 7 de diciembre de 1966 (Cifuentes, 1975; Alucema, 1986).

Por sugerencia de las autoridades universitarias, los planes de estudio siguieron el sistema semestral de créditos. Además, el curriculum de cada carrera estaba formado por un

conjunto de de asignaturas básicas que debían cursarse obligatoriamente y de un cierto número de materias optativas que complementaban la formación profesional de los estudiantes (Alucema, 1986).

Como resultado de las reformas realizadas durante ese período, el plan de estudios de la carrera de Biología fue aprobado en 1966 y se mantiene vigente hasta la fecha.

Desde su origen el plan de estudios responde a la forma de organización más generalizada en la Universidad: el plan por asignaturas o currículo tradicional. Pretende la formación de biólogos generales, sin alguna línea de especialización particular.

## **1. PLAN DE ESTUDIOS.**

La estructura del plan está basada en una organización semestral. La temática del objeto de estudio se analiza por medio de asignaturas independientes, que pretenden ir de lo general a lo particular y se estructuran de lo simple a lo complejo. Los cursos terminales están relacionados con la investigación y otras actividades vinculadas al desempeño profesional de los biólogos. (Lorea et al 1987; Rodríguez, 1987; González González et al, 1992a, 1994).

El diseño del plan implica que se cubran cuatro asignaturas por semestre. Se cursan 7 materias consideradas como "ciencias auxiliares" (Matemáticas Generales I y II, Física, Química, Geología, Físico-Química y Química Orgánica ); 23 materias relacionadas con temas biológicos: 8 cursos que abordan aspectos sobre la diversidad animal y vegetal (Botánica y Zoología I, II, III y IV ); 9 materias relacionadas con aspectos funcionales (Biología Celular, Bioquímica, Histología, Anatomía, Embriología, Fisiología Animal, Biofísica, Genética y Fisiología Vegetal); 3 referentes a procesos (Ecología, Biología General II - Evolución- y Paleontología); 2 materias de aplicación de conocimientos (Biologías de Campo I y II ); una asignatura que pretende dar formación metodológica (Biología General I ); y 4 cursos optativos (seminarios y materias) que los alumnos seleccionan de acuerdo a su interés particular. No existe algún tipo de seriación académica (Lorea, 1987).

En el siguiente cuadro se muestra la estructura curricular del plan:

## PLAN DE ESTUDIOS

### PRIMER SEMESTRE

Matemáticas Generales I  
Física General  
Química General  
Geología

### SEGUNDO SEMESTRE

Matemáticas Generales II  
Física Química  
Química Orgánica  
Biología General I

### TERCER SEMESTRE

Botánica I  
Zoología I  
Biología Celular  
Bioquímica

### QUINTO SEMESTRE

Botánica III  
Zoología III  
Embriología Animal  
Fisiología Animal

### SEXTO SEMESTRE

Botánica IV  
Zoología IV  
Biofísica  
Genética  
Biología de Campo I

### SEPTIMO SEMESTRE

Fisiología Vegetal  
Paleontología  
Ecología General I  
Biología General II o  
Biología Molecular  
Biología de Campo II

#### CUARTO SEMESTRE

Botánica III  
Zoología II  
Histología Animal  
Anatomía Animal Comparada

#### OCTAVO SEMESTRE

Optativas

Desde su creación el plan de estudios ha tenido serios cuestionamientos; se señalan de manera simplificada algunos de sus problemas fundamentales:

- desde su creación ha carecido de una definición clara de objetivos, los planteados son de carácter vago y general;
- ha carecido de una definición clara del perfil del egresado;
- tiene un enfoque fuertemente enciclopedista;
- existe una gran desarticulación entre las materias que conforman el plan, que repercute en una óptica fragmentaria del conocimiento biológico;
- no existe una sólida formación metodológica, el curso de Biología General I, por ejemplo, se reduce a la presentación dogmática del "Método científico experimental" y a nociones elementales de estadística;
- el plan en la actualidad está muy rezagado con respecto al desarrollo teórico y metodológico de la biología contemporánea;
- la historia y la filosofía de la Biología han sido poco consideradas.

En respuesta a esta problemática, se han realizado varios intentos de modificación: de 1973 a la fecha se han formado diversas comisiones (Comisión de Objetivos de la Carrera de

Biología, Comisión de definición y objetivos de la carrera, Comisión Mixta de Reestructuración, etc. ); se han organizado actividades colectivas de análisis (El Microanálisis); han surgido propuestas emanadas de los Consejos de Licenciatura, la más reciente fue llevada a cabo en 1994; se han realizado diversas evaluaciones grupales e individuales (Seminarios de Diagnóstico, etc.) (Lorea et al, 1987; González González et al, 1994; Alucema y Hernández, 1992).

A partir de la definición de un marco de referencia que permitiera la reestructuración de la carrera, los trabajos realizados por estas comisiones pretendieron cubrir el vacío de origen del plan de estudios de 1966, desde su carencia de objetivos hasta su lejanía con la realidad del país. Ante las grandes deficiencias, en la mayoría de los casos, la única vía que se vislumbraba era una transformación total del mismo. El trabajo realizado para definir los objetivos de la carrera, el diagnóstico de la situación de la misma, la elaboración del perfil del biólogo y los proyectos de cambio curricular, giraron en torno a la necesidad de una transformación de la práctica educativa tradicional. Sin embargo, a pesar de dichos intentos, ninguno ha podido implementarse por diversas razones, que van desde las académicas hasta las generadas por problemas internos del Departamento de Biología y por factores administrativos y laborales (Alucema y Hernández, 1993).

Así, a pesar del gran número de intentos de modificación, el plan de estudios del 66 continúa vigente a pesar de las graves deficiencias que presenta. Se han realizado algunos cambios puntuales que han estado encaminados primordialmente a (Islas, 1993):

- Ajustes de orden académico administrativo
- Cambio en los contenidos de los programas (temas)
- Adición de asignaturas obligatorias como: Biología General I (introducción a la Biología Experimental), Biología General II (evolución), Genética, Biología Molecular, Biologías de Campo, y Biofísica, y se amplió el número de asignaturas optativas.

## **2. PERSONAL ACADEMICO.**

El personal académico que participa en esta licenciatura, está formado por profesores de asignatura, profesores de carrera y profesores con horas de apoyo a los laboratorios de investigación del Departamento de Biología. Para los primeros la docencia es la única actividad académica dentro del Departamento; mientras que el personal de carrera realiza en esta Dependencia, además labores de investigación y difusión. El personal de apoyo, como su nombre lo indica, colabora en las diversas actividades que se realizan en los laboratorios, tanto de docencia como de investigación.

### **2.1. Organización.**

Los profesores están organizados en Academias o Coordinaciones de Materia, las cuales agrupan a los maestros que comparten un mismo curso o cursos afines. Las Academias constituyen "las unidades académicas básicas ejecutoras del plan de estudios vigente. Son además una instancia intermedia en la estructura participativa del Departamento de Biología, y permiten la vinculación entre otras instancias de planeación y ejecución académica" (Reglamento Interno de Coordinaciones de Materia del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias).

Las funciones de las Coordinaciones de Materias, entre otras son: elaborar y revisar periódicamente el programa único de la materia; promover la elaboración de material didáctico; revisar los criterios de evaluación del aprendizaje; en coordinación con el Consejo Departamental de Biología, establecer y aplicar los criterios de evaluación de los profesores; en coordinación con el Consejo de Licenciatura de Biología, organizar actividades de preparación técnica y superación académica y pedagógica para los profesores; participar en el proceso de selección de profesores y ayudantes de la materia, entre otras.

Las academias son dirigidas por un coordinador de materia, quien constituye el vínculo entre la coordinación y el Consejo de Licenciatura, además es responsable de ejecutar las actividades planteadas por la misma.

## **2.2. Conformación**

De acuerdo con el informe anual presentado por la Coordinación de Licenciatura del Consejo Departamental de Biología correspondiente a 1993 (Revilla et al, 1993), en el semestre 93-II, la planta académica que participó en el programa estuvo conformada por 421 profesores: 226 profesores de asignatura que impartieron clases en 165 materias obligatorias, 15 Biologías de Campo, 26 materias optativas y 20 seminarios de Biología; 195 ayudantes de profesor que apoyaron a 138 materias obligatorias, 16 Biologías de Campo, 24 materias optativas y 17 seminarios de Biología.

Un total de 44 profesores de carrera impartieron clases en dicho período: 37 como profesores de asignatura y 7 como ayudantes de profesor.

La participación de profesores con horas de apoyo a los laboratorios de investigación fue de 38: 18 profesores de asignatura y 20 ayudantes de profesor.

El resto de la planta docente estuvo conformada por personal de asignatura.

En la siguiente tabla se presenta de manera desglosada, la distribución de los profesores en la licenciatura:

	PROFESORES TITULARES			AYUDANTES DE PROFESOR			TOTAL
	PC	HA	PA	PC	HA	PA	
MAT. OBLIG.	23	12	130	2	11	125	303
BIOL. CAMP O	4	2	9		2	14	31
MAT. OPT.	7	3	16	5	2	17	50
SEM. BIOL.	3	1	16		5	12	37
TOTAL	37	18	171	7	20	168	421
%	8.79	4.28	40.6	1.66	4.75	39.9	100

PC.- Profesor de Carrera

HA.- Profesores de apoyo a los laboratorios de investigación

PA.- Profesores de asignatura

La información global acerca de la participación de los profesores en esta licenciatura nos revela los siguientes porcentajes: profesores de carrera 10.45 %, profesores de apoyo 9.03 %, y profesores de asignatura, 80.52 %.

### **2.3. Grado Académico**

La planta docente que atiende los cursos de licenciatura está formada por 17 Doctores en Ciencias, 126 Maestros en Ciencias, 190 biólogos, 36 pasantes y 2 profesores que no han concluido los créditos de la licenciatura.

### **2.4. Lugar de Adscripción**

Con el propósito de conocer la situación académico-laboral del personal académico con categoría de profesor de asignatura, la Coordinación de la Licenciatura del Consejo Departamental de Biología en 1993 aplicó una encuesta para obtener esta información, que aún cuando no abarca a la totalidad de los profesores, sí ofrece datos significativos que permiten ubicar las actividades que realizan este tipo de académicos.

De un total de 190 profesores que contestaron la encuesta, 64 (33.64%) realizan actividades de docencia en instituciones públicas y privadas; 98 (51.58%) llevan a cabo labores de investigación en centros e institutos externos; 17 (8.95%) son funcionarios (Jefes, Coordinadores, Directores, etc.); 9 (4.74%) realizan diversas prácticas profesionales, y 2 (1.05) laboran como asesores en diversas instituciones.

### **2.5. Formación de los Profesores**

La Coordinación de Licenciatura se encarga de impulsar cursos de actualización para los profesores relacionados con diversos tópicos. Sin embargo en el Departamento de Biología no existen programas que se aboquen de manera organizada, sistemática y permanente a resolver la problemática de la formación docente. De esta manera, las actividades que en este sentido se realizan, se reducen a cursos aislados, ya que no existe algún proyecto consistente que resuelva las necesidades de formación de los profesores que apoyan esta licenciatura.

En suma, se puede señalar que la licenciatura está parcialmente a cargo de profesores de carrera y fundamentalmente es atendido por profesores de asignatura y ayudantes por horas. Un porcentaje alto de estos profesores (80 %) tienen las horas de clase como única interacción con el Departamento de Biología y la mayoría realizan otro tipo de actividades fuera del Departamento. La formación y actualización depende del profesor, quien participa en actividades autodidácticas, lo que refleja, en este sentido, la falta de compromiso institucional (Revilla et al, 1993; González et al, 1994).

## **B. LA HISTORIA Y LA FILOSOFIA EN EL CONTEXTO DEL PLAN DE ESTUDIOS.**

La Historia y Filosofía de la Biología son áreas que poco se ha impulsado en torno a la formación de biólogos. Dentro del grupo de materias obligatorias, no se encuentra alguna que tenga por objeto analizar estos temas. Anteriormente un grupo de trabajo denominado "Ciencia y Sociedad", impartía cursos que intentaban un enfoque histórico-filosófico, sin embargo, recientemente se orientan más a la impartición de temas relacionados con la problemática ambiental. Existe una materia de carácter optativo denominada "Introducción a la Historia de las Ciencias Biológicas" donde se presenta un análisis general del desarrollo histórico de la Biología. Otro curso optativo con un fuerte contenido histórico, es el de "Polémicas Contemporáneas en Evolución" donde se analizan aspectos fundamentales de la historia de las teorías evolutivas. Estos cursos, sin embargo, no son obligatorios y tampoco se encuentran dentro de los de más demanda por parte de los estudiantes; los cursan aquellos alumnos que tienen interés particular en estos temas. En el contexto del plan en general, existen serias deficiencias formativas en este campo.

Las materias obligatorias algunas veces contemplan dentro de sus temarios, la presentación del desarrollo histórico de la disciplina, normalmente en la parte introductoria de los cursos. De acuerdo con los temarios oficiales de 28 materias obligatorias 7 consideran a la historia en la parte introductoria. Esto no significa que las materias tengan un enfoque histórico; la mayoría de ellas manejan una concepción positivista de la metodología de la ciencia y en lo general, los profesores tienen limitaciones formativas, con respecto a esta orientación.

## C. EL CURSO DE BIOLOGIA GENERAL II (EVOLUCION) EN EL CONTEXTO DEL PLAN DE ESTUDIOS.

El curso de Biología General II se ubica en el 7º semestre de la carrera. Tiene un enfoque totalmente teórico, es decir, no contempla algún tipo de actividad práctica de campo o de laboratorio; y pretende ofrecer al estudiante un panorama general del evolucionismo.

Tiene un carácter semioptativo, es decir, los estudiantes pueden cursar esta materia o el curso de Biología Molecular. Así, habrá alumnos que nunca cursen la materia de Evolución, siendo la teoría evolutiva, el marco teórico unificador de la Biología; del mismo modo que la Biología Molecular, es en la actualidad una disciplina que está revolucionando muchas concepciones vigentes en la Biología. Esto refleja una de las mayores incongruencias del actual plan de estudios y lo poco actualizado que se encuentra.

El programa del curso ha sido modificado varias veces, dependiendo de los intereses de los profesores a su cargo (Gonzalez comunicación personal, 1993). El programa más reciente fue elaborado en 1988, siguiendo las políticas académicas del Consejo de Licenciatura de Biología en funciones.

A continuación presentamos un análisis general de dicho programa.

### 1. Consideraciones sobre el programa del curso vigente.

El curso de Biología General II tiene la intención de presentar los aspectos centrales del evolucionismo, así, define como objetivos principales (**Ver temario. Anexo 1**):

- Que el alumno tenga una visión actualizada de la teoría de la evolución, considerando los mecanismos fundamentales para el cambio evolutivo.
- Que el alumno conozca los avances recientes de la evolución molecular, genética de poblaciones y ecología evolutiva para la especiación y adaptación; y en sistemática, paleontología y biogeografía para el proceso de macroevolución.

- Que el alumno conozca la evolución humana en sus aspectos biológicos y sus implicaciones éticas y sociales.

El programa del curso presenta varios problemas, que de manera global se plantean a continuación:

#### Aspectos generales:

- Un programa dentro de un plan de estudios, debe servir de guía para los alumnos y profesores, pero particularmente en el caso de la licenciatura, dado que la mayor parte de los maestros son de asignatura y por tanto no son personal involucrado directamente con las actividades del área. Por esta razón, los programas de las diferentes asignaturas, deben ser lo suficientemente claros y específicos para que garanticen que se abordará cierta temática y la profundidad de la misma. En este sentido, el programa que se analiza, no cubre este requisito.

- El programa es muy amplio, incluye temas que podrían ser analizados en cursos independientes (Ej. Sistemática, Biogeografía y Evolución del Hombre)

#### Aspectos particulares:

- Con relación al primer punto del temario que corresponde al contexto histórico (**Ver temario. Anexo 1**) se da el mismo peso a periodos históricos donde no hubo desarrollo ni planteamientos evolucionistas, que comprende Sócrates, Platón, Aristóteles, cuya posición alrededor de la transformación de las especies, en el sentido del cambio de una especie por otra, no implican o incluyen un panorama sobre la evolución de lo vivo; y no se resalta aspectos fundamentales para la comprensión del desarrollo histórico del evolucionismo (Buffon, Lamarck, Darwin, Wallace, etc.) (Limoges, 1976; Blanc, 1982; Mayr, 1983; Ruiz, 1987a; Ruiz, 1987b; Stebbins y Ayala, 1988; Bowler, 1989).

- A lo largo del programa deben señalarse diversos conceptos centrales dentro del marco de la teoría que los propuso, no de manera aislada como están señalados en el temario. En este

sentido, en el contexto histórico no se hace referencia a las críticas al Lamarckismo, ni a los aspectos que de él se incluyen en el panorama de la variación que contempla la teoría darwiniana. Por otra parte, no se hace mención de las limitaciones que el propio Darwin establece dentro de su obra "El Origen", en el sentido del gradualismo evolutivo (Capítulo VI), ni en la teoría de la pangénesis como explicación *ad hoc* para el mantenimiento de la variación sobre la que opera la selección natural (Limoges, 1976; Blanc, 1982; Mayr, 1983, 1987; Ruiz, 1987a; Ruiz, 1987b; Stebbins y Ayala, 1988; Bowler, 1989).

- Las críticas al darwinismo y las diversas propuestas del último cuarto del siglo XIX, como alternativas al darwinismo, y el desarrollo de la genética en los primeros 20 años del siglo XX, no están contempladas en el programa (Limoges, 1976; Blanc, 1982; Mayr, 1983, 1987; Bowler, 1989).

- Se señala la síntesis de los treinta (i.e.iv.) "Neodarwinismo o Síntesis evolutiva", lo que refleja un problema de concepción o falta de información. La teoría sintética moderna o neodarwinismo surge en 1947 en el Congreso de Princeton y el primer intento de síntesis evolutiva de los años 30s - Fisher, Wright y Haldane - se refiere al planteamiento general de la genética de poblaciones, que fue notablemente matemático y por tanto poco apreciado por la mayor parte de los biólogos de la época, aunque en la actualidad se está revalorando (Limoges, 1976; Blanc, 1982; Mayr, 1983, 1987; Bowler, 1989).

- Falta incluir en el contexto histórico la separación que en torno al problema de las causas de la evolución provocaron las dos corrientes dominantes: seleccionistas vs. mutacionistas, que condujo posteriormente a la síntesis de los 30s, de cuyo impacto se derivó la síntesis que surgió del acuerdo de Princeton en 1947, en donde se revalora además de la mutación y la selección natural, el papel del azar a través del mecanismo propuesto por Wright (Limoges, 1976; Blanc, 1982; Mayr, 1983, 1987; Bowler, 1989).

- Entre los incisos e y f del punto 1 (comprensión del mundo griego-situación actual), no se señalan qué factores promovieron el desarrollo de nuevas alternativas teóricas para explicar la evolución a nivel molecular (neutralismo), es decir, no se considera el contexto de la biología evolutiva posterior a los años 50s y la controversia gradualismo-saltacionismo

reforzada en los años 70s por la teoría del equilibrio puntuado.

Dado que este programa señala como objetivo general "presentar un panorama actualizado de la teoría de la evolución", se señalan a continuación algunos factores que debieran reconsiderarse:

- Respecto al punto 2 "Contexto ecológico y genética del proceso evolutivo" se señalan una serie de conceptos de manera aislada, sin que orienten cuál debe ser el enfoque de ellos en el contexto del evolucionismo (a, b y c); por otra parte se señala la coevolución en un punto independiente del programa (6) aislado del contexto ecológico, aún cuando estos temas pueden estar incluidos en él.

- Todos los conceptos genéticos que se mencionan en los incisos 2. d, e y f (Genotipo, Dogma Central y Gene), se señalan de manera aislada, no tienen una secuencia lógica ni coherencia interna dentro del punto en el que se sugiere sean abordados.

- En el punto 2.d (Genotipo), no es lógico que se discuta el concepto de heredabilidad, o las Leyes de Mendel posteriores al concepto de caracteres poligénicos. Esta última aportación de la genética de la segunda mitad del siglo XX.

- Respecto al inciso f del punto 2 del programa (Gene), el tema de elementos móviles y el de evolución concertada son muy especializados para el objetivo general que plantea el curso.

- El punto 4 que contiene a) migración, b) mutación, c) selección natural y d) deriva génica, presenta temas que están considerados fuera del contexto teórico, lo cual es inadecuado, si el programa pretende que el alumno logre una comprensión global e integrada del evolucionismo.

- Con relación al punto 5, nuevamente se maneja el concepto de adaptación, fuera del contexto del darwinismo, y sólo se menciona en el ámbito de la selección sexual (inciso c). En el darwinismo el concepto de adaptación es más amplio, no sólo contempla la selección sexual. Se señalan patrones, reglas ecogeográficas y estrategias adaptativas, concepto éste

último, vigente a finales de los años sesentas y no se señalan conceptos actuales (historias de vida).

- Respecto al concepto de especie y especiación (puntos 7 y 8), pueden manejarse dentro del contexto teórico del evolucionismo: darwinismo y especiación simpátrica, Wagner y la especiación geográfica; síntesis moderna: especiación geográfica como mecanismo promotor del aislamiento reproductivo.

- El punto 9. a (definición de algunos términos: paralelismo, convergencia, etc.), se analiza fuera del contexto de la especiación, a pesar de su íntima relación. El punto 9 b (registro fósil; eras y períodos; extinciones y revoluciones) es repetitivo con los contenidos temáticos del curso de paleontología.

- El punto 10 evolución humana, es excesivo dada la amplitud del programa. Los puntos 11 (Sistemática ) y 12 (Biogeografía), podrían ser motivo de otros cursos.

## **2. Consideraciones generales sobre los profesores que imparten el curso de evolución.**

En el semestre 93-1 el curso de Biología General II (Evolución) fue impartido por 9 profesores, que conformaron 6 grupos por semestre. En su mayoría (6), los profesores se encuentran en la categoría de profesores de asignatura, aunque existen algunos que forman parte del personal de carrera de otros centros de investigación de la UNAM y de la UAM. Del total de profesores 1 es doctor en ciencias, 1 maestro en ciencias y 7 son biólogos. Su antigüedad en la asignatura de Biología General II oscila entre los 2 y los 12 años.

## IV. MARCO TEORICO.

### A. FORMACION HISTORICO-FILOSOFICA DE LOS ESTUDIANTES DE CIENCIAS.

A pesar de que uno de los objetivos de la enseñanza superior, es la formación de investigadores; generalmente los planes de estudio y medios de enseñanza no brindan al estudiante los elementos que lo capaciten para solucionar problemas concretos de investigación o para la toma de decisiones en cuanto a las políticas científicas en el área en que se desarrollan (Hernández, 1992; Hernández, et. al. 1993; Ruíz, 1993; Suárez et al. 1993).

Los estudiantes de ciencias, generalmente están mal preparados en los aspectos metodológicos relacionados con su área de conocimiento (Gil, 1986; Suárez, 1993). Con relación a la formación teórico-conceptual normalmente existe un desfase entre el tiempo en que se produce el conocimiento científico y el momento en que éste se introduce en los programas de enseñanza (Mendoza y Rojo, 1992). Además de que en la exposición de los paradigmas vigentes, la mayoría de las veces no se señala la forma como se contruyeron (Matthews, 1989; Gil, 1986; Kuhn, 1982; Winchester, 1989).<sup>1</sup>

Los alumnos, en la mayoría de los casos, suponen que la ciencia tiene un desarrollo progresivo, acumulativo y lineal, y que los conocimientos que se enseñan en la escuela son hechos acabados y verdaderos. <sup>2</sup> Pocas veces tienen una visión clara del proceso de producción del conocimiento científico y de los errores a los que los científicos enfrentan para llegar a la construcción de una teoría. De esta manera, la mayoría de los alumnos tienen

---

<sup>1</sup> La concepción de paradigma que manejamos es la planteada por Barnes, analizando a Kuhn: "un paradigma es una realización científica vigente, un problema-solución concreto, que ha generado aceptación universal en el mundo científico como procedimiento válido, y también como modelo de procedimiento válido para uso pedagógico". (Barnes, 1982).

<sup>2</sup> En la actualidad, el problema de la objetividad y progreso en la ciencia sigue siendo uno de los debates más importantes para filósofos, historiadores y sociólogos de la ciencia, y aún para los mismos científicos.

una concepción positivista de la naturaleza y producción del conocimiento científico (Novak, 1982 ; Gil, 1986; Mendoza, 1992).

En la enseñanza de la biología, en particular, casi nunca se contemplan los diferentes tipos de problemas que con relación a los seres vivos se han planteado a lo largo de la historia; pocas veces se señalan las diversas aproximaciones que desde posiciones filosóficas, marcos teóricos y estrategias metodológicas distintas, interpretan algún problema biológico (Suárez et al. 1993; Hernández, 1992; Hernández et. al. 1993).

La enseñanza de la historia de la ciencia, la mayoría de las veces se reduce al "relato" de una serie de acontecimientos y "personajes famosos" que han precedido y dan fundamento al conocimiento actual (Hernández, 1992); de ésta manera se le concibe como una trayectoria hacia el conocimiento presente; al mismo tiempo que éste es validado (Kuhn, 1982).

Gran parte de los contenidos conceptuales de planes de estudio, cursos, libros de texto y otras herramientas de enseñanza, están enfocados a la presentación de conjuntos de conocimientos que las comunidades científicas actualmente consideran válidos. Debido al contexto en el cual se presenta, el contenido de los libros de texto, por ejemplo, es automáticamente creído por los estudiantes, ya que provienen de fuentes "autorizadas" o "autoritarias" como son las comunidades científicas (Kuhn, 1982).

Kuhn ha señalado que la formación de científicos está centrada en el aprendizaje de los "paradigmas" dominantes. Así, los alumnos estudian detalladamente las estructuras conceptuales y estrategias que el "paradigma" actual considera válidas; sin embargo, ésta formación no incluye la reflexión sobre él, ni la ubicación de la ciencia como actividad social (Kuhn, 1982; Matthews, 1989)

El contenido de cursos, libros de texto, etc. generalmente esta estructurado con base en teorías y enunciados que han resuelto un cierto tipo de "problema" biológico, sin plantearles las diferentes formas y estrategias por medio de las cuales éste ha sido interpretado o explicado (Winchester, 1989). Dicho de otra manera, el contenido conceptual que se presenta a los alumnos no contiene problemas, sino únicamente soluciones (Otero, 1986).

Esto puede tener como consecuencia que el conocimiento científico les parezca un conjunto de datos arbitrarios e inconexos, hecho que tiene profundas implicaciones en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y en su capacidad para formular y resolver problemas de investigación (Moreno, 1986; Otero, 1986; Peñalver, 1988).

Otero (1986) señala que de acuerdo con la teoría del aprendizaje de Ausubel, el aprendizaje significativo tiene lugar cuando el que aprende conecta de manera no arbitraria la nueva información a ideas que ya posee (Ausubel, 1972). Por tanto al suprimir los elementos involucrados en las reformulaciones conceptuales de la ciencia, para fines pedagógicos, desaparece el componente que hace menos arbitrario su contenido.

El conocimiento es transmitido casi a manera de "recitaciones" que el estudiante debe aprender y reproducir en exámenes u otros instrumentos de evaluación (Moreno, 1986; Peñalver, 1988). Normalmente se le presenta una exposición de teorías, seguidas de experimentos y demostraciones que las refuercen. Sin embargo, esta corroboración sólo puede percibirla quien ha comprendido previamente cuáles han sido las bases conceptuales, metodológicas e históricas en las que se fundamentan dichas teorías y el contexto en cual se construyeron; cuando ésto no sucede los resultados de la experiencia se transforman en un dato más que debe creerse (Moreno, 1986; Peñalver, 1988).

Dado lo anterior, puede señalarse que la enseñanza de la ciencia constituye un problema altamente complejo. Cuando se introduce en la escuela, normalmente se presentan dos tendencias (Winchester, 1989):

- a) la ciencia se presenta como algo con resultados pero sin historia;
- b) la ciencia se trata como algo que puede ser captado por los ejemplos de trabajo de los libros científicos.

Ambas actividades, es decir, el análisis de los resultados de la ciencia y de los ejemplos científicos estándares, son importantes para la iniciación en las complejas actividades involucradas en una disciplina científica. Sin embargo, de acuerdo con Winchester, fallan al

no transmitir al estudiante: la excitación del descubrimiento científico; los problemas conceptuales para el desarrollo de nuevos dominios en la investigación científica o el avance de los viejos; la gran cantidad de dificultades en la interpretación y construcción de las teorías; y los problemas filosóficos, morales, éticos a los que se enfrentan los científicos durante el proceso de construcción de una teoría (Winchester, 1989; Tamir, 1989).

## **B. NUEVAS ORIENTACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIAS.**

En respuesta a esta problemática, se han generado diversos programas para mejorar la enseñanza de la ciencia. Se plantea que frente al enfoque positivista, los estudiantes deben comprender el proceso del desarrollo histórico de los principios y teorías científicas (Novak, 1982; Bensaude Vincent, 1982; Brody, 1984; Ziman, 1985; Manuel, 1986; Moreno, 1986; Catalan y Catany, 1986; Peñalver, 1988; Jiménez y Fernández, 1987; Gagliardi y Giordan, 1986; Gagliardi, 1988; Polo y López, 1987; Russell, 1988; Matthews, 1989; Brackenridge, 1989; Martin, 1990; Hendrick, 1991; King, 1991; Kinnear, 1991; Gauld, 1992; Gil y Pessoa, 1992).

Diversas investigaciones se han enfocado a argumentar la importancia de la historia en el aprendizaje de la ciencia. Uno de los principales representantes ha sido Piaget quien ha señalado que el pasado de la ciencia puede iluminar el presente de la ciencia del aprendizaje. De esta manera, se considera que el entendimiento de los obstáculos en el desarrollo científico, puede dar luz sobre los problemas del aprendizaje individual (Matthews, 1989).

El constructivismo, paradigma fundamental en el marco de la teoría educativa contemporánea, destaca la importancia de la historia y filosofía de la ciencia. Esta corriente es una variante de Piaget inspirada en las teorías de aprendizaje cognitivo, donde Novak (1982) es uno de sus más importantes representantes. Tiene un enfoque antiempírico y anticonductista, además de poseer una fuerte influencia de connotados epistemólogos (Kuhn, Toulmin, Bachelard, etc.) (Matthews, 1989).

Novak (1982) plantea que en la escuela se ha extendido el mito de que la ciencia posee un método para llegar a la verdad, que está libre de juicios de valor y es inalterable. En la actualidad, sostiene, este mito es atacado, siguiendo un nuevo enfoque de la ciencia como empresa humana, cuyos métodos y concepciones cambian en la medida en que lo hace la sociología de la comunidad científica. Estos aspectos tienen grandes implicaciones en la educación, sin embargo, la historia y la filosofía de la ciencia ha sido casi ignorada en la práctica educativa.

Así mismo, señala que una mejora en el enseñanza de la ciencia debe conducir a resaltar el carácter humano de la ciencia; que es necesario considerar que la estructura conceptual está en evolución; que los métodos son contingentes, que sirven para generar conocimiento y que son resultado del trabajo de individuos creativos que interactúan con la totalidad de la experiencia, que se modifican en el marco de la ciencia misma. Por ello, el desarrollo teórico, la experimentación, los modelos interpretativos deben considerarse en su carácter provisional y dinámico (Novak, 1978; 1982; 1988a; 1988b). Sostiene, además, que el desarrollo evolutivo de los conceptos es fundamental en el entendimiento humano. Aún cuando los conceptos cambian, su comprensión constituye la base para el entendimiento de una disciplina de conocimiento. Por ello, la persona interesada en comprender un campo determinado, deberá conocer los conceptos de dicho campo y adquirir el conocimiento de los métodos que favorecieron la evolución de los conceptos.

Con este enfoque se han desarrollado diversos trabajos, sin embargo, se ha señalado que no basta con diseñar cuidadosamente un currículo, si no se pone atención a la formación de profesores que se encargaran de instrumentarlo.

En este sentido, Gil y Pessoa (1992) plantean que para lograr un cambio de orientación en la enseñanza tradicional, los profesores deben tener conocimiento acerca de diversos ámbitos. Uno de los más importantes, es conocer la disciplina a enseñar. Esto implica manejar, entre otras cosas, las siguientes :

\* Tener conocimientos acerca de los problemas que originaron la construcción de los conocimientos científicos. Esto significa, conocer la historia de su disciplina, no sólo como

un aspecto importante de la cultura científica general, sino como una manera de vincular los conocimientos científicos con su proceso de construcción, a fin de que éstos no parezcan construcciones arbitrarias;

- \* Tener conocimiento acerca de las orientaciones metodológicas implicadas en el proceso de construcción del conocimiento científico. Es decir, es importante que los profesores comprendan la forma en que los científicos abordan los problemas, las características de la investigación científica, los criterios de validación y aceptación de las teorías, etc.;

- \* Tener conocimiento de las interacciones Ciencia-Técnica-Sociedad que están asociadas al proceso de construcción de conocimiento científico, con el objeto de ayudar a desmitificar la imagen típica de neutralidad de la ciencia que está muy extendida en la enseñanza;

- \* Tener conocimiento de los desarrollos científicos recientes y sus perspectivas, con el objeto de transmitir una imagen dinámica de la ciencia;

- \* Estos conocimientos, deben traducirse en la capacidad de los profesores de saber seleccionar contenidos adecuados, que ofrezcan una visión actual de la ciencia que sea más accesible para los estudiantes.

De esta manera, en la actualidad las nuevas orientaciones en la enseñanza pretenden hacer más coherente la relación entre la ciencia que se transmite y la que se hace. Con este enfoque no se pretende enseñar historia y filosofía de manera aislada, sino se busca realzar el aprendizaje y promover los grandes saberes intelectuales y logros de la ciencia, con el objeto de mejorar nuestro entendimiento de cómo y en qué sentido, la ciencia ofrece una explicación del mundo en que vivimos (Matthews, 1989).

### **C. LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA ENSEÑANZA.**

Existen diversas formas mediante las cuales la historia de la ciencia puede ser empleada en la enseñanza. Aunque entre sí no son excluyentes, a continuación las diferenciamos para presentar algunas de las orientaciones más importantes.

## 1. Como tema de enseñanza.

Normalmente la historia de la ciencia como tema de enseñanza es utilizada de la siguiente manera :

- a) Como parte introductoria de los cursos o unidades de aprendizaje;
- b) Como criterio para organizar los temas de una unidad didáctica;
- c) En forma de biografías o mediante la utilización de textos científicos que den cuenta de una investigación o descubrimiento importante.

Estas estrategias, aunque en sí mismas, aporten elementos para la comprensión de los temas a estudiar, es importante que estén enmarcadas dentro de una estrategia general de aprendizaje, que ofrezca una visión real del desarrollo histórico de una disciplina, y que no constituya una masa más de información que el estudiante no pueda asimilar.

Como tema de enseñanza la historia de la ciencia puede ser empleada, por ejemplo, para generar discusiones sobre aspectos centrales de la ciencia, como es el caso de la "verdad" científica. Mediante el uso de esta herramienta didáctica puede mostrarse que los conocimientos que actualmente se consideran válidos, no son "verdades eternas", sino construcciones realizadas en un contexto social definido y con una validez temporal (Bensaude-Vincent, 1982; Gagliardi y Giordan, 1986; Cordero, 1987; Matthews, 1989; Bellack, 1989; Flores y Gallegos, 1993;).

Las discusiones en torno a los períodos de grandes transformaciones científicas puede mostrar la influencia de los factores sociales, económicos y políticos que entraron en juego para la aceptación y legitimación de una teoría. Esto puede ofrecer al estudiante herramientas conceptuales para comprender el estado actual de la ciencia como institución social, que le sirva para conocer su estructura actual, su relación con el poder, su ideología, así como los sectores que la controlan y se benefician con los resultados de esta actividad (Catalan y Catany, 1986; Gagliardi, 1988).

La historia de la ciencia puede utilizarse, entonces, como un medio para analizar la relación de la ciencia con la política, la generación de tecnología y los mecanismos de apropiación y control de los conocimientos científicos por parte de la sociedad. La escuela debe lograr que los alumnos comprendan los mecanismos sociales que conducen a la apropiación de los conocimientos y los riesgos que implica su utilización (idem.). En este mismo sentido, la historia de la ciencia puede mostrar cómo se reproducen y se legitiman las ideas dominantes de una sociedad y cómo se construye la ideología dominante. Estos elementos pueden ayudar a la comprensión de sistemas tan complejos, y con tantas interacciones, como son las sociedades humanas. (idem.).

## **2. Para generar discusiones sobre el proceso de construcción del conocimiento científico.**

La historia de la ciencia puede ser un excelente medio para introducir discusiones sobre los mecanismos de construcción del conocimiento científico. Esto es en particularmente importante debido a que puede favorecer el rechazo de la concepción positivista de la ciencia que está tan generalizada en la escuela, y que ofrece una imagen falsa de la ciencia y de su desarrollo histórico (Novak, 1982; Gagliardi y Giordan, 1986; Stewart et al, 1991).

En particular, puede ayudar a superar la idea de que todo conocimiento científico es verdadero y que se llega a él por medio de la acumulación de experiencias exitosas. La historia debe dejar de verse como la serie de descubrimientos sucesivos, realizados por sabios geniales, que de manera continua han aportado una piedra al "gran edificio del saber". Es necesario que los estudiantes comprendan las dificultades, los obstáculos y los errores de todo tipo que los científicos tuvieron que pasar para llegar a la elaboración de una teoría, sin dejar de lado, el contexto en el cual se construyó (idem.).

Gagliardi y Giordan (idem.) señalan, "La realidad es mucho menos simple, pero más apasionante de lo que se supone habitualmente. La construcción del mínimo elemento de racionalidad es el producto de una construcción compleja que se inscribe necesariamente en una historia de ideas. Es una explicación extravagante y abusiva concebir la historia lineal y monodimensional. Del mismo modo es incorrecto ver la racionalidad como el simple

resultado de una ruptura. Los caminos que llevan a un comienzo de estructuración más racional son muy sinuosos. Ellos ponen en relación elementos muy heterogéneos, y desde que se profundiza el análisis, las rupturas no son jamás tan netas como ellas parecían a priori. La ruptura sólo aparece claramente a posteriori. Ella se justifica en las facilidades de la argumentación o de la pedagogía" (pág. 257). En base a esto, consideran, "los estudiantes deben obtener un panorama de la evolución de las ciencias que les sirva para comprender las dificultades del conocimiento, la necesidad de pasar por ciertas etapas, los riesgos de perderse en callejones sin salida. Tal vez lo más importante a comprender es el hecho que en cada momento los científicos eran coherentes, es decir no pensaban en << términos actuales >>, sino que utilizaban las herramientas lógicas del medio y su época" (idem. pág. 257).

La historia de la ciencia, de esta manera, puede constituirse como una herramienta para generar discusiones sobre lo que es conocer y cómo se conoce. Debe mostrar que el conocimiento actual es resultado de un proceso largo, donde algunas experiencias no son suficientes para cambiar una teoría, donde los factores sociales tienen un peso importante. Esto puede ayudar a desmitificar la imagen de la ciencia y sobre todo, a favorecer la comprensión de la teorías actuales, ya finalmente el conocimiento de éstas constituye uno de los objetivos centrales de la enseñanza de la ciencia.

### **3. Como herramienta para diferenciar el proceso de construcción de conocimiento a nivel social e individual.**

Todo modelo de enseñanza de las distintas disciplinas científicas, se basa implícita o explícitamente en una concepción de lo qué es la ciencia y cómo se construye. A partir de ésta concepción, se definen estrategias (prácticas de laboratorio, desarrollo de experimentos, etc.), que pretenden reproducir en la escuela, el trabajo que llevan a cabo los científicos. Sin embargo, la mayoría de los programas de enseñanza asumen un enfoque fuertemente inductivista, que dista mucho de ser el método mediante el cual los científicos lleguen a la construcción de las teorías (Ruiz, 1993), además de que se olvidan muchos de los aspectos centrales de la actividad científica (Jiménez, 1994).

En este sentido, la historia de la ciencia puede ayudar a diferenciar el proceso de construcción de conocimiento a nivel social e individual, que tan frecuentemente se confunde en los programas escolares. Gagliardi (1988) plantea, "los alumnos no hacen ciencia en clase. La ciencia es una actividad institucional, integrada, en la que se aceptan implícitamente o explícitamente ciertas teorías previas, y en la cual se utilizan métodos aceptados por la comunidad científica. La actividad en clase de los alumnos no es similar a la actividad científica " (pág. 295).

La discusión y análisis de estos problemas pueden ayudar a definir currícula más coherentes y consistentes tanto con el aprendizaje de los estudiantes, como con el proceso de construcción de la ciencia.

#### 4. En la definición de **Obstáculos para el aprendizaje.**

Actualmente se plantea que el aprendizaje de los alumnos constituye un proceso de construcción de conocimiento. Con este enfoque, el estudiante deja de concebirse como el sujeto que recibe pasivamente la información, para convertirse en un individuo que selecciona, asimila, procesa, interpreta y construye significados a partir de sus propias concepciones y de los contenidos y estrategias de enseñanza (Giordan, 1987). Por ello, uno de los objetivos de la pedagogía de la ciencia es estimular a los estudiantes a superar los obstáculos en la construcción de su propio conocimiento (Gagliardi, 1988). Esto significa, abandonar el estilo de enseñanza basado en la repetición de información que el alumno no puede comprender, para generar estrategias y definir contenidos que posibiliten al estudiante realizar un trabajo cognitivo que le permita superar los obstáculos del aprendizaje (Wandersee, 1985; Gagliardi y Giordan, 1986; Gagliardi, 1988; Villani, 1992).

Gagliardi (idem.) señala que existen tres tipos de obstáculos en el aprendizaje de las ciencias:

- a) Los obstáculos derivados del desarrollo de la inteligencia, denominados -obstáculos lógicos;
- b) Los obstáculos derivados de problemas afectivos o psicológicos (rechazo a la clase, desvaloración del alumno, tabús, etc.);

c) Los obstáculos derivados de la estructura del sistema cognitivo, denominados -obstáculos epistemológicos-.

De acuerdo con este autor, la capacidad de construir un nuevo conocimiento está dada por la influencia de estos tres tipos de obstáculos, los cuales están íntimamente relacionados. Sin embargo, señala que al tratar específicamente los obstáculos epistemológicos, puede llevarse a cabo la modificación de los dos obstáculos restantes. Esto puede ser posible, debido a que la transformación cognitiva del alumno (que implica una transformación en su estructura lógica), puede estimular su autoestima, y con ello favorecer la superación de muchos obstáculos afectivos.

La determinación de los obstáculos epistemológicos, sostiene Gagliardi (idem.), es uno de los aspectos fundamentales en la transformación de la enseñanza de las ciencias, ya que se parte de la perspectiva de la construcción del conocimiento y no de la memorización de información. De esta manera, la determinación de los principales obstáculos epistemológicos, significa la posibilidad de conocer la transformación conceptual de los alumnos para poder establecer currícula más flexibles que puedan ser modificados en función del tiempo empleado en la superación de los obstáculos más importantes (idem.).

En este contexto, la historia de la ciencia, puede jugar un papel muy importante, ya que mediante ella es posible comprender los principales conceptos y teorías que conforman una disciplina, y conocer cuáles han sido los principales obstáculos que han determinado su desarrollo. Esto, según Gagliardi, no significa que exista un paralelismo entre la historia de la ciencia y el desarrollo de la inteligencia y del conocimiento individual. Sin embargo, el conocimiento de los obstáculos y trabas que ocurrieron en el desarrollo social de ciertos conocimientos, puede ser muy útil para precisar y comprender las dificultades del aprendizaje de los alumnos (Gagliardi y Giordan, 1986; Gagliardi, 1988).

##### **5. En el establecimiento de Conceptos Estructurantes.**

A partir de lo analizado en el punto anterior, Gagliardi y Giordan (1986) proponen la noción de -conceptos estructurantes-. Para estos autores, los conceptos estructurantes

constituyen aquellos conceptos que una vez que han sido contruidos por el estudiante, determinan la transformación de su sistema conceptual, lo cual favorece su aprendizaje. Dicho de otra manera, los conceptos estructurantes son aquellos que permiten superar obstáculos epistemológicos. El análisis de los obstáculos epistemológicos y de su superación permitirá conocer cuáles fueron los conceptos estructurantes que entraron en juego.

De acuerdo con estos autores, la definición de los conceptos estructurantes puede llevarse a cabo por diferentes medios: el análisis de las representaciones sociales, el análisis de los momentos de transformación de una ciencia y el análisis de las teorías científicas actuales.

Si mediante la historia de la ciencia es posible definir los conceptos estructurantes presentes en los momentos de profunda transformación de una ciencia; el conocerlos puede constituir una forma de determinar los conceptos estructurantes en la enseñanza. Desde este punto de vista, en el caso de la Biología, saber cuáles fueron los nuevos conceptos ligados al desarrollo de ésta disciplina, puede ayudarnos a definir cuáles son los conceptos que los alumnos deben construir para comprenderla. Dicho de otra manera, si la biología se desarrollo a partir de que se definió un concepto determinado (especie, adaptación o mutación, por ejemplo), entonces, es posible suponer que dicho concepto puede facilitar el aprendizaje de la biología. Así, si un concepto sirvió históricamente para superar un obstáculo epistemológico, puede servir también para superar los obstáculos epistemológicos de los estudiantes (Gagliardi y Giordan, idem.).

Una enseñanza basada en los conceptos estructurantes, sostienen estos autores, reduce los temas a enseñar y se centra en el desarrollo de las capacidades de los alumnos. Así, son a la vez medios para superar los obstáculos epistemológicos y una base para continuar aprendiendo.

Los puntos planteados anteriormente, nos muestran que el empleo de la historia de la ciencia en la enseñanza puede tener un enorme potencial. Como ha sido señalado, la teoría educativa ha puesto énfasis en la necesidad de replantear el enfoque de enseñanza de la ciencia, destacando el papel de la construcción del conocimiento, en su nivel individual y científico.

En este contexto, es posible dar a la historia de la ciencia una nueva orientación que posibilite el mejor aprendizaje de los estudiantes y la toma de conciencia de la dimensión social de su disciplina.

A pesar de las enriquecedoras discusiones generadas en torno al análisis del potencial pedagógico de la historia de la ciencia, en general, su empleo en el aula ha sido muy limitado debido a múltiples razones (Jiménez y Fernández, 1987). Entre las más importantes se encuentran la falta de formación de los profesores en este campo y la escasa valoración institucional que se le ha dado a este enfoque.

Con el objeto de conocer la problemática que implica la enseñanza de la historia de una disciplina, como punto de partida para hacer propuestas sobre su transformación, es que se ha desarrollado este trabajo.

## D. ANALISIS DE DIFERENTES CORRIENTES HISTORIOGRAFICAS QUE EXPLICAN EL DESARROLLO HISTORICO DE LA CIENCIA.

En el desarrollo de la historia de la ciencia como disciplina científica, han surgido diversas corrientes que pretenden explicar el proceso histórico de construcción de las teorías científicas. Estas han sido resultado de la adopción de distintos marcos teóricos y metodológicos que han tenido como base una cierta concepción del mundo, de la ciencia y en consecuencia una forma de abordar su desarrollo.

En este apartado se presenta un análisis general de algunas de las principales corrientes que explican el desarrollo histórico de la ciencia. Estos aspectos representan un marco de referencia importante que permite analizar e interpretar la forma como se enseña la historia de las teorías evolutivas en un contexto específico y determinar el enfoque histórico de los profesores en la enseñanza del evolucionismo.

### I. Un poco de Historia.

El desarrollo intelectual generado a partir de los siglos XIV y XV implicó la renovación de las prácticas científicas (Saldaña, 1989). Fue el comienzo de una época nueva que dió como resultado la constitución de la llamada "ciencia moderna" que rompió con la tradición científica medieval. Se inició el período del método moderno que concebía a la lógica como la única capaz de explicar el mundo. Se establecieron las bases para la fundación del conocimiento sobre evidencias racionales. Estas concepciones ubicaron a la ciencia en una dimensión completamente distinta a la que se había tenido hasta entonces. Los trabajos realizados por Galileo, Newton, Leibnitz, entre otros, daban cuenta de los impresionantes avances con respecto al conocimiento de la naturaleza. Por ello durante este período el progreso científico parecía darse de una manera notable.

Los siglos posteriores fueron testigos de grandes revoluciones sociales y científicas, la historia entonces, basada en la filosofía del progreso, dominante en esa época, debía dar cuenta de dichas transformaciones. Los historiadores de la ciencia destacaban su importancia; desde su

punto de vista, el desarrollo científico era la manifestación más clara del progreso humano. Con estas bases, establecieron afirmaciones sobre el progreso indefinido y lineal de la ciencia y sobre la acumulación del conocimiento, concepciones que estaban de acuerdo con el racionalismo y optimismo en boga. Esta historia destacaba la unidad de la ciencia como reflejo del espíritu humano; por ello se consideraba a la ciencia del pasado en un continuo con respecto a la del presente. Esta noción de unidad, se vio reflejada en las explicaciones del devenir del conocimiento científico. De esta manera, el estudio de su desarrollo histórico estuvo fundamentado en la concepción del mundo basada en la confianza en la razón y la fé en el progreso humano, la cual concedía importancia al conocimiento del pasado como una forma que conducía a la búsqueda de la verdad presente. Así, el historiador debía explicar la serie de verdades y principios que guiaban el progreso del espíritu humano, que tenía en la ciencia a su máxima representación.

Dentro de este marco, se constituye un lugar para la historia de la ciencia, la cual se concebía como una forma de valorar y difundir el trabajo científico, en un sentido pedagógico de reforzar el papel social e institucional de la ciencia; ya que ésta se había transformado en un elemento ideológico, en "algo útil", por tanto la historia de la ciencia debía ser capaz de mostrarlo. Así, esta disciplina, realizada tanto por científicos como por historiadores, tenía interés en el estudio de los métodos y de los diversos elementos que conformaban los sistemas de pensamiento científico, con el objeto político y pedagógico de establecer una tradición y justificar los avances científicos. (Saldaña, 1989).

Desde el siglo XIX hasta este siglo, han surgido diversas corrientes historiográficas que han considerado una gran diversidad de aspectos relacionados con el desarrollo histórico de la ciencia. Ante esta variedad de posturas, se exponen los principales enfoques que han sido contemplados en la historiografía de la ciencia. En primer lugar, se consideran las corrientes generadas en torno al planteamiento del desarrollo continuo o discontinuo de la ciencia, es decir, se plantean por una parte, las posturas como el positivismo y la historia de precursores, que consideran el desarrollo de la ciencia como gradual y acumulativo, en contraposición a las que conciben que el desarrollo científico se ve interrumpido por "rupturas epistemológicas" o "revoluciones científicas" como lo manejan Bachelard y Kuhn respectivamente. En segundo lugar, se plantean las controversias que han surgido en relación

a la influencia de factores internos y externos en el desarrollo de la ciencia, corrientes conocidas como Internalistas y Externalistas. Finalmente, se consideran los estudios que analizan la historia de la ciencia en un sentido más contextual, corriente denominada como Historia Social de la Ciencia.

Aún cuando dentro de estos tres grandes enfoques existe una gran variedad de matices y entrecruzamientos, ésta sectorización permite ubicar de manera general, las principales tendencias que existen en la historiografía de la ciencia.

## **2. Continuidad- Discontinuidad.**

### **2.1. La Historia de la Ciencia Positivista**

Como ha sido señalado, sobre la base del progreso, la verdad, la continuidad y la acumulación del conocimiento, se generaron las principales propuestas teóricas para explicar el desarrollo histórico de la ciencia. En el siglo XIX una de las expresiones más importantes generadas sobre estos supuestos dió como resultado la concepción positivista, que tuvo una gran influencia en la educación, incluso ha llegado a ser la concepción dominante aún hasta nuestros días.

El positivismo constituyó el primer intento sistemático de presentar una teoría compleja sobre la naturaleza de la sociedad y de la ciencia, destacando su devenir histórico. Propone un sistema teórico, en nombre de una nueva ciencia, donde resalta su papel como la fuerza que impulsaba el progreso del conocimiento y de la sociedad. Esta corriente pretendió encontrar fundamentos de la ley del progreso humano, interpretando el pasado histórico, comprendiendo el presente y previendo racionalmente el futuro. Postula el "destino necesario" de la humanidad hacia el mejoramiento continuo y plantea como dogma fundamental "la razón del progreso". Este progreso estaría dado por la sucesión de estadios teóricos y sociales que tendrían como punto máximo el espíritu positivo o científico, que para el positivismo era el "estado verdaderamente normal de la razón humana" (Díaz Polanco, 1983).

El positivismo como filosofía tiene fuertes lazos con la filosofía de la Ilustración. Tiene como eje a la ciencia, y como premisa básica diferenciar el conocimiento científico del no científico. Para el positivismo la ciencia es un reflejo de la realidad y por tanto es objetiva y verdadera; tiene como finalidad explicar y describir rigurosamente fenómenos observables, buscando relaciones causa-efecto; como método de estudio está basada en el método empírico; se caracteriza por tener un desarrollo progresivo y acumulativo; finalmente, se concibe como reflejo de la unidad del espíritu humano, por tanto se habla de una uniformidad entre el conocimiento pasado y el actual.

La concepción positivista se ve claramente expresada en Sarton (1950), uno de los principales historiadores de la ciencia de este siglo, quien señala:

"... si uno define a la ciencia como el conocimiento positivo sistemático (o lo que ha sido tomado como tal en diferentes épocas y en diferentes lugares), entonces la historia de la ciencia es la descripción y explicación del desarrollo de dicho conocimiento". (pág. 51)

Al hablar de su carácter progresivo y acumulativo, menciona:

"... al ser la adquisición y sistematización del conocimiento la única actividad humana verdaderamente acumulativa y progresiva, uno puede darse cuenta de la importancia de este tipo de estudios". (idem. pág. 52).

Con este enfoque, los historiadores de la ciencia pretenden ubicar los hechos del pasado desde una perspectiva actual, sobre la base de la unidad de la ciencia y del método. Por otra parte, para ellos, la historia de la ciencia debe tener una función pedagógica, debe constituir una parte importante en la formación de estudiantes ya que representa una herramienta ideológica fundamental para introducir la concepción positiva de la ciencia, del método y de la sociedad.

Con el esquema positivista, la historia de la ciencia tiene un primer marco teórico que tuvo la virtud de dar un papel fundamental al devenir histórico del conocimiento. En la educación y la investigación la influencia del positivismo ha sido relevante, por mucho tiempo esta

filosofía ha definido la forma de hacer y de enseñar ciencia. Sin embargo en las dos últimas décadas ha sido fuertemente cuestionada y se han generado diferentes corrientes teóricas que aportan elementos para una nueva concepción de la ciencia, de su desarrollo y de su enseñanza.

## 2.2. La Epistemología Histórica de Gastón Bachelard

Gastón Bachelard se forma académicamente en una universidad francesa dominada por el positivismo. Sin embargo, desarrolla tesis que cuestionan fuertemente varios de sus supuestos básicos. Para Bachelard, la filosofía de la ciencia debe fundamentarse en su desarrollo histórico. La epistemología debe ser histórica y debe constituir una herramienta fundamental para el conocimiento científico y para comprender cómo se desarrolla la ciencia. Debe dotar a la ciencia de una filosofía adecuada para explicar el desarrollo de la ciencia en su dinámica actual, es decir, debe fundamentar la formación de un "nuevo espíritu científico" sobre la base de una nueva racionalidad. (Bachelard, 1987; Saldaña, 1989).

Para Bachelard, el método y la razón son resultado de un proceso histórico, por ello no es posible hablar de un método general y absoluto ni de una sola forma de racionalidad; la razón y el método han sido concebidas de distinta manera en diferentes épocas. La racionalidad y el método, por tanto, cambian históricamente. (Bachelard, 1987; Saldaña, 1989).

Bachelard cuestiona la filosofía dominante que explicaba el desarrollo histórico de la ciencia de una manera continua, introduciendo la noción de ruptura epistemológica. Pone a discusión el realismo simplista del positivismo, al plantear que lo real es una conclusión y no un punto de partida y que la ciencia realiza, en el sentido de lo real, lo que ha sido una construcción racional. (Bachelard, 1987; Saldaña, 1989).

La epistemología histórica de Bachelard sostiene que la producción del conocimiento científico es resultado de una dialéctica entre lo que él denomina actos y obstáculos epistemológicos y que la historia debe dar cuenta de esta dinámica. Los actos epistemológicos son aportaciones que dan un curso inesperado y creativo al desarrollo científico, mientras que

los obstáculos epistemológicos son una especie de resistencia del pensamiento. Por ello cuando Bachelard habla de progreso científico se refiere a la relación dialéctica entre la elaboración de conceptos y explicaciones sobre la naturaleza y los conocimientos mal elaborados que se transforman en obstáculos para el desarrollo científico. (Bachelard, 1987; Saldaña, 1989).

Con esta base, plantea las nociones de historia caduca e historia sancionada. La primera es la historia de los errores y las contradicciones, mientras que la historia sancionada da cuenta de las aportaciones "positivas" que han dejado de ser contingentes pero que, en otro sentido, forman parte de los nuevos sistemas de pensamiento, por lo que permiten identificar valores epistemológicos permanentes. La historia caduca debe hacer juicios basados en los valores de su tiempo, es decir, a partir del estado actual de la ciencia, debe juzgar el pasado. (Saldaña, 1989).

El historiador de la ciencia debe considerar el progreso, pero no en el sentido de avance continuo y uniforme planteado por el positivismo, sino que debe explicar el desarrollo de las diferentes formas de racionalidad que se han producido a lo largo de la historia, mediante el entendimiento de la dinámica científica basada en actos y obstáculos epistemológicos.

Con respecto a la educación, Bachelard plantea que la enseñanza de la ciencia y de la historia dan una falsa imagen de continuidad. Por ello, para la búsqueda del nuevo espíritu científico, es necesaria una nueva pedagogía. Para Bachelard, en la escuela se integran la historia de los pensamientos con la actividad científica, en tanto que ésta última no es una "tábula rasa", es necesario que la nueva pedagogía se constituya en un "ejercicio de transformación de conocimientos". (Bachelard, 1987, pág 21).

De esta manera para Bachelard, la enseñanza de la ciencia debe recurrir a la reconstrucción de la historia sancionada para identificar los valores epistemológicos permanentes y debe explicar a la ciencia en su dinámica histórica, desde la óptica actual de la disciplina en cuestión.

### 2.3. Kuhn y las Revoluciones Científicas

Kuhn (1982), propone una metodología historiográfica que pretende explicar el desarrollo de la ciencia, desde un punto de vista discontinuista. Su obra ha tenido una gran influencia en estudio de la epistemología y la historia de la ciencia durante los últimos años.

Para Kuhn una transformación de la imagen de la ciencia, debe apoyarse en la consideración de que la historia no es un depósito de anécdotas y cronologías. Para él esta idea ha sido desarrollada por los científicos, por los textos clásicos y por los libros de texto escolares, que tienen una función pedagógica y persuasiva, que presentan a la ciencia casi a manera de un folleto turístico. (idem.).

Según este autor, los libros de texto, dan la sensación de que el contenido de la ciencia está ejemplificado en observaciones, leyes y teorías y que los métodos científicos son ilustrados por las técnicas utilizadas en la reunión de datos para el texto. Esto conduce a una concepción equivocada de la ciencia, de su naturaleza y de su desarrollo. De esta manera, si la ciencia es el conjunto de hechos, teorías y métodos reunidos en los libros de texto, los científicos contribuyen obteniendo buenos o malos resultados, esto lleva a un desarrollo gradual de conceptos, que solos o combinados incrementan el caudal de la técnica y los conocimientos científicos (idem.).

Desde esta perspectiva, el historiador debe determinar por qué hombre y en qué momento fue descubierto o inventado un hecho, ley o teoría, y por otro lado, debe describir y explicar los errores, mitos y supersticiones que impiden una acumulación más rápida de los componentes del pensamiento moderno (idem.).

En la actualidad, plantea Kuhn, los historiadores consideran que la ciencia no se desarrolla por medio de la acumulación de descubrimientos y eventos individuales. Se dan cuenta de que el conocimiento del pasado, no es ni menos científico, ni más producto de la indiosincracia humana que el actual. En vez de buscar las contribuciones antiguas a la ciencia moderna, pretenden poner de manifiesto la integridad histórica de la ciencia de cada época.

Ponen atención a propuestas con coherencia interna y ajuste con la naturaleza, incluso a veces contradictorias con el conocimiento actual (idem.).

Este nuevo enfoque en el estudio de la historia de la ciencia, se basa en la consideración de algunos aspectos destacados, por ejemplo, en la insuficiencia de directrices metodológicas para dictar, por sí mismas, una conclusión sustantiva única para muchos tipos de preguntas científicas; esto lleva a considerar la inexistencia de un sólo método para hacer ciencia.

Por otra parte, Kuhn plantea que la mayoría de las ciencias se han caracterizado por la competencia de diferentes concepciones de la naturaleza, cada una derivada parcialmente de la observación y de métodos científicos, y hasta cierto punto, todas estas concepciones eran compatibles con ellos. Las diferencias no se encontraban en errores o aciertos del método - todos eran científicos - sino que eran resultado de modos "incommensurables" de ver el mundo y de practicar en él la ciencia.

Sobre esta base, Kuhn propone una forma de abordar el estudio del desarrollo de la ciencia y destaca la importancia de la historia como fuente donde aplicar las teorías del conocimiento.

Para Kuhn, la ciencia madura se caracteriza por la adquisición de un paradigma. Este se concibe como las realizaciones científicas universalmente reconocidas durante cierto tiempo, como modelo de problemas y soluciones de una sociedad científica determinada. Así, los hombres que comparten un paradigma están sujetos a las mismas normas y reglas para la práctica científica, requisito indispensable para el desarrollo de la ciencia normal. Esta constituye una tradición de investigación basada en una o más realizaciones científicas pasadas, que alguna comunidad reconoce durante cierto tiempo como fundamento de su práctica científica y que son relatadas en los libros de texto, quienes exponen el cuerpo de la teoría aceptada.

En virtud de que la ciencia normal se constituye como tradición de investigación, se predica suponiendo que sabe cómo es el mundo y la comunidad científica está dispuesta a defender esta posición; por ello inhibe frecuentemente innovaciones fundamentales, fuera del contexto

del paradigma que domina. Sin embargo la naturaleza misma de la ciencia normal, asegura que éstas no se mantengan suprimidas por mucho tiempo. Cuando no se pueden pasar por alto estas anomalías, se llega a un periodo de crisis, en el se inician investigaciones extraordinarias que generan un nuevo conjunto de compromisos, dando bases para una nueva práctica científica, que dá como resultado un cambio de paradigma.

En la etapa de ciencia extraordinaria se cuestiona fuertemente al paradigma dominante, se propone uno nuevo y la tensión entre el paradigma viejo y el nuevo deriva en lo que Kuhn denomina Revoluciones Científicas, las cuales rompen con la tradición a la que había estado ligada la actividad de la ciencia normal (Kuhn, 1982; 1987). Estas revoluciones necesitan el rechazo de la teoría científica antes aceptada por parte de la comunidad, para adoptar otra totalmente incompatible con ella.

Así, las revoluciones transforman la imaginación de los científicos, el mundo, los modos de hacer ciencia, y cambian las reglas de la antigua ciencia normal. Por ello, raramente o nunca constituyen sólo un incremento de lo que ya se conoce, ya que implican la reestructuración del campo a partir de nuevos fundamentos, un cambio en las generalizaciones teóricas elementales y también en muchos de los métodos y aplicaciones del paradigma anterior. Después de una revolución científica, señala Kuhn, los científicos trabajan en un mundo distinto.

Con relación al aspecto pedagógico Kuhn plantea que los libros de texto, de divulgación y las obras filosóficas, son fuentes de autoridad, y como tales disimulan sistemáticamente la existencia y el significado de las revoluciones científicas, ya que se enfocan a la exposición de un cuerpo articulado de problemas, datos y teorías del paradigma aceptado por la comunidad científica en el momento en que los libros se escriben. Por ello, registran resultados estables de las revoluciones pasadas, mostrando las bases de la tradición corriente de la ciencia normal, sin mostrar cómo esas bases fueron reconocidas y aceptadas. Los libros de texto, por tanto, constituyen vehículos pedagógicos para la perpetuación de la ciencia normal. Por ello, cuando cambia la estructura de problemas y las normas de la ciencia normal, los libros deben volver a escribirse. Inevitablemente disimulan no sólo el papel desempeñado por las revoluciones científicas anteriores, sino la existencia misma de la revolución que las produjo.

Los libros de texto, se refieren sólo a las partes del trabajo científico del pasado que pueden verse fácilmente como contribuciones al enunciado o la solución de problemas paradigmáticos.

Así, los científicos de épocas pasadas son representados implícitamente como si hubieran trabajado sobre el mismo conjunto de problemas fijos y de acuerdo con el mismo conjunto de cánones válidos en la revolución científica más reciente. Por ello, no es extraño que al volver a escribirse, la ciencia aparezca una vez más, en gran parte acumulativa. De ahí la tendencia a hacer la historia de la ciencia como lineal y acumulativa, hecho que afecta incluso a los mismos científicos al ver retrospectivamente la historia de su disciplina. El pasado se ve como una línea recta que conduce al estado actual, y por tanto, llega a verlo como progreso.

Sin embargo, señala, en las revoluciones hay tanto pérdidas como ganancias y la mayoría de las veces los científicos se niegan a ver las primeras. Es inevitable que algún tipo de progreso caracteriza a la ciencia, pero en términos de Kuhn, debemos renunciar a la noción explícita o implícita de que los cambios de paradigma conduzcan a la verdad.

Este aspecto pedagógico, es para Kuhn, más que ningún otro, el que ha determinado nuestra imagen de la ciencia y su desarrollo, ya que la formación de científicos al estar basada fundamentalmente en los libros de texto, pocas veces se les exige a los estudiantes la lectura de materiales originales y de los estudios de la ciencia normal que se iniciaron después de que los libros fueron escritos; sólo hasta las etapas superiores de educación, los libros de texto son sustituidos por otro tipo de literatura científica.

Este tipo de formación aún cuando es estrecha y rígida, es inmensamente efectiva para los trabajos de la ciencia normal y para la generación de crisis; sin embargo, no está bien diseñada para formar científicos que puedan desarrollar enfoques originales y creativos (idem.).

### 3. Internalismo - Externalismo

Además de las controversias generadas en torno al desarrollo contínuo o discontinuo de la ciencia, en la nueva historiografía de la ciencia, se desató una polémica entre la tendencia a estudiar la historia de las ideas, instrumentos, teorías científicas, considerando que tienen una "vida propia" y se desarrollan en función de una dinámica propia ; y la consideración del papel que juegan los factores socioeconómicos en el desarrollo científico. Estas corrientes han sido definidas como internalismo y externalismo, respectivamente.

#### 3.1. Internalismo.

La corriente internalista surge como concepción teórica a fines de los años treinta, en gran medida como respuesta a la influencia del marxismo en la historia de la ciencia. (Mikulinsky, 1989). La concepción internalista supone que el desarrollo científico está dado por sus propias reglas y que no puede explicarse sino a través de la ciencia misma. El internalismo reconoce la influencia de factores económicos y sociales, pero sólo en el sentido de estimular o disminuir el desarrollo de la ciencia, sin embargo niega que estos factores tengan que ver en la estructura y naturaleza del conocimiento y en la dirección del desarrollo científico, ya que "no son más que el escenario para la función" (pág. 232). Por ello, delimita el análisis del desarrollo científico en el cambio de las ideas, teorías y métodos sin considerar su relación con la vida material y espiritual de una sociedad, ni con la práctica socio-histórica. Así, la ciencia constituye un elemento aislado y autónomo que no está en función de las condiciones socioeconómicas.

El enfoque internalista es claramente expuesto por Koyré (1989), cuando analiza la relación entre "ciencia pura" y "ciencia aplicada" con el objeto de desmitificar el papel de la ciencia como factor histórico. Para Koyré, la interacción entre teoría y práctica es un fenómeno moderno; por tanto no puede considerarse que la ciencia ha sido una parte fundamental para el desarrollo de las sociedades o de la cultura. La teoría, para Koyré, no conduce inmediatamente a la práctica, y ésta no engendra directamente a la teoría. Con relación a esto señala:

"La ciencia, la de nuestra época, como la de los griegos, es esencialmente teoría, búsqueda de la verdad y por ésto tiene, y siempre ha tenido una vida propia, una historia inmanente y que sólo en función de sus propios problemas, de su propia historia, puede ser comprendida por sus historiadores". (pág. 155).

Esta historia, además no avanza en línea recta; por ello, Koyré plantea:

"El camino hacia la verdad está lleno de obstáculos y sembrado de errores, y los fracasos son en él más frecuentes que los éxitos. Fracasos además tan reveladores e instructivos a veces como los éxitos. Por ello nos equivocáramos al olvidar el estudio de los errores; a través de ellos progresa el espíritu hacia la verdad...Dá vueltas y rodeos, se mete en callejones sin salida, vuelve atrás y ni siquiera es un camino, sino varios" (pág. 156).

Así, el internalismo se asemeja al positivismo en el sentido de considerar a la ciencia como un sistema cerrado, donde todo se controla de acuerdo a la lógica del pensamiento científico; sin embargo, existen muchos otros aspectos donde se contradicen, tal es el caso de la consideración del desarrollo no lineal de la ciencia que se ha expuesto en el párrafo anterior.

### **3.2. Externalismo.**

Entre las décadas de los años veintes y treintas, la corriente externalista, con profunda influencia en la filosofía alemana y la ideología marxista rusa, destaca el papel de los factores sociales y económicos en el desarrollo de la ciencia. Considera que para explicar el desarrollo científico, no es suficiente tomar en cuenta el cambio en las ideas o teorías, sino que es fundamental conocer las condiciones materiales de la vida de la sociedad, ya que ellas constituyen una influencia determinante en la naturaleza y dirección del desarrollo científico. El externalismo se interesa, entonces, por la causalidad histórica del desarrollo de la ciencia, ya que esta causalidad, es la esencia misma que explica el cambio conceptual. (Mikulinsky, 1989).

Esta corriente utilizó en forma simplificada las tesis marxistas y destacó el papel de la práctica social e histórica, como fundamental en el desarrollo de la sociedad y de la ciencia, en un

determinismo económico que condujo a explicaciones que en la actualidad se consideran un tanto dogmáticas. La mayoría de las veces, intentaron encontrar la conexión directa entre la producción del conocimiento y su aplicación. Esta postura es claramente expuesta por Bernal (1981), donde plantea:

"La ciencia no corresponde exclusivamente al pensamiento, sino al pensamiento llevado continuamente a la práctica y renovado por la práctica. Por esto es que no se puede estudiar a la ciencia separada de la técnica" (Bernal, 1981, pág. 54)

De esta manera, el externalismo extremo, redujo a la ciencia a una expresión directa de las relaciones sociales y económicas de una época determinada.

Desde hace algún tiempo, se ha destacado la necesidad de integrar tanto los aspectos "externos" como "internos" en la nueva historiografía. Se considera que estas dos posturas, en su extremo, no han sido improductivas, ya que han identificado problemas a los que historiadores de la ciencia no prestaban mucha atención. Sin embargo, cada una de estos enfoques de manera independiente pierde de vista muchos aspectos necesarios para entender integralmente el problema del desarrollo científico.

La historia internalista, por sí misma no puede explicar el desarrollo de la ciencia en todos sus aspectos. El externalismo, por su parte, al considerar a los factores económicos y sociales como ajenos a la ciencia, le impide identificar su influencia en los contenidos de ésta. A tal punto que estos factores llegan a considerarse del mismo modo que en la postura internalista, es decir, se considera que están fuera de la ciencia. Por esta razón, Mikulinsky (ibidem.) ha llamado a esta controversia, un falso problema.

Mikulinsky, adoptando una postura marxista plantea:

"A fin de llegar a una verdadera explicación de la historia de la ciencia es necesario reconstruir, de forma concreta, la manera en que la transformación de los conceptos y teorías científicas, los problemas y la estructura de la ciencia, tuvo lugar dentro de la ciencia misma;

analizar cómo, a través de qué vehículos intermedios, se realizan dentro de la ciencia las condiciones y necesidades sociales y económicas" (pág. 235).

Para ello, Mikulinsky (1989) señala tres niveles de análisis: a) el filosófico, en el que se identifique la naturaleza social de la ciencia; b) el histórico-científico en el que se estudie a la ciencia en épocas importantes, condicionada por su historia y por la influencia de diferentes civilizaciones y culturas; y, c) el científico en el sentido de analizar la determinación del desarrollo de teorías individuales, concepciones, nociones, etc.

Para Mikulinsky, el trabajo científico se origina por necesidades sociales y está condicionado por su capacidad para satisfacerlas. Sin embargo, el trabajo científico es fundamentalmente intelectual y creativo; pero requiere de ciertas capacidades, técnicas, medios de investigación, etc., que han resultado del esfuerzo de muchas personas. Por otra parte, la práctica social que estimula el desarrollo de la ciencia, también verifica el nuevo conocimiento. La actividad intelectual siempre se lleva a cabo por medio de normas y criterios que la sociedad escoge; ya que sólo de esta manera es aceptado. (idem.). Con relación a la influencia de factores sociales, sostiene:

"Cuando se dice que el desarrollo de la ciencia es determinado y estimulado por la sociedad, en ningún caso se piensa en la determinación causal rígida, directa, en línea recta. Para resolver un problema científico no basta con darse cuenta de la necesidad. Para lograrlo es necesario que los prerrequisitos científicos para la solución de un problema dado se creen dentro de la misma ciencia". (pág. 241)

Así, la naturaleza de la ciencia es social y los factores sociales que la afectan no son externos sino que forman parte de ella. La ciencia, señala:

"... es creada por la sociedad y constituye una parte orgánica de ella. No hay ciencia fuera de la sociedad, la ciencia no posee una existencia separada de ésta, representa un subsistema de la sociedad, de su cultura... la división absoluta de la historia de la ciencia en intelectual (interna) y social (externa), característica del internalismo, no concuerda con la situación real

de la ciencia...éstas sólo son dos diferentes vistas que muestra la ciencia y que tomamos en cuenta, más no dos formas independientes de la realidad" (pág. 243).

Finalmente, Mikulinsky (1989) considera que es importante tomar en cuenta que en el desarrollo científico, lo que cambia en distintas épocas no es sólo el contenido de la ciencia, sino también su enfoque de la naturaleza, su método, el concepto mismo de ciencia y la percepción de ella por parte de la sociedad. Esta situación está determinada por la interacción de nociones científicas, filosóficas, ideológicas y algunas veces hasta religiosas, que se forman en la conciencia de los científicos. La influencia de factores sociales y económicos se transmiten a través de esta imagen como vehículo mediador que se ha transformado en una visión del mundo y aparece en ella como parte del contexto intelectual.

### 3.3. La Historia Social de la Ciencia

En la actualidad, ante el desarrollo mismo de la ciencia y el papel social que juega en la sociedad moderna, surge la necesidad de que la historia de la ciencia se transforme en una ciencia explicativa, lo que conduce al replanteamiento de sus bases teóricas. Una postura donde se destaca la naturaleza social de la ciencia ha sido desarrollada por Mikulinsky, cuyos aspectos centrales han sido planteados en el punto anterior. Por otro lado, a partir del análisis acerca de las consideraciones sobre las dimensiones, costos, poder instrumental, justificación política de la ciencia, entre otros aspectos, han llevado a los historiadores a estudiar las fuentes culturales, condiciones, naturaleza y consecuencias de la actividad científica. Los factores filosóficos, sociológicos e históricos se relacionan de manera fundamental con elementos contextuales, lo que lleva a hacer una reconstrucción más humana de la lógica de la ciencia (Macleod, 1989).

Dentro de esta corriente, los historiadores pretenden encontrar respuestas a preguntas sobre: ¿cómo la estructura social afecta la preferencia cultural entre diferentes ideas científicas? y ¿cómo las estructuras particulares afectan el tipo y dirección de la investigación? Analizan el papel de las instituciones, la profesionalización de la ciencia, el "rol científico" dentro del actual contexto histórico, con el objeto de explicar por qué ciertos problemas científicos son

escogidos y cuáles son los criterios que los científicos utilizan para justificar y legitimar su trabajo (idem.).

Macleod señala que existen dos enfoques de esta historia cultural de la ciencia. Uno de ellos requiere que el historiador analice la función social de las ideas científicas en tanto que se incorporan a ideologías sociales más amplias. El segundo enfoque, intenta profundizar sobre las compatibilidades entre las concepciones dominantes en la actividad política y los temas dominantes en ciencia contemporánea (idem.).

La mayoría de los estudios de historia social se han desarrollado principalmente en las siguientes áreas:

- a) historia de las instituciones científicas que contempla la enseñanza y la investigación al interior de sociedades científicas, asociaciones profesionales, laboratorios, instituciones, etc.; y la relación entre ellas y los objetivos administrativos, políticos y personales de gobiernos o élites científicas;
- b) historia de las implicaciones de la actividad científica en relación a tecnologías, conductas, legislación, políticas científicas, etc.; y,
- c) historia cultural de la ciencia, con el fin de relacionar las ideas científicas con otros sistemas de creencias.

Finalmente, con relación a las perspectivas y necesidades que presenta la historia social de la ciencia, Macleod plantea:

"La historia social de la ciencia está fundada, después de todo, en las relaciones existentes entre pensamiento y acción, y está dirigida hacia las razones por las que las personas creen, a las vías en que representan y usan sus creencias, y hacia las consecuencias de estas creencias para lo que resulta ser aceptado como conocimiento...La resolución, o la redefinición, de las relaciones epistemológicas mediante el empleo de luces sociológicas sobre el tiempo histórico, continuará, casi seguramente, siendo el umbral de un importante trabajo nuevo en historia

social de la ciencia...Discusiones recientes sugieren que los historiadores sociales de la ciencia deben intentar la definición de una historiografía social de la ciencia, la cual será mucho más que el apéndice de los enfoques conceptualistas del pasado...Los historiadores deben trabajar con los filósofos y con los sociólogos para diseñar una empresa que vea a las diferencias históricas entre conocimiento y creencia, como cuestiones problemáticas con un énfasis conjetural y contextual, más bien que como demarcación a priori" (pág. 296-297).

#### **4. Consideraciones Generales en torno a la Historia de la Ciencia.**

De acuerdo con lo planteado en los puntos anteriores, se puede señalar que en muchos campos de la historia de la ciencia no existe un consenso en lo que se refiere a cuestiones metodológicas y conceptuales; no existe una teoría o corriente general que integre la diversidad de elementos y condiciones que intervienen en el desarrollo científico; en cambio, existe una variedad de concepciones, métodos e ideologías que se reflejan en la formación e intenciones de diferentes escuelas o corrientes historiográficas.

A pesar de ello, es importante resaltar que el desarrollo de estas escuelas ha aportado muchos elementos para desmitificar la concepción positivista de la ciencia, de su método y de su desarrollo, que tan profundamente ha influido en los programas de enseñanza de la ciencia. En este sentido, estas posturas han jugado un papel muy importante (aún cuando varios planteamientos estén a discusión), ya que se han sentado las bases para el desarrollo de nuevos enfoques en la historiografía y filosofía de la ciencia.

Con base en lo anterior, se puede señalar que es una pretensión imposible, pensar que hay una sola historia de la ciencia y que ésta sólo puede ser contada de una vez y para siempre, como lo planteaba el positivismo. En cambio, se ha visto que el pasado puede ser reconstruido de manera distinta en cada momento del presente, de acuerdo con los presupuestos filosóficos, epistemológicos, ideológicos y metodológicos de los historiadores.

Desde mi punto de vista, es posible adoptar una corriente historiográfica como criterio organizador y metodológico que permita integrar los "hechos" históricos a partir de

propuestas teóricas definidas. Sin embargo, la adopción parcial de una postura historiográfica puede conducir a errores de interpretación y a dogmatismos, debido a que la reconstrucción de la historia de una disciplina constituye un proceso altamente complejo y multifactorial. En este sentido, es fundamental que los presupuestos que van a guiar nuestra interpretación se mantengan en una confrontación permanente con los hechos. Como ha sido señalado, la historia no puede escribirse una sola vez, está sujeta siempre a la reescritura y reinterpretación, debido a la naturaleza cambiante de enfoques, hallazgos, polémicas, etc. Sin embargo, esta reinterpretación no puede ser arbitraria, debe estar sujeta a ciertas reglas y al "rigor histórico". Lo importante es que las conclusiones a las que se lleguen estén suficientemente argumentadas y justificadas. La adopción de una metodología historiográfica no es suficiente para mostrar su validez, para ello es necesario que el conocimiento generado sea resultado de la argumentación de una visión de los hechos y sea coherente y consistente con los supuestos de los que parte. Dicho de otra manera, no puede afirmarse que exista una corriente historiográfica que explique todo. Es importante considerar que la realidad es muy compleja y puede analizarse partiendo de diferentes enfoques.

De acuerdo con el análisis realizado, coincido en los siguientes puntos:

- a) No puede hablarse de un desarrollo lineal en la construcción del conocimiento científico (Kuhn, 1982).
- b) No existe una unidad de la ciencia y del método científico (idem.).
- c) En la historia de la ciencia, como en la ciencia misma, se debe considerar que los problemas que se abordan, las estrategias mediante las cuales son analizados y los conocimientos científicos que se generan, sólo pueden estimarse en su validez histórica.
- d) La historia de la ciencia es importante como fuente para estudiar las teorías del conocimiento (idem.).
- e) El desarrollo de la ciencia no está en el contenido de verdad, sino en la conveniencia de

criterios definidos (capacidad de resolución de problemas, etc.) (Laudan, 1981; Lakatos, 1983)

f) La verdad científica es histórica.

f) La historia sin alguna tendencia teórica e ideológica es imposible (Lakatos, 1983).

g) En el desarrollo científico intervienen tanto factores meramente científicos, como elementos filosóficos, ideológicos, económicos, etc. (Mikulinsky, 1989; Macleod, 1989 )

Finalmente, es importante señalar que la historia de la ciencia no debe concebirse como una colección de nombres y fechas, sino como una reconstrucción epistemológica de los principios y teorías científicas. Su estudio debe contemplar además, la naturaleza social de la ciencia. Con este enfoque, la ciencia podrá dejar de ser el mito, la productora de verdades, para transformarse en una actividad realizada por seres humanos, en los que están permeados los valores de su tiempo.

## **V. ESTRATEGIA TEORICO-METODOLOGICA.**

Con el objeto de presentar de una manera organizada el proceso de desarrollo de la investigación, he reconstruido las etapas del proyecto retomando lo planteado por García y Vanella (1992) quienes señalan que la reconstrucción del proceso de investigación puede sistematizarse bajo la consideración de cuatro etapas: la construcción del objeto de estudio, la observación y registro a través del contacto con la realidad, la reconstrucción del fenómeno de estudio y la recreación teórica. Aún cuando dichas etapas no se presentan de una manera lineal y claramente demarcadas en la investigación, permite ubicar los diferentes momentos que siguió el desarrollo del trabajo.

### **A. CONSTRUCCION DELOBJETO DE ESTUDIO.**

Esta etapa comprende la elaboración de las preguntas que permiten guiar la investigación (lo que se traduce en los objetivos del estudio y la definición de sus límites), y el trabajo conceptual alrededor de las preguntas básicas. Por este medio, es posible identificar los componentes y categorías del objeto de investigación y la instrumentación de algunos sondeos empíricos. Esto de acuerdo con García y Vanella (1992) permite ajustar las preguntas y la composición del objeto, así como las herramientas teóricas y metodológicas para abordarlo.

El trabajo en torno al establecimiento del marco teórico es de dos tipos: el primero consiste en la revisión y análisis de la producción teórica existente relacionada con el objeto de investigación; el segundo, implica la reelaboración de estos aspectos dentro del marco de los objetivos del proyecto. De esta manera puede lograrse una perspectiva global del trabajo, al mismo tiempo que posibilita la definición de estrategias que guíen la investigación empírica, además de los criterios y categorías de análisis de la información que se genere. Así, como García y Vanella (1992) señalan, "La comprensión del fenómeno a estudiar se va logrando a través de una constante interacción entre el acceso a la teoría ya dada, la reelaboración de ésta, y el desarrollo de las intuiciones, a través del contacto directo con el objeto de estudio, a través del "ir y venir" por la información recabada y todo lo que de dicho contacto va surgiendo" (op. cit. pág. 14).

En este proceso se conforman los diferentes elementos que componen el trabajo:

- las preguntas que pretenden abordarse con la investigación;
- los conceptos, unidades y categorías de análisis -la estructura conceptual- que conforman los elementos del objeto de estudio; y
- las herramientas metodológicas para abordar el objeto de investigación.

Este estudio inició con una serie de consideraciones generales, resultantes del establecimiento de un marco teórico, de intenciones, experiencias y necesidades detectadas.

Como se ha señalado en los capítulos anteriores, en un gran número de trabajos se ha planteado que diversas experiencias pedagógicas han mostrado que la enseñanza de las ciencias en múltiples casos no arriba a los resultados esperados. Los alumnos no aprenden o lo hacen sólo parcialmente, es decir, se limita tanto la apropiación de los conocimientos científicos que la escuela pretende transmitir, como el desarrollo de la creatividad. Esto, además, no constituye un fenómeno aislado; diversos estudios muestran que en diferentes niveles escolares, países y medios sociales, de lo que los estudiantes conocen (una vez que han finalizado sus estudios), recuerdan muy poco y muchas veces lo que recuerdan es equivocado (Giordan, 1982; Moreno, 1986; Gagliardi, 1988).

En respuesta a estas dificultades, en la actualidad se han generado diversos programas que intentan mejorar las condiciones del proceso de enseñanza-aprendizaje de las disciplinas científicas. En uno de sus aspectos se plantea que frente al enfoque positivista de la educación tradicional y de diversas metodologías de enseñanza empleadas en los programas escolares, los estudiantes deben comprender el proceso histórico de construcción de los principios y teorías científicas (Novak, 1982; Bensaude Vincent, 1982; Brody, 1984; Manuel, 1986; Moreno, 1986; Catalan y Catany, 1986; Peñalver, 1988; Jiménez y Fernández, 1987; Gagliardi y Giordan, 1986; Gagliardi, 1988; Polo y López, 1987; Russell, 1988; Matthews, 1989; Brackenridge, 1989; Martín, 1990; Hendrick, 1991; King, 1991; Kinnear, 1991; Gauld, 1992; Gil y Pessoa, 1992).

Sin embargo, pese a que la utilidad de la historia de la ciencia ha sido analizada en un sinnúmero de trabajos, su empleo en el aula, en general, ha sido muy limitado debido a que la enseñanza de esta disciplina constituye una tarea difícil (Jiménez y Fernández, 1987).

Con base en estas consideraciones, el trabajo se enfocó a analizar la enseñanza de la historia de la ciencia en un contexto específico, con el propósito de conocer la problemática que implica la enseñanza de esta disciplina en un currículo de ciencia. Esto permitiría conocer y explicar la dinámica de desarrollo de una situación particular, lo que daría puntos de partida para proponer lógicas distintas en la enseñanza de la ciencia.

Así, durante el desarrollo de la investigación, definimos como principio fundamental la necesidad de conocer una realidad concreta y comprender su lógica de desarrollo antes de intentar algunas propuestas sobre su transformación.

Para la realización de este estudio se escogió a la licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, debido a que esta institución constituye el principal centro de formación de biólogos en el país y su plan de estudios es el modelo de referencia más importante a nivel nacional (Rodríguez, 1987; González González et al 1994).

Una vez establecidos los objetivos y el esquema general del proyecto, se procedió a la documentación de diferentes aspectos, que incluyó tanto el análisis de trabajos realizados con un enfoque similar al nuestro, como aquellos con un carácter más general. Un punto que se consideró importante en esta etapa, fue el análisis de diferentes corrientes historiográficas. Era fundamental conocer los principales enfoques que explican el desarrollo histórico del conocimiento científico, ya que éste permitiría el establecimiento de un marco teórico de referencia para la realización de análisis posteriores. Conocer cómo se reconstruye la historia de la ciencia, daría más elementos para comprender la dinámica de la enseñanza de la historia de una disciplina y ayudaría a determinar el enfoque histórico con que se enseña.

Posteriormente, se consideró necesario definir una estrategia general que guiara el trabajo empírico. Esto llevó a una serie de aproximaciones que permitieron determinar con mayor claridad el objeto de investigación. Se había iniciado con planteamientos muy generales, con

un universo de relaciones que tenían que delimitarse en un esquema susceptible al análisis empírico.

De esta manera, existían tres elementos de análisis que se requirió precisar:

1° el área o materias a analizar dentro del plan de estudios ( se había considerado que un análisis del plan de estudios en su totalidad iba a dar información muy general y en cierto sentido superficial);

2° los elementos de la estructura didáctica (Campos, 1979) que se abordarían con mayor profundidad (el profesor y su estrategia didáctica, el aprendizaje de los alumnos, el contenido del curso y el estado de conocimiento de la materia);

3° el enfoque y las herramientas metodológicas.

1°. Con respecto a este punto, se decidió analizar el curso de Biología General II (Evolución) con base en las siguientes consideraciones:

a) la teoría evolutiva constituye el marco teórico unificador del conocimiento biológico, ya que intenta presentar una óptica integral de la gran variedad de procesos relacionados con la transformación de los seres vivos, razón por la cual es importante que los estudiantes comprendan con profundidad esta área de la Biología;

b) tanto el programa como la bibliografía del curso de Biología General II (Evolución) que se imparten en el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias, contemplan, al menos en lo formal, un panorama histórico más amplio, en relación con los temarios de otras asignaturas;

c) el evolucionismo es una área muy estudiada desde el punto de vista histórico, lo que facilita el análisis.

2º. Una primera aproximación para definir los sujetos de investigación, se orientó desde una perspectiva cognoscitiva. Con ello se pretendía conocer la estructura conceptual de los alumnos antes y después de analizar los temas históricos. Sin embargo, este enfoque se centraba en el aprendizaje de los estudiantes; y, en virtud de que el estudio tenía por objeto analizar cómo se enseña la historia del evolucionismo dentro del plan de estudios de la licenciatura en Biología, se acordó centrarlo en el profesor, buscando conocer la problemática que implica la enseñanza de la historia del evolucionismo (no de su aprendizaje) y el enfoque histórico con que se enseña.

Los estudiantes se considerarían sólo como un referente para contrastar el punto anterior.

3º. Una vez definido que el objetivo del trabajo empírico era analizar la enseñanza de la historia del evolucionismo, se consideró adecuado elaborar una metodología que reflejara lo que sucede en el salón de clases. Por esta razón se optó por la realización de una investigación de tipo cualitativo (etnográfico), que ofreciera una descripción de las actividades que realizan maestros y alumnos en del salón de clases.

La metodología etnográfica ha tenido una gran variedad de influencias, tanto de la antropología, la sociología, la psicología clínica, como de la evaluación curricular y de la filosofía social, entre otras (LeCompte, 1992). Tiene por objeto la descripción de un escenario cultural limitado, en este caso: el salón de clases. Pretende analizar el papel de las interacciones cotidianas más que el de las relaciones más amplias entre escuela y sociedad (García y Vanella, 1992). Este enfoque pretende que la descripción e interpretación de las interacciones que se dan en el aula, permita la generación de teoría que explique aspectos fundamentales del proceso educativo. En este contexto, el salón de clases, aún cuando constituye un marco específico de relaciones sociales, se concibe como un punto de confluencia entre aspectos micro y macrosociales. Así, "El salón de clases representa una pequeña unidad donde lo social habita estructurado de una manera particular" (García y Vanella, 1992 pág. 4).

Para abordar esta fase de la investigación, se optó por la realización de un estudio de caso. Aunque éstos dan cuenta de lo que sucede en una situación particular, y los resultados no pueden generalizarse en un "sentido estadístico", es posible mediante este tipo de estudios, registrar de manera integral, procesos, dinámicas, contenidos, relaciones, significados, etc. y con ello, interpretar la lógica de constitución y desarrollo del objeto de estudio a investigar. Así, como señalan García y Vanella (idem.), "...si bien los resultados de un estudio de caso "hablan" de lo que sucede en un salón de clases, en ello ejemplifican y hacen referencia a lo que sucede en ESE tipo de interacción social" (pág. 10). De esta manera, los estudios de caso pueden generalizarse en el sentido en que pueden ser capaces de generar teoría. En este contexto, el trabajo etnográfico no se reduce a la descripción de lo que se observa, sino que ofrece la posibilidad de dar explicaciones de lo que sucede en el salón de clases, hecho que en última instancia puede dar elementos para la instrumentación de lógicas distintas para la enseñanza de la ciencia y en este caso particular, para la enseñanza del evolucionismo.

Como herramientas metodológicas se consideraron la observación directa en el salón de clases y a la realización de entrevistas a los profesores, apoyadas por la aplicación de cuestionarios tanto a profesores como a estudiantes.

### **1. Criterios para realizar la observación en el aula.**

Para llevar a cabo la observación en el aula se determinó asistir al salón de clases durante tres períodos. El primero de ellos tuvo lugar en el momento en que los profesores impartieron los puntos del "Contexto histórico" definidos en el temario del curso. Esta representaría la etapa más importante de la observación debido a que, el análisis de la exposición de éstos temas dio información sobre la dinámica del curso y permitió determinar el enfoque histórico que presentan los profesores en su enseñanza.

La segunda etapa de observación tuvo por objeto conocer, fuera del contexto de los temas estrictamente históricos, si se hacía algún tipo de referencia a la historia del evolucionismo. Esto con el fin de analizar si se consideraba únicamente como un antecedente o si era retomada en otros momentos del curso.

La tercera etapa de observación buscaba el mismo propósito que la anterior, además de que estuvo destinada a la aplicación de un cuestionario para los estudiantes.

## **2. Criterios para la realización de la entrevistas.**

Las entrevistas tuvieron por objeto conocer las opiniones de los profesores con respecto a diversos tópicos y estuvieron enfocadas principalmente al análisis de las experiencias generadas en la impartición de su materia, las dificultades y bondades de la enseñanza de la historia dentro de su curso y la importancia que otorgan a la formación histórica de los biólogos. Esta información permitió confrontar lo observado en clase con las declaraciones de los profesores.

## **3. Criterios para la elaboración y aplicación de los cuestionarios.**

El diseño y aplicación de los cuestionarios se hizo con el fin de contar con elementos para confrontar la información obtenida de las observaciones en clase y de las entrevistas a los profesores. Aunque este tipo de pruebas tienen limitaciones, en el sentido de que a veces es difícil dar un marco suficientemente amplio para contemplar la variedad de opiniones que pueden derivarse de estos temas, además de problemas de la evaluación, se definieron como herramientas para triangular la información y ubicar y reportar tendencias generales.

Los cuestionarios tanto para profesores como para estudiantes fueron diseñados bajo la consideración de tres grandes bloques.

- En el primero de ellos se incorporaron aspectos históricos y filosóficos que pretendían obtener información sobre la concepción de ciencia y desarrollo histórico de estudiantes y profesores. De esta manera, retomando el análisis de las corrientes historiográficas se definieron preguntas que buscaban opiniones sobre los siguientes puntos: la objetividad y verdad de la ciencia; gradualidad y progreso en la ciencia; influencia de factores "internos" y "externos" en el desarrollo científico; el carácter histórico de los métodos, conceptos y teorías científicas, etc.

- En el segundo bloque se definieron preguntas relacionadas con la historia del evolucionismo, buscando la incorporación de aspectos que permitieran confrontar las respuestas del bloque anterior, con el fin de analizar su coherencia y consistencia.

- El tercer bloque consideraba preguntas que buscaban conocer las opiniones de los profesores y estudiantes con respecto a la importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral de los biólogos.

El cuestionario para los profesores se organizó con base en el planteamiento de ciertas afirmaciones con 6 opciones de respuesta.

Ejemplos:

#### 1er. Bloque.

1. La ciencia constituye un elemento aislado y autónomo que no está en función de las condiciones socio-económicas; ni se ve afectado por cuestiones políticas e ideológicas.

Totalmente de acuerdo ( ) De acuerdo ( ) Medianamente de acuerdo ( ) En desacuerdo ( )  
En total desacuerdo ( ) Lo ignoro ( )<sup>1</sup>

2. La ciencia es la expresión directa de las relaciones sociales y económicas de una sociedad determinada.

Totalmente de acuerdo ( ) De acuerdo ( ) Medianamente de acuerdo ( ) En desacuerdo ( )  
En total desacuerdo ( ) Lo ignoro ( )

---

<sup>1</sup>Nota: Se ofrecieron todas estas opciones para detectar los matices en las respuestas. El totalmente de acuerdo o el total desacuerdo, por ejemplo, indicaba una toma de posición más clara con respecto a la afirmación planteada.

## 2º Bloque.

1. Las concepciones evolucionistas han tenido un fuerte impacto político en los dos últimos siglos.

Totalmente de acuerdo ( ) De acuerdo ( ) Medianamente de acuerdo ( ) En desacuerdo ( )  
En total desacuerdo ( ) Lo ignoro ( )

2. El programa eugenésico de Galton tuvo una gran influencia del evolucionismo y de la genética. Estudiar su impacto político nos permite conducir a que los estudiantes se concienticen de la influencia social del conocimiento científico.

Totalmente de acuerdo ( ) De acuerdo ( ) Medianamente de acuerdo ( ) En desacuerdo ( )  
En total desacuerdo ( ) Lo ignoro ( )

## 3er. Bloque.

1. Para que los estudiantes logren una mejor comprensión del desarrollo de una disciplina, es importante plantear las bases conceptuales, metodológicas e históricas en las que se fundamentan las teorías y el contexto en el cual se construyen.

Totalmente de acuerdo ( ) De acuerdo ( ) Medianamente de acuerdo ( ) En desacuerdo ( )  
En total desacuerdo ( ) Lo ignoro ( )

2. La historia no es necesaria para la enseñanza del evolucionismo, ya que limita el tiempo que puede ser empleado para analizar temas más relevantes.

Totalmente de acuerdo ( ) De acuerdo ( ) Medianamente de acuerdo ( ) En desacuerdo ( )  
En total desacuerdo ( ) Lo ignoro ( )

En el caso de los estudiantes, el cuestionario se estructuró de acuerdo con los bloques señalados, pero con 5 opciones de respuesta.

Ejemplos:

1er. Bloque.

1. EL CONOCIMIENTO CIENTIFICO:

- a) tiene sus propias reglas y se explica a través de la ciencia misma, es decir, en él no influyen factores externos al ámbito científico. ( )
- b) es una expresión de las relaciones sociales y económicas de una época determinada por lo que existe una conexión directa entre la producción del conocimiento y su aplicación ( )
- c) está influenciado tanto por factores internos (intelectuales) como externos (filosóficos, económicos, etc.). Por tanto, la naturaleza de la ciencia es social y los factores sociales forman parte de ella. ( )
- d) Todas las anteriores.
- e) Ninguna de las anteriores

2º Bloque.

1. LA TEORIA EVOLUTIVA DE DARWIN

- a) representa una propuesta contrapuesta a la teoría de Lamarck. ( )

- b) contiene elementos de la teoría lamarckiana para explicar el origen de la variación ( )
- c) no se corresponde con la teoría de Lamarck, ya que se refiere a aspectos distintos de la evolución orgánica. ( )
- d) Todas las anteriores.
- e) Ninguna de las anteriores

3er. Bloque.

**I. LA INTRODUCCION DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN LOS PROGRAMAS DE ENSEÑANZA:**

- a) es un elemento fundamental que debe considerarse para la formación integral de los científicos. ( )
- b) es importante como cultura general, pero no es fundamental para la enseñanza de la ciencia. ( )
- c) no es necesario, ya que limita el tiempo que puede ser empleado para analizar temas más relevantes. ( )
- d) Todas las anteriores.
- e) Ninguna de las anteriores

## **B. OBSERVACION Y REGISTRO A TRAVES DEL CONTACTO CON LA REALIDAD.**

En esta etapa, según García y Vanella (1992), se opera una desarticulación con el objeto de estudio. El trabajo se centra en el registro de la información que a veces se convierte en un conjunto de datos desordenados y caóticos que van tomando forma y contenido en el momento del análisis y la interpretación.

En esta fase de desarrollo del proyecto, se siguió el siguiente procedimiento para la obtención de información :

### **I. Acceso.**

El estudio se llevó a cabo durante el semestre 93-I comprendido entre los meses de marzo a septiembre de 1993.

Previo al inicio del semestre, se solicitó el apoyo de la Coordinadora de Licenciatura del Consejo Departamental de Biología para la realización del trabajo. La Coordinadora convocó a una reunión con el Coordinador de la Academia de Biología General II, donde se plantearon en términos generales, los siguientes puntos: la descripción de trabajo, los objetivos y la metodología a seguir. Se solicitó al Coordinador su opinión del proyecto y la autorización para hablar con los demás miembros de la Academia con el objeto de plantearles estos puntos y conocer su disposición para participar en el estudio.

Cabe destacar que tanto la Coordinadora, como la mayor parte de los miembros de la Academia mostraron siempre una gran disposición para apoyar este proyecto.

El total de grupos que impartieron el curso de Biología General II durante éste periodo fue de seis. En un principio se consideró la posibilidad de analizar todos ellos, sin embargo, un profesor (encargado de dos grupos) mostró cierta resistencia para la realización del estudio; razón por la que se optó por trabajar únicamente con los grupos restantes.

Se analizaron un total de 4 grupos, denominados A, B, C y D; y 6 profesores (1, 2, 3, 4, 5 y 6). Los profesores 1 y 2 estuvieron a cargo del grupo A; los profesores 3 y 4 del grupo B; el profesor 5 del grupo C y el profesor 6 del grupo D.

## **2. Observación en el Aula.**

La observación en el salón de clases, como se señaló, se realizó en tres etapas. La primera de ellas se llevó a cabo en el momento en que se impartieron los temas relacionados con el contexto histórico del evolucionismo establecidos en el temario del curso. El tiempo de observación varió en cada grupo, en función del tiempo que cada profesor dedicó a dichos temas. La segunda etapa se realizó a mediados del semestre y consistió en la observación de una sola clase. Finalmente, se asistió al final del semestre, en una sesión destinada a la aplicación del cuestionario para los estudiantes. En la primera etapa de la observación en el aula, la mayoría de las clases fueron filmadas, salvo aquellas donde los profesores no estuvieron de acuerdo. En estos casos y en las demás etapas de la observación se optó por la audiograbación.

## **3. Entrevistas.**

Las entrevistas a los profesores se llevaron a cabo al finalizar el semestre de realización del estudio (93-1); aunque en el transcurso del mismo se realizaron algunas entrevistas de tipo informal.

## **4. Cuestionarios.**

El cuestionario para los profesores se aplicó al inicio del semestre, lo que permitió contar con un perfil general del profesor al inicio de la investigación. El cuestionario para los estudiantes, como se ha señalado, fue aplicado al finalizar el semestre escolar (93-1).

### C. RECONSTRUCCION DEL FENOMENO DE ESTUDIO.

Una vez finalizado el trabajo de campo, la siguiente etapa consistió en el análisis e interpretación de la gran cantidad de información generada. Como señalan García y Vanella (op. cit.), "El trabajo de análisis consiste en rearmar el objeto de estudio a través de clasificar la información con el parámetro de la estructura conceptual original, incorporando todo aquello que en el primer trabajo de conceptualización no estaba previsto, pero que aparece como elemento constitutivo del objeto de estudio; en este momento se trata de darle forma nuevamente, ahora ya no como pregunta que orienta la indagación, sino como contenido que responde las incógnitas iniciales. Obteniendo con ello, lo que identificamos como los resultados de la investigación" (pág. 17).

Así, la interpretación consiste en dar forma, contenido y explicación a la información recabada. Una primera etapa consistió en la clasificación del "caos" registrado en "descripciones analíticas" o categorías, de tal manera que los datos dejaron de percibirse tal y como se registraron, para organizarse en una forma articulada, tomando así un nuevo significado (idem.). Al determinar la lógica para la construcción y ubicación de las categorías y establecer comparaciones entre ellas, fue posible identificar una variedad de matices y detalles que guiarían la interpretación de los resultados obtenidos.

Como señalan García y Vanella (idem.) "...la dificultad radica en la elaboración de los significados, pues éstos resultan de ir "haciendo hablar" a los datos, con lo cual van dejando su condición de datos, es decir, de evidencias empíricas netas, y asumiendo su condición de significados, éste es de realidad interpretada... Los datos no "hablan" por sí mismos, sino que asumen diferentes significados de acuerdo a la pregunta que se les formule". (pág. 18).

Con base en lo anterior se definieron los siguientes criterios y procedimientos para el análisis:

La información generada en este estudio se analizó considerando los siguientes aspectos:

- Enfoque histórico- se analizarán las concepciones de ciencia y construcción del conocimiento científico de profesores y estudiantes.

- Problemática.- se analizarán las condiciones en las que se lleva a cabo la impartición de la historia del evolucionismo, desde la perspectiva del profesor.

- Importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral de los científicos.- se analizarán las opiniones de profesores y estudiantes con respecto a este punto.

El primer punto se analizó a partir de la observación en el aula y de los resultados de los cuestionarios, principalmente; el segundo, resultó del análisis de la observación en el aula y de las entrevistas; y, el tercer punto de las entrevistas y cuestionarios.

### **1. Análisis del discurso del profesor.**

Con el objeto de precisar la estrategia de análisis del discurso del profesor, se evaluaron diversos estudios de tipo etnográfico (Garza, 1988; Anderson, 1989; Donmoyer, 1990; Candela, 1991; Campos, 1989, 1992; Campos et al, 1992, Gail, 1992; Blome, 1992, Woods, 1992). Sin embargo, es difícil adoptar una metodología en particular, debido en gran medida a las limitaciones relacionadas con la conceptualización de los diferentes objetos de estudio. Cada objeto de investigación implica la redefinición, transformación o adecuación de propuestas metodológicas ya elaboradas, o la creación de estrategias propias dependiendo de las necesidades y objetivos de la investigación. En esta perspectiva, para analizar el discurso de los profesores, retomamos la metodología propuesta por Strauss (1987), modificada por Campos et al (1992), con las adecuaciones pertinentes realizadas en función del objeto de la investigación.

El análisis del discurso se llevó a cabo considerando los siguientes niveles:

#### **- Primer nivel de análisis -**

A partir de la reproducción completa del discurso, en este primer nivel se seleccionaron las unidades de análisis o indicadores. Estas se definieron como aquellos elementos del discurso

del profesor que dieran información sobre su enfoque histórico; es decir, reflejarían su concepción de ciencia, del método científico, del desarrollo histórico de la ciencia, etc.

- Segundo nivel de análisis -

Una vez determinadas las unidades de análisis, se definieron categorías. Estas resultaron de la consideración del marco conceptual original (gradualidad o discontinuidad en el desarrollo científico, internalismo/externalismo, objetividad, progreso en la ciencia, entre otros). Las categorías, entonces, reflejarían las concepciones de los profesores al respecto.

- Tercer nivel de análisis -

En este nivel de análisis se compararon y establecieron vínculos entre las categorías obtenidas del discurso y de los resultados del cuestionario. A partir de esta confrontación se establecieron patrones generales, donde se integró el enfoque histórico global del profesor.

A continuación se muestran algunos ejemplos sobre cómo se llevo a cabo el primero y segundo nivel de análisis. El tercer nivel se muestra en el capítulo de resultados.

Ejemplo 1:

El profesor 5 cuando inicia su presentación del "contexto histórico" señala:

1er. Nivel

**"Yo lo primero que pensé para empezar es hacer algo así como una escala, a mi algo que me impresiona mucho es ubicar en el tiempo en el que realmente se da una visión con respecto a la civilización humana, entonces se me ocurrió hacer, desde el inicio de la civilización hasta nuestra época actual, pues hablar de Historia en una escala de diez,**

o sea, que yo puse una meta desde el cero hasta el diez ..." <sup>2</sup>. (El profesor marca una línea en el pizarrón dividida en 10 donde establece las épocas históricas -antes de cristo, era cristiana, siglo XIX, etc.; en ellas ubica los aspectos importantes relacionados con la historia del evolucionismo)

2o. Nivel                      Esta unidad de análisis se definió como: Gradualidad del desarrollo científico.

#### Ejemplo 2.

En la sesión donde introduce la historia del evolucionismo, el profesor 6, menciona:

1er. Nivel

**"... en muchas concepciones se introducen preconcepciones humanas, se hacen juicios de valor, tendencia a la reflexión y muchas de estas posiciones a qué tratan de llegar: cuál es la meta de la evolución, entonces dirían que el hombre es el ser más perfecto, y una corriente de este tipo la podemos encontrar en un señor que se llamaba ...?, creía en la evolución, aceptaba las ideas de Darwin, pero él trató como de unir la teoría científica con la religión, entonces planteó una unidad mística en la que nos dice que todo va a quedar como está, que no vamos a ser más perfectos que la naturaleza, que Jesucristo es el catalizador de la evolución, algo así, entonces él condiciona mucho que el cambio evolutivo es un cambio progresivo hacia la perfección. Los evolucionistas más materialistas, más escépticos, solamente aceptarían el cambio, que la evolución es un cambio, que el cambio es una característica de todos los sistemas: la evolución ha ocurrido, ocurre y**

---

<sup>2</sup>Las frases marcadas constituyen las unidades de análisis.

seguirá ocurriendo. Ha habido quien planteó que el hombre ha sido el final y que la evolución ya terminó, esto se refiere a posiciones antropocéntricas.

**"Es decir, las concepciones evolucionistas se pueden definir por el manejo de ciertos principios con los cuales se pretende condicionar pero si hablamos de algunas cosas, entramos en compromisos de ideología, algunas creencias religiosas que se puedan tener..."**

2o. Nivel                      Esta unidad de análisis se definió como: **No neutralidad de la ciencia.**

## **2. Análisis de los cuestionarios.**

### **2.1. Cuestionario para profesores.**

Con el objeto de analizar el enfoque histórico de cada uno de los profesores, y debido que la muestra abarcaba un total de 6, no se consideró pertinente la realización de un análisis estadístico de los resultados. En su lugar, se definieron los siguientes niveles y criterios:

#### **- Primer Nivel -**

Se relacionaron las preguntas que pudieran agruparse en categorías, establecidas en función del marco teórico (objetividad de la ciencia; internalismo/externalismo; temporalidad del conocimiento científico, etc.).

#### **- Segundo Nivel -**

Se determinaron las categorías y se compararon para detectar la consistencia (por ejemplo, las preguntas relacionadas con el enfoque externalista fueron contrastadas).

### **- Tercer Nivel -**

Los resultados se compararon con lo obtenido en el análisis del discurso del profesor, de lo cual se derivaron algunos patrones generales y se integró el enfoque histórico del profesor.

### **2.2. Cuestionario para estudiantes.**

La información obtenida de los cuestionarios de los estudiantes se analizó de la siguiente manera:

- Se organizaron las preguntas con base en los tres criterios globalizadores (enfoque histórico, problemática de la enseñanza de la historia de la ciencia e importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral de los biólogos);

- Se determinaron los porcentajes de cada una de las respuestas, con el fin de determinar las posiciones mayoritarias de cada grupo (aquellas que presentaban los más altos porcentajes);

- A partir del análisis de las respuestas relacionadas con el enfoque histórico se definieron categorías, resultantes de la consideración del marco teórico. Se contemplaron únicamente las posiciones mayoritarias.

- Las respuestas relacionadas con los criterios globalizadores restantes se consideraron como opiniones generales.

### **3. Análisis de las Entrevistas.**

Las entrevistas tuvieron por objeto conocer la problemática de la enseñanza de la historia del evolucionismo, desde la perspectiva de los profesores. Las opiniones obtenidas a partir de ellas se agruparon en tres categorías:

- a) Opiniones generales sobre el contexto del curso de Biología General II (consideraciones sobre el plan de estudios de la carrera y la situación del curso de Evolución);
- b) Opiniones sobre los problemas de la enseñanza de la historia del evolucionismo (formación, tiempo destinado a estos temas, motivación de los estudiantes, etc.);
- c) Opiniones sobre la importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral del biólogo.

#### **D. RECREACION TEORICA.**

Esta etapa representó el momento de síntesis, donde los resultados obtenidos del análisis y la interpretación se relacionaron con las preguntas iniciales. Esto permitió confrontar la teoría que fundamenta el trabajo con la problemática que surgió del fenómeno estudiado. Así como señalan García y Vanella (idem.), "...en las conclusiones del trabajo, se obtiene el nivel de abstracción, que no está presente en los resultados, en tanto éstos son, como ya se apuntó, una descripción analítica de la evidencia empírica que organiza la información y en ello la interpreta desde una perspectiva, pero que no alcanza, en rigor, el nivel de síntesis que es la conceptualización, como instancia que integra y articula los componentes del fenómeno y así logra no sólo designar una realidad, sino también explicarla". (pág. 19).

De acuerdo con los objetivos del trabajo, esta recreación teórica dió cuenta de la lógica de la enseñanza de la historia del evolucionismo dentro del plan de estudios de la carrera de Biología. Esto permitió dar explicaciones y establecer algunas generalizaciones.

## VI. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.

El análisis de los resultados del estudio, se presenta de la siguiente manera, de acuerdo el planteamiento de González González (1992):

### **Análisis por Grupo.**

1º Se hace una caracterización general del tiempo de observación en cada uno de los grupos y de las condiciones en las que se llevó a cabo el estudio.

2º Se presentan los resultados desglosados por profesor, considerando tres apartados:

**Enfoque histórico.-** en el se analiza lo referente a este punto tomando en cuenta los resultados obtenidos a partir de la observación en el aula de los cuestionarios de los profesores.

En una primera parte se plantean las categorías que se obtuvieron del discurso del profesor y de los cuestionarios (2º nivel de análisis). Posteriormente se presenta un análisis comparativo por profesor (3er. nivel de análisis).<sup>1</sup>

**Problemática.-** se presentan las opiniones de los profesores con respecto a este punto, organizadas de acuerdo con los criterios establecidos en el capítulo anterior.

**La importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza.** se presentan las opiniones de los profesores con respecto a este punto.

---

<sup>1</sup>Nota: La determinación de las unidades de análisis o indicadores correspondiente al ter. nivel no se plantean debido a la gran cantidad de información que debe incorporarse. Para retomar cómo se definieron, ver capítulo IV Estrategia Metodológica.

- 3" Se presentan los resultados obtenidos a partir de los cuestionarios aplicados a los estudiantes.
- 4" Se presenta una síntesis sectorial donde se hace un análisis comparativo entre los profesores del grupo, así como entre profesores y estudiantes.

#### **Análisis Integral.**

- 1" Se presenta un análisis comparativo de todos los profesores estudiados.
- 2" Se presenta un análisis comparativo de los estudiantes de todos los grupos.
- 3" Se presenta una síntesis integral, donde se confrontan los resultados globales obtenidos, tanto de profesores como de estudiantes.

#### **A. GRUPO A.**

En este grupo se hicieron un total de 6 observaciones. La primera de ellas constituyó una introducción al evolucionismo. En la segunda clase se inician los temas históricos. Estas dos sesiones estuvieron a cargo del que se ha denominado Profesor 1. El resto de las clases (tres más de historia y una en que se discutieron aspectos sobre biogeografía) estuvieron cargo del Profesor 2.

Este grupo contó con una asistencia promedio de 17 alumnos.

Los cuestionarios fueron aplicados a 2 profesores y 14 estudiantes.

## 1. PROFESOR 1.

Este profesor estuvo a cargo de las dos primeras clases que se ofrecieron a este grupo. En la primera de ellas hablo sobre temas generales relacionados con el evolucionismo, caracterizó el término de evolución en sus diferentes acepciones, además de otros conceptos importantes para la teoría evolutiva como son: la variación, la adaptación, etc. Planteó algunos aspectos generales sobre Darwin; y destacó el papel del evolucionismo como marco teórico unificador de la biología.

En la segunda sesión destinada a la historia, el profesor habló sobre la importancia de conocer el pasado como una forma de comprender el presente. Destacó el papel de Darwin como el primer naturalista que introdujo una concepción evolucionista de la naturaleza y por haber propuesto un mecanismo general para explicar la evolución de las especies.

Con respecto a la historia señaló, que las reconstrucciones históricas son subjetivas y que varían de acuerdo a los autores. Presentó una clasificación tomada de Mayr (1983), donde considera 5 tipos de historia: lexicográficas, cronológicas, biográficas, sociológicas y culturales, y problemáticas. En relación a esta clasificación, señaló que todas las historias "son buenas", y que en el curso no iban a seguir a ninguna en particular, ya que en se tocarían varios aspectos de forma parcial. Planteó las ventajas y desventajas de que la historia sea reconstruida por científicos e historiadores.

Una vez que dió una introducción a estos temas, inició con la revisión de varios filósofos griegos en los que pudiera encontrarse alguna relación con el evolucionismo. La exposición fue muy general, señalando los aspectos, que desde el punto de vista del profesor, eran importantes para la historia de las teorías evolutivas. Planteó los obstáculos (o aspectos "nocivos") que impidieron un pensamiento evolutivo durante ese período, y los nociones que pudieran considerarse como "precursoras" de ciertas concepciones evolucionistas.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

### 1.1. Enfoque histórico.

Como resultado de la observación en el aula, se determinaron las siguientes categorías, derivadas del discurso del profesor:

CAT.	PROFESOR 1
1	Subjetividad de la Historia de la Ciencia
2	Naturaleza social de la ciencia
3	Crítica al externalismo

A partir del cuestionario se definió el siguiente perfil del profesor :

El profesor está de acuerdo con la aseveración de que la ciencia es un conjunto de conocimientos objetivos, sistematizados y verdaderos, lo cual refleja su posición con respecto a la objetividad del conocimiento científico. En las preguntas relacionadas con la verdad de la ciencia se manifiesta como medianamente de acuerdo.

Con respecto a la influencia de los factores internos y externos en el desarrollo científico, este profesor no asume una posición clara. En preguntas que manejaban un enfoque internalista o externalista claramente marcado, se manifestó entre el desacuerdo y el medianamente de acuerdo. En las preguntas que pretendían integrar estos dos aspectos, estuvo medianamente de acuerdo. Esta información nos indica que el profesor no toma una posición clara acerca de la influencia de los factores "internos y externos" en el desarrollo de la ciencia.

Con respecto a la gradualidad y continuidad en la ciencia, el profesor está en desacuerdo. Se manifiesta claramente de acuerdo con una visión discontinuista por lo que apoya la existencia de revoluciones científicas.

En relación con el carácter histórico de la ciencia, el método, la racionalidad científica y la historia de la ciencia, el profesor está medianamente de acuerdo. Esto puede indicarnos una cierta una posición cercana a la existencia de "un método y una racionalidad científica".

En lo general se manifiesta en desacuerdo con una visión positivista de la historia de la ciencia, en el sentido de que la historia no es un depósito de anécdotas y cronologías. No cree que el historiador sea quien deba determinar por qué hombre y en qué momento fueron descubiertos hechos, leyes o teorías. Está medianamente de acuerdo con la afirmación de que la historia debe describir errores, mitos y supersticiones que impiden una acumulación más rápida del conocimiento.

Con respecto al evolucionismo, podemos señalar que el profesor conoce este campo de conocimiento y reconoce la vinculación de esta disciplina con la genética. Tiene claridad con respecto a la importancia del evolucionismo como marco teórico unificador del conocimiento biológico.

No reconoce el impacto social e ideológico de las concepciones evolucionistas, lo cual es coherente con su concepción de neutralidad y objetividad de la ciencia.

A partir del análisis del cuestionario y de la confrontación de las respuestas se determinaron las siguientes categorías:

CAT.	PROFESOR 1
1	Objetividad de la Ciencia
2	Discontinuidad del desarrollo científico
3	Neutralidad de la ciencia

La comparación entre las categorías determinadas a partir del discurso del profesor y del cuestionario se muestran en la siguiente tabla.

CAT.	OBSERVACION EN ELAULA	CUESTIONARIOS
1	Subjetividad de la Historia	
2	Naturaleza social de la ciencia	
3	Crítica al Externalismo	
4		Objetividad de la Ciencia
5		Discontinuidad del desarrollo científico
6		Neutralidad de la ciencia

Como resultado del análisis de la información presentada, se puede señalar que este profesor, como él señala, tiene deficiencias formativas en el campo de la historia y la filosofía de la biología. En términos generales presenta un manejo pobre en conceptos históricos, lo que puede indicar la carencia de un marco teórico para analizar el desarrollo del evolucionismo.

El profesor corresponde más cercanamente al perfil del "científico tradicional", en el sentido de que sostiene algunas de las tesis fundamentales del positivismo (objetividad, neutralidad de la ciencia, etc.), además de que no adopta una posición clara con respecto a la temporalidad del conocimiento científico, ni en relación con la influencia de factores "internos" y "externos" en el desarrollo de la ciencia, lo cual es congruente con su concepción.

De la tabla anterior se desprende que hay consistencia entre la crítica al externalismo y su óptica de neutralidad de la ciencia. Puede observarse también, que si bien acepta que la ciencia es objetiva, considera que la historia de la ciencia se caracteriza por ser subjetiva. Esto puede reflejar su concepción acerca del carácter científico de ésta disciplina, que en ese sentido pone en duda.

## 1.2. Problemática.

### 1.2.1. Opiniones sobre el Contexto del curso de evolución.

Este profesor opina que el plan de estudios de la licenciatura en Biología es bueno, sin embargo, es mejorable. Tiene un arreglo "muy bonito" (filogenético). Pero, debería reordenarse, sobre todo porque actualmente la biología evolutiva es una área que está progresando mucho a nivel mundial.

Con respecto al curso de Biología General II considera que debido a que es semioptativo, la materia se valora poco en la Facultad de Ciencias. Mucha gente la considera una materia aburrida por ser fundamentalmente teórica, debido a que las clases casi siempre son frente al grupo. Al ser definida como una materia teórica, no se tiene apoyo (aulas-laboratorio, presupuesto para salidas al campo) para darle otro carácter al curso. Sin embargo, algunos estudiantes reconocen la importancia del curso y poco a poco están integrando estos aspectos a su formación.

En relación con el programa de la materia, señala que es muy bueno. Siempre que se le quieren hacer críticas encuentran que es un programa muy completo, muy ambicioso y más que tener defectos, tiene muchas virtudes. Sin embargo, su amplitud lo hace muy difícil de cubrir, en primer lugar por el tiempo; y en segundo lugar, porque es muy difícil que los profesores dominen bien todos los temas. Existen, por tanto, temas que se analizan muy superficialmente; como: biogeografía, coevolución, el origen del hombre.

Opina que el programa ha evolucionado de acuerdo a los profesores que se han integrado a la materia, de la misma forma, los profesores incorporan aspectos de su interés particular. El programa es sumamente amplio, pero también hay ciertas desviaciones, en el sentido de que se carga muchas veces a temas que responden a un interés personal, y se soslayan otras cosas.

Piensa que al existir materias independientes como biogeografía, historia de la ciencia y taxonomía o sistemática, balancearía más el curso; el cual estaría compuesto por tres

apartados: genética de poblaciones, especiación y macroevolución. Eliminando los temas que considera accesorios.

### 1.2.2. Opiniones sobre la problemática en la enseñanza de la historia del evolucionismo.

El profesor plantea que algunos aspectos del programa del curso deberían reconsiderarse (aunque aclara que no es que no le gusten), debido al problema del tiempo. Los primeros temas del curso son : historia, repaso de genética y de ecología. El profesor opina que quitaría los dos últimos y reduciría el tema de historia. Debido a que generalmente los profesores no están preparados para hacer historia de la ciencia, y menos historia de las teorías evolutivas, por tanto, esta parte del temario debería enfocarse a hacerles una síntesis de los eventos históricos importantes, sin analizar las causas, sino simplemente una cronología de los eventos importantes en la evolución, y después ya en los temas específicos, profundizar sobre estos aspectos, si hace falta.

En cuanto a la respuesta de los estudiantes ante los temas históricos, el profesor considera que existe una divergencia importante. Señala que ha dado clases con el profesor 6, y debido a que éste le da un tratamiento profundo y ameno a los temas históricos (utiliza material visual, extractos de textos originales), los estudiantes se muestran muy interesados. En el curso de este profesor, señala que la respuesta es muy buena, mientras que en su curso no lo es tanto, lo cual tiene que ver con cuestiones de estilo, de profundidad, de didáctica y de disposición de la gente. Plantea que si él no presenta estos temas de una manera amena, si no tiene los conocimientos que tiene el Profesor 6, y si no les prepara material didáctico, es difícil que los estudiantes presenten la misma respuesta. En ocasiones envía a los alumnos con el profesor 6 para que tomen los temas históricos con él. El problema del profesor 6, opina, es que al extenderse tanto en los temas históricos, hace que no termine a tiempo y que no cubra el temario del curso.

### **1.3. Importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza de la ciencia y en la formación integral de los biólogos.**

En el cuestionario el profesor señala que no esta de acuerdo con la afirmación de que una perspectiva histórica puede favorecer una mejor comprensión del desarrollo de una disciplina, ni que deba fomentarse una nueva cultura científica y educativa que contemple la temporalidad del conocimiento y las implicaciones de éste en el terreno social.

En la formación del biólogo y del científico en general, sostiene en la entrevista, el conocimiento de la historia de la ciencia es fundamental. Le gusta mucho porque ofrece información sobre cómo se han desarrollado las cosas y también una perspectiva del contexto en que se dieron algunas polémicas importantes, como la herencia de los caracteres adquiridos, por ejemplo. Considera que muchas cosas que históricamente son importantes, determinan posteriormente los rumbos de la investigación.

En virtud de que el papel del curso es enseñarles la teoría evolutiva y los mecanismos evolutivos, no niega la importancia de la historia, pero considera que es mejor que exista otra materia que se aboque a eso, debido a que en el curso de evolución no se le puede dar un tratamiento profundo a estos temas, además de que afecta el desarrollo del mismo.

Considera que por parte de los científicos, el interés por la historia de su disciplina, por concientizarse del papel del científico, cuestiones de ética, etc. viene después. Los jóvenes normalmente no tienen esta formación, por lo que hay que recurrir a la historia y a las enseñanzas de otros científicos.

En términos generales se puede señalar que el profesor esta medianamente de acuerdo con la importancia de la historia dentro de su curso. Acepta que es importante como cultura general pero señala que no es necesaria para la enseñanza del evolucionismo, ya que limita el tiempo que puede emplear para analizar otros temas. Esta medianamente de acuerdo con que deba eliminarse del programa por no ser importante o porque es aburrida. En sus opiniones señala que la historia es importante, pero el curso está limitado en tiempo, por lo que el objetivo primordial del mismo debe ser la teoría y no la historia. Se inclina más por

la existencia de un curso sobre historia del evolucionismo, en lugar de quitarle tiempo a su materia.

El empleo de la historia de la ciencia es algo que no le interesa demasiado. Considera que los alumnos que entran a su materia deben aprender evolución. En este sentido, los aspectos relacionados con la historia del evolucionismo constituyen temas accesorios dentro del curso, que le quitan tiempo para analizar otros puntos con mayor profundidad. El interés de los científicos por la historia de su disciplina, por concientizarse del su papel social, sostiene, normalmente viene después, por lo que recurren a la historia y a otros científicos. En este sentido, plantea, la historia de la ciencia es importante en la formación general de los biólogos, pero dentro de su materia, sólo debe servir como una referencia cronológica.

## **2. PROFESOR 2.**

Este profesor estuvo a cargo de la mayor parte de los temas del "Contexto Histórico" establecidos en el temario del curso.

En la primera sesión analiza diversos aspectos y épocas históricas. Señala que no va hablar sobre autores sino de "grandes concepciones". Inicia con la Edad Media señalando que la concepción aristotélica fue el paradigma dominante durante este período. Continúa con el Renacimiento, donde destaca el papel de Copérnico, Galileo y Descartes. Después de analizar algunos aspectos sobre el origen de la geología y las diferentes concepciones con respecto al desarrollo de la tierra (vulcanismo y neptunismo), inicia con el análisis del siglo XVIII. En este período habla sobre Linneo, Buffon, Erasmo Darwin y Lamarck.

En la segunda sesión, presenta el período comprendido entre 1800 y 1859, año en que se publica el "Origen de las Especies" de Charles Darwin. Retoma algunos puntos generales sobre Lamarck y analiza algunos autores importantes como: Cuvier, Geoffroy Saint Hilaire, Hutton, Luis Agassiz, Von Baer, Ricardo Owen, Lyell y Robert Chambers. Habla de algunas corrientes científicas importantes como el uniformitarismo y catastrofismo, así como sobre

corrientes filosóficas como la Filosofía Natural. Con ello pretende ubicar a los estudiantes en el contexto científico y filosófico previo a la aparición del "Origen de las Especies".

En la tercera sesión presenta algunos datos importantes sobre la vida de Carlos Darwin. Estableciendo como marco la distinción entre las posiciones internalistas y externalistas en la reconstrucción histórica del evolucionismo, analiza diversos aspectos que formaron parte de la construcción de la teoría de la selección natural propuesta por Darwin. De esta manera, habla sobre: "el método de Darwin", los factores científicos que influyeron en la construcción de la teoría de la selección natural (el viaje del Beagle, la adopción de la metodología uniformitarista de Lyell, la analogía con la selección artificial, la lectura de Malthus, etc.), así como, sobre el contexto en el que se publicó el "Origen", y las reacciones posteriores a su publicación.

Plantea que Darwin argumentó suficientemente el hecho de la evolución, pero que hubo controversias relacionadas con los mecanismos evolutivos; de esta manera introduce lo que se ha denominado el "Eclipse darwiniano".

El período comprendido desde la aparición de el "Origen" hasta el planteamiento de la Síntesis Moderna lo presenta de una manera muy general. Finalmente señala que el neodarwinismo, salvo algunas controversias, sigue siendo el paradigma evolutivo fundamental, cuyo análisis constituye el objetivo del curso. Destaca, además, que la genética de poblaciones es el tema más importante dentro de la materia.

En una cuarta sesión (a mediados del semestre), posterior a la presentación del "Contexto Histórico", se analizaron temas relacionados con la biogeografía. Esta clase estuvo organizada a manera de un seminario con exposiciones por parte de los estudiantes. En esta sesión no se estableció algún referente histórico, salvo la ubicación de autores en cuanto al año de publicación de algún libro o artículo importante relacionado con el tema.

A continuación se presentan los resultados obtenidos, organizados de acuerdo a los apartados antes definidos.

## 2.1. Enfoque histórico.

Del análisis de las clases observadas, se establecieron las siguientes categorías :

CAT.	PROFESOR 2
1	Temporalidad del conocimiento científico
2	Paradigma
3	Discontinuidad en el desarrollo científico
4	Equilibrio Internalismo/Externalismo
5	Tensión entre paradigmas

De acuerdo con el cuestionario pudimos obtener el siguiente perfil :

El profesor acepta medianamente que la ciencia es objetiva y verdadera.

Rechaza la posición internalista, así como el externalismo extremo. Tiene claridad de la influencia de ambos factores y asume una posición clara con respecto a estos aspectos.

No acepta convencido la noción de acumulación ni la de revolución científica.

No acepta la noción de progreso y está de acuerdo medianamente con la idea de continuidad. Pero, acepta que el conocimiento tiende de manera gradual a una mayor comprensión de la naturaleza.

Esta claro de la temporalidad del método, la racionalidad y los conocimientos científicos, así como de la reconstrucción histórica.

Rechaza que la historia de la ciencia sea un depósito de anécdotas y cronologías; acepta medianamente que el historiador sea quien determine nombres y momentos importantes en la ciencia. Acepta que el historiador debe describir y explicar los errores, mitos, etc. que impiden una acumulación más rápida del conocimiento científico.

Coincide con la no neutralidad de la ciencia y de la historia de la ciencia lo que concuerda con su concepción de ciencia.

Esta claro del papel del evolucionismo como marco teórico unificador de la biología y acepta que la perspectiva histórica ayuda a comprender el desarrollo de este campo.

Acepta medianamente que haya existido una sucesión de teorías evolutivas pero rechaza que exista continuidad entre ellas.

No acepta totalmente el impacto social e ideológico de las teorías evolutiva y genética.

Como resultado del análisis del cuestionario se determinaron las siguientes categorías:

CAT.	PROFESOR 2
1	Temporalidad del conocimiento
2	Equilibrio Internalismo/Externalismo
3	Continuidad en el desarrollo científico
4	No Neutralidad de la ciencia
5	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos

La comparación entre las categorías determinadas a partir del discurso del profesor y del cuestionario se muestran en la siguiente tabla.

PROFESOR 2		
CAT.	OBSERVACION EN ELAULA	CUESTIONARIOS
1	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico
2	Paradigma	
3	Discontinuidad en el desarrollo científico	
4	Equilibrio Internalismo/Externalismo	Equilibrio Internalismo/Externalismo
5	Tensión entre paradigmas	
6		Continuidad del conocimiento científico
7		No Neutralidad de la ciencia
8		La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos

De acuerdo con el análisis de la información presentada, se puede señalar que el profesor tiene una mayor formación histórico - filosófica con respecto al profesor 1 que se refleja en la manera en que aborda estos temas dentro de la clase y en las respuestas que presenta en el cuestionario. Las categorías determinadas muestran que conoce los trabajos de algunos epistemólogos contemporáneos (Kuhn, por ejemplo), lo que habla de la existencia de un marco teórico para el análisis del evolucionismo.

Durante las presentación de la reconstrucción histórica del evolucionismo, destaca algunos puntos que denotan su mayor comprensión de este campo de conocimiento. Por ejemplo, insiste en la necesidad de contemplar las propuestas de los científicos en el contexto en el

cual se generaron, con el fin de no hacer juicios simplistas que conduzcan a una percepción equivocada de la ciencia.

Los resultados indican que tiene una visión de la ciencia que es coherente con múltiples discusiones epistemológicas actuales (acepta medianamente la objetividad del conocimiento científico, la noción de acumulación, continuidad y ruptura en el desarrollo de la ciencia; rechaza la idea del progreso lineal y la neutralidad de la ciencia; acepta la temporalidad de la verdad científica; contempla la influencia de factores "internos" y "externos" en el desarrollo científico), lo que le coloca con una postura equilibrada al respecto.

En el caso de este profesor, tanto la categoría de discontinuidad en el desarrollo científico, que sostiene en el discurso, como la concepción de continuidad en su respuesta al cuestionario son consistentes, debido a que pueden interpretarse desde la óptica de Kuhn; dado que en la etapa de "ciencia normal" el desarrollo es acumulativo y gradual, lo que no invalida el que se produzcan eventos de cambio durante la etapa de ciencia extraordinaria, e incluso surja una revolución científica que transforme la manera de hacer ciencia y de explicar la naturaleza.

Por otra parte, su conocimiento de la historia del evolucionismo, como se ha señalado, es amplio, se observa que tiene un mejor dominio de ciertos temas. El tema en el que se observa un mejor conocimiento, constituye uno de los más importantes dentro del curso (el proceso de construcción de la teoría de la selección natural de Darwin). Pese a ello, existen otros aspectos que descuida (los planteamientos de Lamarck y el contexto de las controversias actuales), que también son importantes para comprender integralmente el desarrollo del evolucionismo y la situación actual de la biología evolutiva.

Otro punto importante es que existe un cierto desequilibrio en cuanto al tratamiento de algunos temas. Por ejemplo, se dedican varias sesiones a analizar el período de los griegos romanos, edad media y renacimiento, y se le da poca importancia a análisis de las propuestas de Lamarck, cuando éste último fue el que propuso la primera teoría coherente acerca de la evolución de las especies. Otro tema descuidado es el período posterior a Darwin, ya que se analiza de manera muy somera y general. Además de que, al menos en la penúltima

sesión, se le da poca importancia a las controversias actuales.

Tal vez debido a que el tiempo para exponer estos temas es muy limitado (en un temario tan amplio), no se presentan de una manera clara las grandes concepciones que al inicio de la primera sesión declara va a tratar.

## **2.2. Problemática.**

### **2.2.1. Opiniones con respecto a la problemática en la enseñanza de la Historia del evolucionismo.**

El profesor considera que la enseñanza de la ciencia normalmente tiene un carácter ahistórico, aunque no esta totalmente de acuerdo con que exista un gran desfase entre el tiempo en que se produce un conocimiento y en que se enseña. Considera que la historia de la ciencia se enseña generalmente a manera de cronologías.

Señala que uno de los problemas más importantes para la enseñanza de la historia del evolucionismo es que el temario del curso es demasiado amplio y no se dispone de mucho tiempo para cubrirlo. Además, menciona que los alumnos reciben mucha información que no siempre pueden asimilar, sobre todo porque la mayoría carecen de una cultura histórica. Señala que tampoco puede extenderse mucho el tiempo dedicado a la historia porque los alumnos al final del curso deben manejar bien el estado actual del evolucionismo.

Por otra parte, menciona que los profesores no tienen formación previa por lo que el nivel al que se ofrece un tema (por ejemplo, la historia del evolucionismo) depende del interés y la autoformación del profesor. Plantea que debería existir un mayor apoyo para la formación de los profesores.

Al igual que el Profesor 1, considera que los principales problemas para la enseñanza del evolucionismo son la falta de formación de los profesores y la amplitud del temario; además de la carencia de una cultura histórica en los alumnos.

### **2.3. Importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación de los biólogos.**

El profesor está de acuerdo en que la enseñanza deba tener un enfoque histórico. Aunque considera que también habría otras formas de introducir a los alumnos en el campo del evolucionismo.

Acepta la importancia de la historia dentro de su curso, pero esta en desacuerdo con que deba ser el eje central del mismo.

### **3. ESTUDIANTES.**

#### **3.1. Enfoque histórico.**

La mayoría de los estudiantes de este grupo (46.1 %), consideran que ciencia es una observación desapasionada de la naturaleza, donde el científico explica objetivamente lo que ve, la conciben como un conjunto de conocimientos sistematizados y verdaderos. El (30.7 %) considera que la ciencia tiene grandes implicaciones sociales y sólo refleja los valores de su tiempo. El resto de los estudiantes (23.2 %) coinciden en aceptar que aún cuando en la ciencia se reflejan condiciones y necesidades sociales, ésta también define normas que determinan lo que se considera o no como científico.

Con respecto al desarrollo científico, un alto porcentaje de los alumnos (46.6 %) consideran que constituye un proceso continuo que conduce a una mayor comprensión de la naturaleza, Un 33.4 % opina que puede haber períodos de transformación radical, así como períodos largos de continuidad. El resto (20.0 %) acepta que en el desarrollo de la ciencia se producen revoluciones que cambian los modos de hacer ciencia, por lo que no puede hablarse de continuidad en el conocimiento científico.

Más de la mitad de los estudiantes de este grupo (57.1 %), tienen una noción clara de la influencia de factores "internos " y "externos " en el desarrollo científico. El 35.7 % asume

una posición internalista; mientras que sólo el 7.2 % esta de acuerdo con una visión externalista.

Con relación al método, una gran parte de los estudiantes (64.3 %) opina que está en función del objeto de estudio. El 21.4 % considera que es el resultado de un proceso histórico, por lo que no puede hablarse de un método general y absoluto para hacer ciencia. El resto de los alumnos (14.3 %) está de acuerdo con que el método experimental sea el único que permite abordar el estudio de los fenómenos biológico. Estas opiniones reflejan que en lo general, existe claridad en los alumnos con respecto a la existencia de diversos métodos para hacer ciencia, en contradicción con la noción del "método único de la ciencia" que plantea el positivismo y la enseñanza tradicional.

Con relación a la temporalidad del conocimiento, un gran número de estudiantes (46.7 %) opina que los conocimientos científicos están en constante evolución y que sólo deben considerarse en su validez temporal. El 40.0 % plantea que son objetivos, pero que pueden ser rechazados o modificados de acuerdo a los avances del conocimiento. Pese a que la mayoría de los alumnos está de acuerdo con la temporalidad del conocimiento, el 13.3 % acepta que son verdades acabadas y absolutas.

En general los estudiantes tienen una visión equilibrada acerca de la historia de la ciencia. Los resultados encontrados nos reflejan lo siguiente: un alto porcentaje de estudiantes (64.3 %) supone que la historia de la ciencia debe explicar los errores y aciertos que han influido en el avance del conocimiento. El 21.4 % acepta que se reconstruye de manera distinta, de acuerdo a la posición teórica y socio-política del historiador. Sólo un bajo porcentaje (14.3 %) tiene una visión limitada de la historia de la ciencia al opinar que puede ser un relato de anécdotas y cronologías.

Del análisis de la información presentada se definieron las siguientes categorías:

CAT.	ESTUDIANTES GRUPO A
1	Objetividad de la ciencia
2	Continuidad en el desarrollo científico
3	Equilibrio Internalismo/Externalismo
4	No existe un método general de la ciencia
5	Temporalidad del conocimiento
6	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos

La información presentada indica que los estudiantes tienen una óptica coherente acerca de la ciencia y la historia de la ciencia.

Si bien la mayoría sostiene que la ciencia es objetiva y se caracteriza por un desarrollo continuo (que correspondería más a un enfoque positivista); tienen una visión clara de la influencia de factores "internos" y "externos" en la construcción de las teorías científicas, de la temporalidad del conocimiento y de la inexistencia de un método general y absoluto para hacer ciencia. Estos aspectos son contrarios con varias de las tesis fundamentales del positivismo, lo que los coloca en una postura equilibrada a este respecto.

Su posición con relación a la historia de la ciencia muestra su rechazo a la historia de avance y progreso que señala el positivismo, lo que es congruente con su concepción de ciencia.

### **3.2. Problemática.**

En relación a cómo se enseña la historia de la ciencia, el 50.0 % considera que generalmente se presenta a manera de cronologías de personajes famosos, con una visión que refleja un desarrollo continuo de teorías que se van complementando. Del resto de los estudiantes, un 28.6 % opina que la historia ofrece una explicación de cómo ha sido el proceso de construcción del conocimiento científico. El 22.4 % plantea que la historia de la ciencia, señala los obstáculos teóricos, metodológicos e ideológicos que se han presentado en el desarrollo del conocimiento. Esto habla de un empleo limitado de la historia de la ciencia como recurso didáctico y un enfoque positivista en su enseñanza.

Con respecto a la formación de los profesores, el 58.3 % acepta que tienen deficiencias formativas en torno a la historia de su disciplina. El 41.7 % señala que tienen una formación histórico-filosófica adecuada. Ninguno acepta que carecen de este tipo de formación.

Esta información indica, al igual que los profesores que uno de los problemas principales para la enseñanza de la historia de la ciencia es la falta de formación de los profesores.

### **3.3. Importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación de los biólogos.**

Con respecto al papel de la historia en la enseñanza de la ciencia, el 78.6 % de los alumnos considera que la historia de la ciencia es un elemento fundamental para la formación integral de los científicos. El 21.4 % opina que es importante como cultura general, pero no es primordial para la enseñanza de la ciencia. Ninguno acepta que la historia de la ciencia no sea necesaria, o que limite el tiempo para analizar otros temas. Esto indica el interés de los alumnos por contar con una formación más humanística.

En este mismo sentido, la mayor parte de estos alumnos (53.3 %) opina que la formación histórico-filosófica de los profesores es importante como cultura general, pero que es primordial que conozcan con profundidad la disciplina que imparten. El 46.7 % piensa que

esta formación no es necesaria. Ninguno acepta que sea fundamental para transmitir una sólida concepción respecto al desarrollo de su disciplina. Estos resultados son un tanto contradictorios con lo obtenido en el punto anterior, ya que para lograr este enfoque es fundamental la formación de los profesores en este campo.

#### 4. ANALISIS COMPARATIVO.

##### 4.1. Enfoque histórico.

Con el objeto de mostrar el análisis comparativo de los profesores, en los siguientes cuadros se presentan las categorías determinadas para cada uno de ellos, diferenciando las que se obtuvieron del discurso del profesor y las del cuestionario.

OBSERVACION EN EL AULA		
CAT.	PROFESOR 1	PROFESOR 2
1	Naturaleza social de la ciencia	
2	Crítica al Externalismo	
3	Subjetividad de la Historia de la Ciencia	
4		Temporalidad del conocimiento científico
5		Paradigma
6		Discontinuidad en el desarrollo científico
7		Equilibrio Internalismo/Externalismo
8		Tensión entre paradigmas

CUESTIONARIO		
CAT.	PROFESOR 1	PROFESOR 2
1	Objetividad de la ciencia	
2	Discontinuidad del desarrollo científico	
3	Neutralidad de la ciencia	
4		Temporalidad del conocimiento científico
5		Equilibrio Internalismo/Externalismo
6		No Neutralidad de la ciencia
7		Gradualidad del conocimiento científico
8		La historia debe mostrar errores y aciertos

La información presentada indica las diferencias que existen entre las posturas de los profesores encargados de este grupo. Salvo la visión del desarrollo discontinuo en la ciencia, no existen puntos de acuerdo entre ambos profesores.

Mientras que el profesor 1 tiene una postura cercana al positivismo, el profesor 2 mantiene posiciones que se escapan de esta categorización; tiene también un mayor manejo de conceptos históricos, lo que muestra una mayor formación en este sentido.

En el siguiente cuadro se muestra un análisis comparativo entre profesores y estudiantes.

CAT.	PROFESOR 1		PROFESOR 2		ESTUDIANTES
	OBSERVACION EN EL AULA	CUESTIONARIO	OBSERVACION EN EL AULA	CUESTIONARIO	CUESTIONARIO
1	Naturaleza social de la ciencia				
2	Crítica al Externalismo				
3	Subjetividad de la historia de la ciencia				
4		Objetividad de la ciencia			Objetividad de la ciencia
5		Discontinuidad en el desarrollo científico	Discontinuidad en el desarrollo científico		
6		Neutralidad de la ciencia			
7			Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico
8			Equilibrio Internalismo/Externalismo	Equilibrio Internalismo/Externalismo	Equilibrio Internalismo/Externalismo
9			Paradigma		
10			Tensión entre paradigmas		
11				No neutralidad de la ciencia	
12				Continuidad del conocimiento científico	
13				La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos
14					Continuidad en el desarrollo científico
15					No existe un método general de la ciencia

Del cuadro anterior se desprende que existe mayor acuerdo entre el profesor 2 y los estudiantes. Coinciden en la temporalidad del conocimiento y en el equilibrio entre una postura internalista y externalista. Los puntos en desacuerdo están relacionados con una visión continuista del desarrollo científico y con el carácter objetivo de la ciencia, aspecto en el que coinciden con el profesor 1.

Esto habla de cierta congruencia entre el enfoque de profesor 2 y la postura de los estudiantes.

## B. GRUPO B.

A este grupo se asistió a un total de 3 sesiones. La primera de ellas constituyó una clase introductoria sobre ciertos aspectos filosóficos, la cual fue impartida por el Profesor 4. La segunda y tercera sesión estuvieron a cargo del Profesor 3, donde se trataron temas relacionados con la macroevolución y la evolución humana respectivamente.

El grupo tuvo una asistencia promedio de 14 alumnos.

Los cuestionarios fueron aplicados a 2 profesores y 15 estudiantes.

Cabe aclarar que al inicio del semestre el profesor titular del curso (3) indicó que la mayor parte de los temas históricos serían abordados al final del semestre, con el objeto de que los alumnos tuvieran más elementos para integrar la información que se les había proporcionado durante el curso. Sin embargo, al final del semestre comunicó que éstos temas ya no serían dados debido a que el tiempo de que disponían para cubrir el temario era reducido. Por esta razón, los resultados y el análisis sobre este grupo se basan principalmente en los cuestionarios de los profesores y los estudiantes.

### 1. PROFESOR 3.

De las dos sesiones observadas que estuvieron a cargo de este profesor, una se destinó a analizar el tema de la macroevolución, y la otra a la evolución humana. En ambas sesiones no se hizo alguna referencia histórica, salvo alguna acotación para puntualizar las fechas en que sucedieron eventos importantes.

#### 1.1. Enfoque histórico.

A continuación se presenta el perfil del profesor obtenido a partir del cuestionario.

Este profesor acepta medianamente el carácter objetivo y verdadero del conocimiento científico.

Se manifiesta en desacuerdo con la afirmación de que se debe renunciar a la visión de que el pensamiento científico conduce a la verdad. Acepta medianamente la neutralidad de la ciencia y de la historia de la ciencia.

Con respecto al desarrollo científico, el profesor acepta una visión internalista. Con respecto al externalismo, rechaza una posición extrema, pero, acepta las implicaciones de la ciencia en la sociedad y la presencia de valores sociales en el conocimiento científico. Está medianamente de acuerdo con la naturaleza social de la ciencia, y en la influencia de factores sociales y económicos en el desarrollo de científico.

Acepta la noción del progreso en la ciencia; mientras que se manifiesta medianamente de acuerdo en el carácter gradual y continuo del desarrollo científico. Además de que acepta la existencia de revoluciones científicas.

Esta de acuerdo con el carácter histórico de método, la racionalidad científica, la ciencia y la historia de la ciencia.

Con relación al desarrollo de la ciencia por medio de la acumulación de descubrimientos y eventos individuales, no adopta una postura definida.

Con respecto a la historia de la ciencia no está de acuerdo en que ésta deba ser un depósito de anécdotas y cronologías y en que el historiador debe determinar nombres y momentos importantes. Esta de acuerdo en que debe describir y explicar errores y mitos que impiden una acumulación más rápida del conocimiento científico.

Esta medianamente de acuerdo con la afirmación de que la ciencia y la historia de la ciencia sean disciplinas neutras.

Esta claro del papel del evolucionismo como marco teórico unificador de la Biología. Acepta que ha habido progreso en el campo del evolucionismo, pero considera medianamente que se haya desarrollado una secuencia continua de teorías que explican la evolución orgánica, además de que niega que exista continuidad entre ellas.

Esta medianamente de acuerdo con el impacto político del evolucionismo y con la necesidad de concientizar a los alumnos acerca de la influencia social del conocimiento científico (al menos en el caso de Galton). Pero, acepta que la influencia de la genética y el evolucionismo en la antropología condujo a argumentar diferencias raciales.

Es necesario señalar que del análisis de las respuestas se evidencia en múltiples casos contradicción entre las categorías que se derivan del marco teórico; es decir, el profesor, en general, no asume una posición clara con respecto a múltiples aspectos, ya que en muchas preguntas opta por el medianamente de acuerdo, o acepta alguna aseveración y en otra relacionada con el mismo punto, la acepta medianamente o la rechaza.

Por ello, las categorías determinadas de éste profesor son sólo aquellas en las que tuvo una posición claramente definida (totalmente de acuerdo, de acuerdo, en total desacuerdo o en desacuerdo).

CAT.	PROFESOR 3
1	Objetividad del conocimiento científico
2	Temporalidad del conocimiento científico
3	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos

Como se ha señalado, el análisis de este profesor estuvo basado únicamente en los resultados del cuestionario. Con base en ellos, se puede considerar que el profesor, como él mismo señala, tiene algunas deficiencias formativas en el campo de la historia y filosofía de la ciencia.

En diversos puntos del cuestionario, el profesor optó por el medianamente de acuerdo. En este sentido, es difícil precisar si ésto es resultado de la definición de las respuestas establecidas en el cuestionario, que no ofrecían un marco suficientemente amplio para optar de manera particular por una de ellas; de la falta de conocimiento del profesor en algunos puntos establecidos en él; o, si el profesor no pudo comprometerse de manera precisa con

alguna de las opciones.

Las categorías determinadas muestran el manejo de pocos conceptos y la falta de definición en varios puntos analizados.

En este sentido, es difícil establecer un patrón general del profesor debido a estas indefiniciones.

Es también importante destacar que en su grupo no fue posible analizar la forma como imparte la historia del evolucionismo, debido a que al final del semestre comunicó que no tenía tiempo para ello.

## **1.2. Problemática.**

### **1.2.1. Opiniones sobre el contexto del curso de Evolución.**

Con respecto al plan de estudios el profesor señala que aunque no ha pensado mucho sobre el tema, en general le gusta. Si se ofrecen 4 botánicas, 4 zoologías, le parece muy bien, ya que son el "corazón" de la biología. Además de que se analizan otros aspectos: bioquímica, biología molecular. Quizá faltaría un curso sobre biogeografía, ya que le parece que pocos estudiantes la cursan; al igual que sistemática, y quizá un curso obligatorio de filosofía de la ciencia, historia de la ciencia y sociología de la ciencia.

Desde su punto de vista, todos estos cursos que faltan tendrían la ventaja de dar una mayor perspectiva al estudiante. Es importante que sepan cómo se hace la ciencia, qué relación hay entre cada una de las materias que llevan y que puedan apreciar que la biología es una ciencia que tiene una gran unidad teórica. Entonces, opina, faltaría incorporar este tipo de materias dentro del currículum del biólogo.

Este profesor plantea que con respecto al programa del curso, retoma el contenido, pero la secuencia no la respeta mucho.

Con relación al temario, señala que hay una primera parte que es una revisión de aspectos genéticos y ecológicos, que le parece totalmente ociosa, por lo que normalmente no la da; en todo caso, cuando se necesita utilizar datos de genética o ecología, los integra a la clase.

Menciona que ante la amplitud del temario, el problema es darle coherencia al curso, y es lo que trata de hacer. Para ello, inicialmente, en una o dos clases, enseña todo lo que es la teoría de la evolución, todo lo que se sabe actualmente, en forma de cuadro sinóptico, basándose en el mecanismo de la evolución. El resto del curso se enfoca a la revisión, con mucho detalle de cada parte, pero regresando, todas las clases, al esquema inicial : el mecanismo de la evolución. Lo que trata de hacer, entonces, es: darles primero el mecanismo y ya que lo dominan, comienza a ver cómo puede aplicarse para explicar las características de los seres vivos.

Esto, de acuerdo con el profesor, permite dar una mayor coherencia al curso y los estudiantes no se pierden. Esta es una de sus mayores preocupaciones, ya que al estar viendo los detalles de un tema, los alumnos pierden la perspectiva de cómo se relaciona con los otros temas. Le parece que de esta forma se ha resuelto el problema.

### **1.2.2. Opiniones con respecto a la problemática de la enseñanza de la historia del evolucionismo.**

El profesor señala que los temas relacionados con la Historia del evolucionismo le gustan bastante y siempre, con excepción del semestre 93-1 (período en que se llevó a cabo el estudio), la imparte él. El enfoque que trata de darles es hacia la revisión de lo que sucedió y el análisis de aspectos interesantes, sobre todo desde el punto de vista sociológico.

Con respecto a la exposición de los temas históricos dentro de su curso, plantea que se enfoca al desarrollo de las teorías de la evolución, desde Lamarck hasta nuestros días, tratando de ver si la situación actual es derivada de problemas ya antiguos; porque, considera, hay algunas, quizá muchas diferencias entre los principales arquitectos de la teoría sintética; entonces, mediante el análisis histórico, se podría conocer si los problemas actuales derivaron de esos problemas no resueltos, o si son problemas nuevos.

Normalmente en la primera parte del curso introduce el esquema general que se ha planteado en el punto anterior. Después inicia la historia, normalmente desde Lamarck (el ayudante del profesor se encarga de la parte anterior a Lamarck, y él desde Lamarck hasta el momento actual). Después de eso, comienza a ver con detalle cada una de las partes: la variación, la selección natural, genética, y en cada caso o en cada tema, si hay algo interesante sobre historia, se los da.

Algunas veces ha intentado dar la historia al final, pero nunca ha podido, quizá por falta de tiempo. Pero, la idea que tiene es darla al final, con objeto de que, ya conociendo los demás temas con detalle, los estudiantes puedan comparar, por ejemplo, lo que se acepta actualmente con lo que propuso Lamarck o Darwin, etc., e inclusive tratar de trazar algunas de las ideas que se aceptan actualmente de Lamarck, o de Darwin, etc.

En relación con las dificultades para enseñar la historia del evolucionismo, el profesor menciona que, quizá lo primero es que no está muy seguro de dar Historia, ya que, más bien se enfoca a las teorías que se han propuesto, pero desligadas del contexto en que han surgido, quizá ahí es donde estaría la principal dificultad. Es necesario informarse sobre las condiciones sociales, económicas, políticas del momento, o las influencias de cada investigador, el medio en el que se desarrolló, etc. Y, por lo menos en su campo, la evolución, es muy nuevo el interés en este tipo de cosas, no conoce muchos trabajos que sean recientes, de los que conoce son de 1980 en adelante, entonces, tiene dificultad de familiarizarse con los trabajos que se han publicado.

Piensa que se debe esperar a que los historiadores se encarguen de esto, porque considera que el principal problema es la falta de literatura que permita apoyarse en estos temas. Entonces, todavía falta mucho por investigar sobre la historia del desarrollo de las teorías de la evolución. Además de las lagunas que los profesores puedan tener.

Con respecto a la respuesta de los estudiantes ante los temas históricos, señala que depende del enfoque que le den a estos temas; la historia es quizá uno de los aspectos que interesan a todo mundo, científicos y no científicos, les parece algo importante, pero hasta ahora nada más lo ha visto como un tema.

En relación con las necesidades de formación de los profesores, opina que la academia podría mejorar el nivel con cursos. Considera que normalmente lo que se da no es realmente historia. Piensa que hay algunos profesores que dan sólo cronologías que complementan con detalles de lo que cada investigador hizo. Entonces, uno de los primeros problemas es aclarar que la historia no es cronología, ni es lo que algunos profesores parecen estar dando. Esto se resolvería con la introducción de cursos de formación. Al menos un curso de historia, en el cual no sólo se pudiera apreciar en qué consiste realmente la historia de la ciencia, sino que también sirviera para familiarizar a los profesores con los trabajos que se están publicando.

Las opiniones vertidas en la entrevista evidencian cierta contradicción respecto a los aspectos analizados en el punto anterior (enfoque histórico), ya que muestran que el profesor tiene una postura para abordar la enseñanza de la historia del evolucionismo; por ejemplo, en el sentido de analizarla desde un punto de vista sociológico. Sin embargo, decidió no abordar estos temas en clase, y en el cuestionario no mostró una postura definida.

Esto puede deberse, como él señala, a su falta de formación en este campo y su poco contacto con bibliografía especializada sobre el tema.

### **1.3. Importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral de los científicos.**

El profesor está de acuerdo en que la historia es importante en la enseñanza de la ciencia, no sólo como cultura general, pero rechaza que deba ser el eje central de su curso. Considera que es necesaria para la formación de los científicos.

Con relación a la enseñanza del evolucionismo, opina que la historia sería el mejor enfoque para quienes estuvieran interesados en dominar los aspectos más finos de la evolución, es decir, para aquellos que quieran dedicarse a la evolución. Le parece que sería lo mejor revisar la historia y los trabajos originales y analizar los estudios de los historiadores para poder tener una perspectiva adecuada de la situación que tenemos actualmente. Pero este enfoque sería más bien para las personas que quieren dedicarse a la investigación en el campo de la

evolución, para aquellos que quieren proponer nuevas teorías o que quieren resolver los problemas que tienen las teorías actuales. Pero, para el nivel licenciatura, o para personas que quieren conocer la evolución como parte integral de su formación básica en el campo de la ciencia, le parece que quizá no sería tan útil. En estos casos, la historia tendría que ser vista como un tema, no formando parte de todo el enfoque del curso. Si lo que se pretende es que tengan una idea de la evolución, entonces más bien hay que introducirlos, desde el primer momento, a lo que se sabe actualmente y explicarles eso. Desde luego, se debe tratar la historia como otro tema, pero no como el aspecto que va a regir todo el curso.

Afirma que la formación histórica y filosófica es necesaria tanto para los profesores como para los estudiantes. Los problemas que en este sentido tienen los estudiantes, también los tienen los profesores: la falta de esta visión global puede encontrarse en los estudiantes y profesores, la falta de conocimientos sobre cómo realmente se lleva a cabo la ciencia, la ignorancia de aspectos de epistemología, sociología de la ciencia, son problemas comunes a profesores y estudiantes. Considera que la formación en este campo, serviría a los profesores y también tendría repercusiones en sus cursos; ya que podrían ofrecer un enfoque realmente distinto, y aún como cultura los enriquecería mucho.

Son interesantes sus opiniones respecto a la forma cómo debe emplearse la historia, de acuerdo con las intenciones formativas de los estudiantes. Señala que una introducción general es importante, que puede contribuir a la formación integral de los biólogos; mientras que debe utilizarse como eje conductor en aquellos casos donde se planeó formar especialistas en el campo del evolucionismo.

## **2. PROFESOR 4.**

La sesión a cargo de este profesor constituyó una introducción a los temas históricos. Se trataron algunos aspectos filosóficos, pero no se introdujo al tema de la evolución. En general se analizó lo siguiente: las diferencias entre una visión occidental y oriental de la ciencia, el reduccionismo en la ciencia, la relación ciencia - religión, el azar y la verdad de la ciencia.

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

## 2.1. Enfoque Histórico.

Del análisis de la observación en el aula, se establecieron las siguientes categorías :

CAT.	PROFESOR 4
1	Temporalidad del conocimiento científico
2	Externalismo
3	No neutralidad de la ciencia

De acuerdo con el cuestionario obtuvimos el siguiente perfil :

Este profesor está medianamente de acuerdo con respecto a la objetividad y verdad de la ciencia. Acepta medianamente la verdad científica.

Rechaza claramente una concepción internalista y acepta medianamente una posición externalista extrema. Se ubica más bien en una posición que contempla de manera equilibrada ambos aspectos. Se compromete de una manera clara.

No acepta claramente una noción de progreso, pero esta de acuerdo con la gradualidad y continuidad del desarrollo científico. No acepta la idea de acumulación y esta de acuerdo con la existencia de revoluciones científicas.

Esta claro acerca de la temporalidad del método, la racionalidad y la verdad científica y las reconstrucciones históricas.

En relación a la historia de la ciencia no esta de acuerdo con un enfoque positivista, pero al igual que los demás acepta que el historiador debe describir errores que han impedido la acumulación más rápida del conocimiento.

Coincide con la no neutralidad de la ciencia y de la historia de la ciencia.

Acepta el impacto político y social de la genética y el evolucionismo, lo cual es congruente con su concepción de no neutralidad de la ciencia.

A partir del análisis del cuestionario se determinaron las siguientes categorías.

CAT.	PROFESOR 4
1	Discontinuidad/Continuidad en el desarrollo científico
2	Temporalidad del conocimiento científico
3	Equilibrio Internalismo/Externalismo
4	No neutralidad de la ciencia
5	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos

La comparación entre las categorías obtenidas a partir de la observación en clase y de los cuestionarios se muestra en la siguiente tabla:

CAT.	OBSERVACION EN ELAULA	CUESTIONARIOS
1	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico
2	Externalismo	
3	No neutralidad de la ciencia	No neutralidad de la ciencia
4		Discontinuidad/Continuidad en el desarrollo científico
5		Equilibrio Internalismo/Externalismo
6		La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos

Como se ha señalado, el análisis de este profesor estuvo basado en la observación en el aula, en las respuestas del cuestionario y la entrevista. Con base en ellos, se puede plantear que es un profesor joven, que tiene una formación histórica básica, pero, como en la mayoría de los casos tiene limitaciones.

Destaca la necesidad de la integración. Se interesa por aspectos que ofrezcan una visión globalizadora e integral que incluso trascienda a la ciencia misma. Busca no desvincular la ciencia con otras filosofías, incluso la religión. Ya que, como él señala, algunas de las concepciones que han sido consideradas como científicas, surgen en el seno de la religión. Incluso, sostiene, por la influencia del positivismo, actualmente la ciencia se vé como "el Dios que rige todo". Por ello, es importante tener conocimientos sobre filosofía de la ciencia, ya mediante ellos es posible comprender qué es lo que hace la ciencia, por qué, y con qué método se lleva a cabo.

Sus conocimientos acerca de la historia y filosofía, concuerdan con algunas discusiones epistemológicas contemporáneas: cuestiona el internalismo, y el externalismo extremo, considera que la ciencia se desarrolla bajo la influencia de ambos factores; acepta medianamente que la ciencia sea objetiva y verdadera; esta de acuerdo con la existencia de un desarrollo contínuo/discontínuo en la ciencia y sólo acepta medianamente la gradualidad del conocimiento científico.

En general adopta una postura definida y se compromete de manera clara.

## **2.2. Problemática.**

### **2.2.1. Opiniones sobre el contexto del curso de Evolución.**

El profesor opina que el plan de estudios de la licenciatura en Biología en términos globales está bien, aunque sea muy general. Para él, toda carrera científica debe ser general; una buena o mala formación depende mucho del alumno, de las opciones que elija.

Piensa que dentro del plan se descuidan algunas cosas: historia y filosofía de la ciencia, matemáticas y estadística. Las propuestas de reestructuración tienden a ser parciales debido a la orientación que les quiere dar el especialista que las proponga. Por ello, plantea que la historia, filosofía y matemáticas son importantes para la formación de cualquier biólogo, independientemente de la orientación posterior que quiera dar a sus estudios.

Con respecto al programa de curso, el profesor opina que en general está bien, pero se descuidan algunas cosas. En principio, hay algunas críticas que señalan que está sesgado hacia algunos temas, lo que tiene que ver con el desarrollo mismo del evolucionismo: genética de poblaciones, macroevolución y lo que se deriva de la paleontología. A partir de esto el programa ha sido criticado, debido a que se descuidan algunos temas o se tocan muy superficialmente. Los temas que en general se tocan muy poco en general son: historia (aunque depende del profesor), evolución molecular, ontogenia y filogenia.

Señala que sigue los temas establecidos en el temario, más o menos la secuencia, pero, introduce el tema de evolución molecular.

Considera que todos los temas establecidos en el programa podrían ser cursos independientes, sin embargo, es importante ver lo básico. El temario es muy ambicioso, pero para ver todos los niveles es necesario que se plantee así.

#### **2.2.2. Opiniones sobre la problemática en la enseñanza de la historia del evolucionismo.**

El profesor señala que los estudiantes tienen una buena respuesta ante los temas históricos, pero esto responde a que el profesor trata de que haya discusión y participación. En general la respuesta es buena, pero depende de como se maneje la historia. Un buen método de historia, señala, "te puede abrir el mundo"; puedes entender muchas cosas, si se ven las correlaciones de pensamientos. Esa visión de cómo nacen las ideas y cómo van cambiando le parece muy interesante.

Plantea que los alumnos y profesores siguen teniendo una visión positivista de la ciencia y del conocimiento científico, debido a que son productos de su época. Actualmente se considera

que la ciencia es "el Dios" que rige todo. La ciencia se ha institucionalizado y se ha definido un contexto científico que la define. La ciencia está muy sesgada. Por esto la filosofía de la ciencia es muy importante, porque es necesario saber lo que se está haciendo y por qué y con qué método se lleva a cabo. Considera que esa visión positivista ha hecho mucho daño. Las ideas científicas se dan por hecho, por lo que la búsqueda es muy pobre, aún dentro de la ciencia.

### **2.3. Importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral de los científicos.**

A este profesor en particular, le interesa la historia, pero considera que algunos profesores no están lo suficientemente preparados para dar historia. Considera que sería bueno un curso de historia de la biología para todos los biólogos, impartido por alguien que se dedique a eso o que tenga una formación más sólida en este campo.

Opina que le gustaría estructurar un curso de evolución con base en la historia, debido a que esto ayudaría a enmarcar el momento en el que estamos y a explicar por qué tenemos ciertas ideas. La gente que no le interesa la historia o que no le interesa saber donde está, se pierde de todo el panorama, mientras que a él le interesa mucho tener una visión general del panorama. Si se pudiera dar un curso de esta manera, sería posible darle unidad y además se puede saber cuál ha sido la evolución de esas ideas y por que hemos llegado a las ideas actuales, considerando que también van a cambiar. Si se va a dar evolución biológica, opina, es necesario también estar concientes del cambio de las ideas y las concepciones.

Sin embargo, considera que armar un curso de esta naturaleza es muy complejo porque es necesario conocer mucho sobre historia del evolucionismo y tener muy bien estructurados y manejar cada uno de los temas: biogeografía, genética de poblaciones, lo cual es muy difícil.

Considera que la formación de los profesores en historia y filosofía es importante, pero es un problema difícil. Lo ideal, considera, es que se dieran cursos de formación, pero no sabe que

tanto interés hay de parte de los profesores.

Como se ha señalado, el profesor considera que debe darse énfasis en la impartición de cursos relacionados con la historia de las teorías evolutivas y en general de las biológicas y científicas, ya que es un punto descuidado en la carrera. Señala que la historia sólo se toca en Biología General II y de manera somera, debido al poco interés de los profesores y a la dificultad de plantear una buena exposición sobre el tema. Esto, considera, es consecuencia de la falta de formación de los profesores en el campo de la historia de la biología y en cuestiones de historiografía de la ciencia.

Plantea que sería conveniente hacer obligatorio un curso de Historia de la Biología y Filosofía de la Ciencia (o una materia que contemplara ambos aspectos). Si eso no fuera posible, propone que se desarrollen actividades que formen a los profesores del curso en cuanto a la historia de la biología.

En términos generales, considera importante que los alumnos comprendan la temporalidad de la verdad y la interacción de los factores externos en el campo de la ciencia, buscando de esta manera una formación integradora.

### **3. ESTUDIANTES**

#### **3.1. Enfoque Histórico.**

En este grupo la mayoría de los alumnos (71.4 %) consideran que la ciencia es un conjunto de conocimientos objetivos, sistemáticos y verdaderos. Del resto, el 14.3 % opina que la ciencia es una actividad humana que sólo refleja los valores de su tiempo. El otro 14.3 % acepta que aún cuando en la ciencia están implicadas necesidades sociales, también define lo que se considera o no como científico.

Con respecto al desarrollo científico, la mayor parte de los alumnos (40.0 %) consideran que constituye un proceso continuo que conduce a una mayor comprensión de la naturaleza. Un

33.3 % opina que puede haber períodos de transformación radical, así como períodos largos de continuidad. El resto (26.7 %) acepta que en el desarrollo de la ciencia se producen revoluciones que cambian los modos de hacer ciencia, por lo que no puede hablarse de continuidad en el conocimiento científico.

La mayor parte de los estudiantes (66.7 %) tienen una noción clara de la influencia de los factores "internos" y "externos" en el desarrollo científico, que no concuerda con una visión positivista. El 20.0 % asume una posición externalista marcada; mientras que el 13.3 % mantiene una posición internalista.

Con relación al método científico, el 66.7 % piensa que está en función del objeto de estudio. El 33.3 % opina que es resultado de un proceso histórico, por lo que no puede hablarse de un sólo método para hacer ciencia. A diferencia del Grupo A, ninguno acepta que el método experimental sea el único que permite estudiar a los fenómenos biológicos.

Con relación a los conocimientos científicos, el 64.3 % considera que son objetivos, pero que pueden ser modificados o rechazados de acuerdo al avance del conocimiento. El 35.7 % piensa que están en constante evolución por lo que sólo pueden considerarse en su validez temporal. Ninguno acepta que sean verdades absolutas. Estas opiniones reflejan que los alumnos consideran que los conocimientos científicos son temporales e históricos, lo manifiestan de una manera clara.

El 92.8 % de los estudiantes piensa que la historia de la ciencia debe describir y explicar los errores y aciertos que han intervenido en el avance del conocimiento. El resto (7.2 %) opina que se reconstruye de manera distinta de acuerdo a la posición del historiador. Ninguno acepta que la historia sea un depósito de anécdotas y cronologías.

Las categorías definidas a partir del análisis de la información presentada, se muestran en el siguiente cuadro:

CAT.	ESTUDIANTES GRUPO B
1	Objetividad del conocimiento científico
2	Temporalidad del conocimiento científico
3	Equilibrio Internalismo/Externalismo
4	Continuidad en el desarrollo científico
5	No existe un método general para hacer ciencia
6	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos

Al igual que en el grupo anterior, la información presentada indica que los estudiantes de este grupo tienen una óptica coherente acerca de la ciencia y la historia de la ciencia.

Aunque la mayoría sostiene que la ciencia es objetiva y se caracteriza por un desarrollo continuo (que correspondería más a un enfoque positivista); tienen una visión clara de la influencia de factores "internos" y "externos" en la construcción de las teorías científicas, de la temporalidad del conocimiento y de la inexistencia de un método general y absoluto para hacer ciencia. Estos aspectos rechazan varias de las tesis fundamentales del positivismo, lo que los coloca en una postura equilibrada a este respecto.

Su posición con relación a la historia de la ciencia muestra su rechazo a la historia de avance y progreso que señala el positivismo, lo que es congruente con su concepción de ciencia.

### 3.2. Problemática.

Con respecto a la enseñanza de la historia de la ciencia, el 40.0 % opina que nos ofrece una explicación de cómo ha sido el proceso de construcción del conocimiento científico. El 33.3 % considera que generalmente se enseña a manera de cronologías de personajes famosos. El

26.7 % piensa que señala los obstáculos teóricos y metodológicos que se han presentado para el avance del conocimiento.

El 61.5 % piensa que los profesores tienen deficiencias formativas en torno a la historia de su disciplina. El 30.7 % considera que carecen de formación histórico-filosófica; mientras que el 7.8 % opina que tienen una formación adecuada en este campo. En este sentido, los estudiantes coinciden con las opiniones del grupo A.

### **3.3. Importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral de los científicos.**

Al igual que en el grupo A, la gran mayoría de los estudiantes (93.3 %) considera que la historia de la ciencia es fundamental para la formación integral de los científicos. El resto (6.7 %) opina que es importante como cultura general, pero que no es fundamental para la enseñanza de la ciencia. Ninguno acepta que la historia no sea necesaria en los programas de enseñanza.

Con respecto a la importancia de la formación histórico-filosófica en los profesores, el 78.6 % piensa que es fundamental; el 21.4 % considera que es importante como cultura general. Ninguno acepta que no sea necesaria. Esto refuerza sus opiniones con respecto al valor de la historia como recurso pedagógico.

## **4. ANALISIS COMPARATIVO.**

### **4.1. Enfoque histórico.**

Con el objeto de mostrar el análisis comparativo de los profesores, en los siguientes cuadros se presentan las categorías determinadas para cada uno de ellos, diferenciando las que se obtuvieron del discurso del profesor y las del cuestionario.

OBSERVACION EN EL AULA		
CAT.	PROFESOR 3	PROFESOR 4
1		Temporalidad del conocimiento científico
2		Externalismo
3		No neutralidad de la ciencia

CUESTIONARIOS		
CAT.	PROFESOR 3	PROFESOR 4
1	Objetividad del conocimiento científico	
2	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico
3	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos
4		No neutralidad de la ciencia
5		Discontinuidad/Continuidad en el desarrollo científico
6		Equilibrio Internalismo/Externalismo

Del cuadro anterior se desprende que los puntos de coincidencia entre los profesores de éste grupo, están relacionados con una visión de la temporalidad del conocimiento científico y en que la historia debe mostrar los errores y aciertos en la construcción de las teorías. En el resto de las categorías no existen puntos de coincidencia.

El profesor 4 muestra un mejor manejo de conceptos históricos, en relación con el profesor 3. Mientras que éste último no muestra una postura clara con relación a varios aspectos, el profesor 4 se compromete claramente (en varias de las respuestas del cuestionario, por

ejemplo, opta por el totalmente de acuerdo o por el total desacuerdo), lo que habla de una posición más definida.

En el siguiente cuadro se muestra un análisis comparativo entre profesores y estudiantes.

CAT.	PROFESOR 3		PROFESOR 4		ESTUDIANTES
	OBSERVACION EN EL AULA	CUESTIONARIO	OBSERVACION EN EL AULA	CUESTIONARIO	CUESTIONARIO
1		Objetividad del conocimiento científico			Objetividad del conoc. científico
2		Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conoc. científico
3		La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos		La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos
4			Externalismo		
5			No neutralidad de la ciencia	No neutralidad de la ciencia	
6				Discontinuidad/Continuidad en el desarrollo científico	
7				Equilibrio Internalismo/Externalismo	Equilibrio Internalismo/Externalismo
8					Continuidad en el desarrollo científico
9					No existe un método general para hacer ciencia

El cuadro anterior muestra que existe una mayor coincidencia entre el profesor 4 y los estudiantes. Los puntos de acuerdo están relacionados con la temporalidad del conocimiento científico (punto en el que coinciden ambos profesores y estudiantes), el equilibrio

internalismo-externalismo y en la necesidad de que la historia de la ciencia muestre errores y aciertos. Los aspectos en los que no hay acuerdo, tienen que ver con la visión continuista del desarrollo científico y el carácter objetivo de la ciencia (aspecto que comparten los estudiantes con el profesor 3).

### C. GRUPO C.

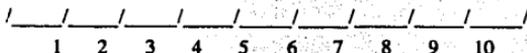
A este grupo se asistió a un total de tres sesiones. Todas ellas estuvieron a cargo del Profesor 5. Las dos primeras clases abarcaron los temas históricos, mientras que en la última se tocaron algunos aspectos relacionados con las tendencias y tasas evolutivas.

El grupo tuvo una asistencia promedio de 15 alumnos.

Los cuestionarios se aplicaron a 1 profesor y 17 alumnos.

#### 1. PROFESOR 5.

El total de las clases observadas en este grupo estuvieron a cargo del profesor 5. En las dos primeras sesiones se cubrió la totalidad de los temas históricos. En la primera sesión, el profesor inicia estableciendo una escala del 1 al 10 donde ubica los hechos históricos importantes para el evolucionismo.



Del 1 al 5 ubica a los griegos, babilonios, fenicios, persas, osirios, hasta la Grecia clásica. Del 5 al 7 a la Edad Media. Del 7 al 9 a la Edad Moderna y del 9 al 10 a la Edad Contemporánea.

Una vez que establece esta escala, el profesor comienza a exponer los aspectos más importantes de la primera etapa, hasta llegar a la Edad Media.

Después de que termina la exposición de este período, pide a los alumnos que se organicen por parejas. A cada una de ellas, les entrega bibliografía sobre diversos temas, les pide que la revisen y que a partir de la lectura establezcan los hechos que favorecieron u obstaculizaron el desarrollo del evolucionismo.

Los estudiantes trabajan por parejas, discuten, revisan la bibliografía y elaboran las fichas solicitadas por el profesor. Después de 40 minutos inicia la discusión. En ella, la mayor parte de las exposiciones son del profesor, con escasa participación de los alumnos.

Por medio de esta actividad, se discuten las aportaciones de varios autores, que van desde Aristóteles hasta Darwin, ubicándolas en la escala establecida al inicio de la clase. El profesor señala cuales de estas aportaciones favorecieron u obstaculizaron el desarrollo de un planteamiento evolucionista.

En la segunda sesión, el profesor expone los aspectos centrales de las teorías de Lamarck y Darwin, además de que establece las principales diferencias y similitudes entre ambas. Posteriormente habla sobre el redescubrimiento de las leyes de Mendel y sobre las polémicas entre mutacionistas y seleccionistas generadas después de la publicación del "Origen de las Especies". En términos generales habla del surgimiento de la Síntesis Moderna y de las polémicas actuales en torno a la teoría neodarwinista.

En la tercera sesión se discuten algunos temas relacionados con la macroevolución. No se hace ninguna referencia histórica.

### 1.1. Enfoque Histórico.

A partir del análisis del aula, se determinaron las siguientes categorías :

CAT.	PROFESOR 5
1	Continuidad en el desarrollo del conocimiento científico
2	Temporalidad del conocimiento científico

A continuación de se presenta el perfil del Profesor obtenido a partir del cuestionario.

Este profesor acepta que la ciencia es un reflejo de la realidad, por lo tanto es objetiva y verdadera.

Rechaza la posición internalista de una manera clara: tiene una óptica externalista marcada, así como una idea gradual y continua del desarrollo de la ciencia.

Acepta, sin embargo, la existencia de revoluciones científicas y por tanto de un desarrollo discontinuo en la ciencia.

Esta conciente de la temporalidad del método, la racionalidad científica, la ciencia y la historia de la ciencia.

No esta de acuerdo con una visión positivista de la historia, aunque acepta que el historiador debe explicar los errores que impiden una acumulación más rápida del conocimiento científico.

Coincide con la no neutralidad de ciencia y de la historia de la ciencia (consecuente con su óptica externalista). Sin embargo, acepta la noción de verdad científica.

Acepta la existencia de una secuencia lineal y continua en las teorías evolutivas, lo cual se refleja muy claramente en la exposición de los temas históricos dentro del curso.

Esta claro del impacto político de las concepciones evolutivas y genéticas.

De este análisis del cuestionario, surgieron las siguientes categorías:

CAT.	PROFESOR 5
1	Continuidad en el desarrollo del conocimiento científico
2	Temporalidad del conocimiento científico
3	Objetividad del conocimiento científico
4	Externalismo
5	Discontinuidad/Continuidad
6	No Neutralidad de la Ciencia
7	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos

Un análisis comparativo revela lo siguiente:

CAT.	OBSERVACION EN EL AULA	CUESTIONARIOS
1	Continuidad en el desarrollo del conocimiento científico	Continuidad en el desarrollo del conocimiento científico
2	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico
3		Objetividad del conocimiento científico
4		Externalismo
5		Discontinuidad/Continuidad
6		No Neutralidad de la Ciencia
7		La historia de la Ciencia debe mostrar errores y aciertos

De acuerdo con el análisis de la información presentada se puede señalar que el profesor tiene una formación limitada en el campo de la historia y filosofía de la ciencia. Maneja una concepción lineal del desarrollo científico, de esta manera, concibe a la historia de las teorías evolutivas como la historia de los aciertos y obstáculos que condujeron linealmente al estado actual del evolucionismo (esto se refleja claramente en la exposición de estos temas en clase). Aunque en el cuestionario sostiene la existencia de revoluciones científicas.

En cuanto a su concepción de ciencia, acepta que ésta constituye un conjunto de conocimientos objetivos, sistematizados y verdaderos, pero, al mismo tiempo no está de acuerdo totalmente con la noción de verdad científica. Está conciente de la temporalidad del método científico, la racionalidad en la ciencia y la historia de la ciencia. Considera que en el desarrollo científico, intervienen tanto factores meramente científicos, como sociales. No acepta la neutralidad de la ciencia.

Del discurso en el aula se observa que no considera algún marco histórico que le permita guiar la parte correspondiente al desarrollo del evolucionismo; es limitado el número de categorías que se pueden extraer del análisis del discurso.

Respecto a las categorías derivadas del cuestionario, es claro que éste le ofreció la posibilidad de seleccionar elementos relacionados con la historia y la filosofía de la ciencia que no se reflejan en el discurso.

Su conocimiento de la historia del evolucionismo se observa limitado. Por ejemplo, hace referencia a autores de las épocas clásicas, señala sus aportaciones, pero sin una perspectiva clara de su vinculación con el pensamiento evolutivo. En otros aspectos, tiende a una búsqueda de precursores, lo que impide una mayor comprensión de la reconstrucción histórica del evolucionismo, que como se ha señalado, lo presenta de una manera lineal y esquemática.

## **1.2. Problemática.**

### **1.2.1. Opiniones sobre el contexto del curso de Evolución.**

El profesor señala que sigue el temario del curso sólo en los temas generales. Debido a la amplitud del mismo, plantea que se profundiza más en algún tema o puede nada más presentarse los aspectos generales. Los doce temas del curso se revisan uno por semana. En una semana hay una sesión en la que se les da el aspecto teórico, lo que sería un punto del temario y una parte de bibliografía de apoyo, con la revisión de un artículo o dos.

Considera que para este plan de estudios, el programa del curso ha dado buenos resultados. Pero si se cambiara, se necesitaría un replanteamiento de la materia. En el caso de que se introdujeran cursos sobre: Sistemática, Biogeografía, macroevolución, Paleontología e Historia de la Ciencia. Entonces, el contenido de la materia de Evolución estaría formada por una parte de especiación, que considera la más importante, y otra donde se tratara el origen de las especies, a nivel de poblaciones principalmente, y algo de macroevolución. Propone que el curso de Biología General II se convierta en cuatro o cinco cursos, que sería mucho mejor porque se profundizaría más.

### **1.2.2. Opiniones sobre la problemática de la enseñanza de la historia del evolucionismo.**

Este profesor considera que la enseñanza de la ciencia en general tiene un carácter ahistórico, aunque precisa que no es tan mecánico que los libros den una visión simplificada del desarrollo científico, ya que siempre su lectura contiene un marco de referencia permanente.

Acepta que generalmente la historia se enseña a manera de cronologías.

La enseñanza de la historia del evolucionismo, plantea, tiene virtudes y desventajas. Los problemas para enseñarla, dependen de si al profesor le gusta el tema o no. Considera que para cada tema es importante conocer como surge el concepto, entonces, sería importante analizar cómo se generó el concepto de evolución, como concepto integrador, el concepto de gene o el de selección natural. Sin embargo, plantea que es difícil impartir estos temas.

En relación con la motivación de los alumnos hacia estos temas, plantea que si se les ofrece una o dos clases, lo aceptan como un cuento, como una historia más o algo que se tienen que aprender; pero, sólo hay algunos que les apasiona. En general, lo ven como un trámite, aunque depende del alumno, ya que a veces cuando se les deja un trabajo sobre el tema, es posible ver a quién le gustó y a quién no, porque investigan, leen otros autores. En general, lo aceptan porque muchas veces son cosas que no saben y les gusta la idea de hacerlo. En este sentido, es importante la participación del alumno.

### **1.3. Importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral de los científicos.**

El profesor considera que la enseñanza de la ciencia debe tener un carácter histórico donde se establezca la temporalidad del conocimiento. Acepta que la historia es importante en su curso pero considera que no debe ser el eje central del mismo.

En lugar de revisar con profundidad la historia del evolucionismo dentro de su materia, considera que un curso sobre Historia de la Biología tendría gran importancia, porque ahí se plantearían las bases de lo que hacemos actualmente, de por qué lo hacemos. En este curso se podría ubicar el desarrollo de la Teoría de la Evolución.

Considera que es importante que los estudiantes comprendan el proceso de construcción del conocimiento, ya que si los profesores muestran la lógica de construcción de un concepto o teoría, será mucho más fácil para los alumnos comprender lo que se enseña. Sin embargo, como en los otros casos, señala que son temas difíciles de impartir.

## **2. ESTUDIANTES.**

### **2.1. Enfoque Histórico.**

La mayor parte de los estudiantes (55 %) sostienen que la ciencia es un conjunto de conocimientos objetivos, sistematizados y verdaderos. El 27.8 % piensa que es una actividad

humana que sólo refleja los valores de su tiempo. El resto de los alumnos (16.7 %) acepta que la ciencia está mediada por necesidades sociales, pero ésta define lo que se considera o no como científico.

Con relación al desarrollo científico, la mayoría de los alumnos de este grupo (55 %) piensa que tiene un desarrollo continuo. El 27.8 % considera que se caracteriza por la existencia de revoluciones científicas, por lo que no puede hablarse de continuidad en el conocimiento. El resto de los estudiantes (16.7 %), cree que puede haber períodos de continuidad y de ruptura.

A diferencia de los grupos anteriores, en este caso las opiniones con respecto a la influencia de factores sociales en el desarrollo científico, están divididas ya que el 38.9 % de los alumnos mantiene una posición internalista. El mismo porcentaje piensa que en el desarrollo de la ciencia influyen tanto factores "internos" como "externos". El 22.2 % restante se ubica en una posición externalista marcada.

Con respecto al método científico, el 44.4 % considera que el método experimental es el único que permite abordar el estudio de los fenómenos biológicos. El mismo porcentaje de estudiantes piensa que está en función del objeto de estudio. El 11.2 % restante, opina que es resultado de un proceso histórico por lo que no se puede hablar de un método general para hacer ciencia.

Los estudiantes están de acuerdo con la temporalidad del conocimiento. Así, la mayoría de los alumnos (55.6 %) piensa que los conocimientos científicos son objetivos, pero que pueden ser modificados o rechazados. El 44.4 % opina que están en constante evolución por lo que sólo pueden considerarse en su validez temporal. Ninguno piensa que sean verdades acabadas y absolutas.

Por otra parte, la mitad de los alumnos de este grupo piensa que la historia de la ciencia debe describir y explicar los errores y aciertos que han influenciado el desarrollo del conocimiento. El 44.4 % considera que se reconstruye de acuerdo a la posición del historiador. El 5.6 % plantea que puede ser sólo un relato de anécdotas y cronologías. Estos datos concuerdan de

manera general con lo encontrado en los grupos anteriores.

Las categorías establecidas se muestran en el siguiente cuadro:

CAT.	ESTUDIANTES GRUPO C
1	Objetividad del conocimiento científico
2	Temporalidad del conocimiento científico
3	Continuidad en el desarrollo del conocimiento científico
4	Equilibrio Internalismo/Externalismo Internalismo <sup>1</sup>
5	No existe un método general para hacer ciencia El método experimental es el único que permite el estudio de los seres vivos <sup>2</sup>
6	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos

La información presentada indica que la mayoría de los estudiantes sostiene que la ciencia es objetiva y se caracteriza por un desarrollo continuo (que correspondería más a un enfoque positivista); tienen una visión clara acerca de la temporalidad del conocimiento.

Existen diferencia en cuanto a la influencia de factores "internos" y "externos" en la construcción de las teorías científicas, y en la inexistencia de un método general y absoluto

---

<sup>1</sup>En este punto 39.8 % mantiene una visión internalista, mientras que el otro 39.8 %, piensa que existe influencia de factores "internos" y "externos" en el desarrollo científico.

<sup>2</sup>Las dos opciones tuvieron un porcentaje de 44.4 %.

para hacer ciencia, ya que algunos estudiantes sostienen que el método experimental es el único que permite el estudio de los fenómenos biológicos.

Su posición con relación a la historia de la ciencia muestra su rechazo a la historia de avance y progreso que señala el positivismo, lo que es congruente con su concepción de ciencia.

## **2.2. Problemática.**

Con respecto a la enseñanza de la historia de la ciencia, el 44.4 % de los estudiantes opina que nos ofrece una descripción de cómo ha sido el proceso de construcción del conocimiento científico. El 33.3 % considera que generalmente se presenta a manera de cronología de personajes famosos. El resto (22.3 %), piensa que señala los obstáculos que se han presentado en el avance del conocimiento.

Las opiniones relacionadas con la preparación de los profesores nos indican que la mitad de los alumnos opina que los profesores tienen una formación histórico-filosófica adecuada. El 44.4 % piensa que tienen deficiencias formativas en este campo. El 5.6 % considera que carecen de este tipo de formación.

## **2.3. Importancia de la Historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral de los científicos.**

En relación con el papel de la historia en los programas de enseñanza de la ciencia, los alumnos en su mayoría (66.7 %) consideran que es fundamental. El 33.7 % piensa que es importante como cultura general. Ninguno cree que no sea necesaria. Esto nuevamente refuerza el interés de los alumnos por la incorporación de aspectos históricos en su formación.

El 50 % de los alumnos opinan que la formación de los profesores es fundamental para transmitir una sólida concepción de su disciplina. El 44 % piensa que es importante como cultura general, y el 5.6 % considera que no es necesaria.

### 3. ANALISIS COMPARATIVO.

#### 3.1. Enfoque histórico.

En el siguiente cuadro se muestra un análisis comparativo entre los estudiantes y el profesor encargado de éste grupo.

CAT.	PROFESOR 5		ESTUDIANTES
	OBSERVACION EN EL AULA	CUESTIONARIOS	CUESTIONARIOS
1	Continuidad en el desarrollo del conocimiento científico	Continuidad en el desarrollo del conocimiento científico	Continuidad en el desarrollo del conocimiento científico
2	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico
3		Objetividad del conocimiento científico	Objetividad del conocimiento científico
4		Externalismo	
5		Discontinuidad/Continuidad	
6		No neutralidad de la ciencia	
7		La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos
8			Equilibrio Internalismo/Externalismo Internalismo
9			No existe un método general para hacer ciencia  El método experimental es el único que permite estudiar a los seres vivos

De los cuestionarios aplicados a los estudiantes es claro que coinciden con el profesor en cuanto a la objetividad, continuidad y temporalidad del saber científico. Respecto a la historia de la ciencia consideran que debe mostrar los errores y aciertos de los científicos en la construcción de las teorías.

Es importante destacar, que aunque el profesor el profesor maneja una posición externalista, la mitad del grupo se orienta por una postura internalista, y la otra mitad contempla de manera equilibrada ambos aspectos.

#### **D. GRUPO D.**

A este grupo se asistió a 5 sesiones. El total de estas clases estuvieron a cargo del Profesor 6, y se enfocaron al análisis histórico del evolucionismo.

Hubo una asistencia promedio de 15 alumnos.

Los cuestionarios se aplicaron a 1 profesor y 12 alumnos.

#### **1. PROFESOR 6.**

Este profesor manifiesta un gran interés por los temas históricos y les otorga un peso importante dentro del programa del curso. En relación con el resto de los profesores de la materia, tiene una formación más sólida en este campo. Normalmente las clases iniciaban con la presentación de bibliografía especializada sobre el tema.

En la primera sesión, el profesor analiza el concepto de evolución en sus diferentes acepciones. Resalta el papel de Lamarck y Darwin en el planteamiento del pensamiento evolucionista en la Biología. Diferencia el concepto de evolución como hecho y como mecanismo. Habla de las polémicas que se han generado en el pasado acerca de los mecanismos de la evolución y de la influencia o incidencia que éstas tienen en el presente.

Destaca la importancia de la historia de la ciencia como fuente para comprender el conocimiento científico. Como marco de referencia para entender el análisis histórico que presentará en las siguientes clases, el profesor, expone los principales planteamientos de los siguientes filósofos de la ciencia : T. Kuhn, K. Popper e I. Lakatos. Con base en el modelo de Lakatos, finaliza, exponiendo la estructura de la teoría de Darwin.

En la segunda sesión, retoma algunos aspectos de los filósofos de la ciencia analizados en la clase anterior. Inicia con el análisis histórico de egipcios y griegos. Resalta el papel de Platón y Aristóteles, y presenta el planteamiento de éste último en relación a la "Escala del Ser". Analiza la influencia de esta concepción en el pensamiento biológico.

En la tercera sesión expone las aportaciones de los romanos y analiza el período de la Edad Media y el Renacimiento.

La cuarta sesión consistió en un seminario a cargo de uno de los alumnos donde se analizaron a Cuvier y Lamarck. La exposición fue muy general y la discusión sobre el tema fue poco profunda.

En la quinta sesión observada, el profesor presentó una serie de diapositivas donde expone la vida de Darwin: su nacimiento y ambiente familiar, su formación académica, el viaje en el Beagle, sus influencias científicas y el proceso de construcción de la teoría de la selección natural.

Las siguientes clases donde se debería terminar con el análisis histórico del evolucionismo, debieron ser resumidas en una clase debido a que ya era una etapa avanzada del semestre y era necesario cubrir otros puntos del temario.

El profesor analiza la parte correspondiente a la historia del evolucionismo de manera detallada, además de que retoma estos aspectos en diversas partes del curso (especiación, macroevolución, etc.). De la entrevista se detecta que considera que esta disciplina es fundamental en la formación de los biólogos, ya que sirve para tener un marco de referencia más amplio. De acuerdo con su experiencia, opina que la historia de la ciencia favorece la comprensión de ciertos aspectos del evolucionismo. Para facilitar el acceso a los temas históricos por parte de los estudiantes, ha elaborado una serie de apuntes, además de que cuenta con un gran número de transparencias y bibliografía especializada sobre el tema. En la presentación de estos temas utiliza además acetatos y videos.

### **1.1. Enfoque Histórico.**

A partir del análisis del discurso del profesor durante las clases observadas, se definieron las siguientes categorías:

CAT.	PROFESOR 6
1	Subjetividad de la Ciencia
2	Temporalidad del conocimiento científico
3	Naturaleza social de la ciencia
4	No neutralidad de la ciencia
5	Paradigma
6	Ciencia Normal
7	Anomalias
8	Ciencia Extraordinaria
9	Revoluciones Científicas
10	Incommensurabilidad de Paradigmas

A continuación se presenta el perfil del Profesor obtenido a partir del cuestionario.

Este profesor acepta medianamente que la ciencia sea objetiva y verdadera y que deba renunciarse a la noción de que el conocimiento científico conduce a la verdad.

No está de acuerdo en que la ciencia y la historia de la ciencia sean disciplinas neutras.

Rechaza totalmente una posición internalista y no acepta claramente un "externalismo" extremo. Adopta más bien una postura que contempla de manera equilibrada ambos aspectos. Se compromete de manera clara.

Esta en desacuerdo en que la ciencia sea la manifestación más clara del progreso humano; rechaza abiertamente que ésta tenga un desarrollo gradual y que exista una tendencia continua hacia una mayor comprensión de la naturaleza y hacia la acumulación del conocimiento. Acepta la noción de revolución científica.

Esta claro de la temporalidad del método, la racionalidad y la verdad científica y de las reconstrucciones históricas.

El profesor no está de acuerdo en que la historia de la ciencia sea un depósito de anécdotas y cronologías. Acepta que el historiador es el que debe determinar quién y cuándo fue descubierto o construida una ley o teoría, además de que debe explicar los errores y supersticiones que impidieron la acumulación más rápida del conocimiento.

Esta claro del papel del evolucionismo como marco unificador de la biología, y reconoce abiertamente que la perspectiva histórica es fundamental para comprender el progreso en este campo.

Reconoce el impacto político y social del evolucionismo.

Como resultado del análisis de los puntos anteriores, se determinaron las siguientes categorías:

CATEGORIAS	PROFESOR 6
1	Temporalidad del conocimiento científico
2	Equilibrio Internalismo/Externalismo
3	No neutralidad de la ciencia
4	Discontinuidad en el desarrollo científico
5	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos

Un análisis comparativo revela lo siguiente:

CAT.	OBSERVACION EN EL AULA	CUESTIONARIOS
1	Subjetividad de la Ciencia	
2	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico
3	Naturaleza social de la ciencia	
4	No neutralidad de la ciencia	No neutralidad de la ciencia
5	Paradigma	
6	Ciencia Normal	
7	Anomalias	
8	Ciencia Extraordinaria	
9	Revoluciones Científicas	
10	Inconmensurabilidad de Paradigmas	
11	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos
12		Discontinuidad en el desarrollo científico
13		Equilibrio Internalismo/Externalismo

Con base en la información presentada se puede señalar que este profesor tiene un amplio conocimiento de la historia y filosofía de la ciencia. Conoce esta disciplina y destaca la necesidad de una formación humanística de los biólogos.

Su concepción de ciencia, en varios aspectos es coherente con las discusiones histórico - epistemológicas actuales. Acepta medianamente que la ciencia sea objetiva y verdadera. Considera que en el desarrollo científico influyen tanto factores meramente científicos, como sociales. Rechaza que la historia de la ciencia se caracterice por un desarrollo gradual, continuo y acumulativo. Tampoco acepta, que la ciencia sea la manifestación más clara del progreso humano. Reconoce el carácter histórico del método científico, la racionalidad de los conocimientos científicos.

Dado que el profesor posee una amplia cultura histórica, en relación al resto de los profesores, al comparar las categorías derivadas del discurso y del cuestionario, resalta que la cantidad de elementos que maneja en el discurso, se vio limitada en el cuestionario.

El profesor conoce las diferentes corrientes historiográficas que intentan explicar el desarrollo de la ciencia y las aplica para analizar el desarrollo histórico del evolucionismo. Hace referencia a modelos epistemológicos vigentes (Metodología de los programas de investigación de Lakatos para analizar el darwinismo); señala algunos aspectos relevantes de la propuesta de Popper y el análisis sociológico de Kuhn.

Esto se refleja en un mayor número de categorías extraídas del discurso, en relación con el resto de los profesores.

## **1.2. Problemática.**

### **1.2.1. Opiniones sobre el contexto del curso de Evolución.**

Este profesor opina que el actual plan de estudios de la carrera es anacrónico porque no es acorde con el desarrollo de la biología. Considera que debe ser reestructurado totalmente.

Con respecto a su curso, plantea que en general sigue el temario en cuanto a los grandes temas que toca. Considera que es muy amplio; que temas como biogeografía, sistemática y genética de poblaciones podrían ser cursos independientes.

### **1.2.2. Opiniones sobre la problemática de la enseñanza de la historia del evolucionismo.**

El profesor considera que la enseñanza de la ciencia tiene un carácter ahistórico, y que la historia de la ciencia en general se enseña a manera de cronologías de personajes famosos.

Opina que la dificultad de la enseñanza de la historia de la ciencia, radica en la falta de formación de los profesores. Por ello, considera que debe ponerse atención en la solución de éste problema.

Con respecto a las respuestas de los alumnos al analizar estos temas, el profesor opina que son variables. Algunos estudiantes no le dan importancia a la historia porque piensan que no les va a servir, ya que están buscando aspectos muy prácticos; otros tienen la imagen de que la ciencia es sólo la que se realiza en los laboratorios donde se hace experimentación. Sin embargo, hay estudiantes que "se muestran encantados" con estos temas. En algunos casos, señala, existen alumnos que una vez que han terminado la carrera y se han dedicado a la docencia, recurren al profesor para solicitarle material con el objeto de incorporarlo en los cursos que imparten.

### **1.3. Importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral de los científicos.**

Como se ha señalado, este profesor dedica una gran parte del curso a la impartición de la historia del evolucionismo. Ha elaborado diversos tipos de material didáctico (acetatos, transparencias, apuntes); maneja bibliografía especializada, y tiene un interés particular por estos temas. Incluso, considera que la historia debe constituir el eje orientador de su curso.

Está plenamente convencido de que la enseñanza de la ciencia debe considerar la temporalidad del conocimiento, así como ofrecer una visión más real y humana del desarrollo de la ciencia, por lo que considera que la historia de la ciencia es un elemento fundamental en la formación de los científicos.

Rechaza de manera clara que la historia sólo sea importante como cultura general, que deba ser eliminada del programa o que sea difícil de impartir. En sus comentarios señala que como resultado de este trabajo deben defenderse propuestas que tiendan a la "humanización de la biología". Propone la incorporación de cursos obligatorios relacionados con la Historia de las ciencias biológicas y la Epistemología de la Biología.

## **2. ESTUDIANTES.**

### **2.1. Enfoque histórico.**

La mayoría de los estudiantes (63.6 %) opina que la ciencia es una observación desapasionada de la naturaleza, por lo que el científico explica objetivamente lo que ve. El 18.2 % plantea que es una actividad humana que sólo refleja los valores de su tiempo, y el mismo porcentaje considera que aún cuando la ciencia responde a necesidades sociales, ésta define lo que se considera o no como científico.

Con respecto al desarrollo científico, el 54.5 % considera que es continuo. El 27.3 % piensa que se caracteriza por la existencia de revoluciones científicas por lo que no puede hablarse de gradualidad. El 18.2 % opina que puede tener tanto períodos de transformación radical como de continuidad.

Un alto porcentaje de los alumnos (45.4 %) mantiene una posición internalista con respecto al desarrollo de la ciencia. El 36.4 % considera que en él influyen tanto factores "internos" como "externos". La minoría (18.2 %) mantiene una posición externalista marcada. (Estas opiniones no concuerdan con la imagen que el profesor pretendió ofrecer con respecto a la ciencia).

En relación con el método, la mayor parte de los alumnos (72.7 %) opina que está en función del objeto de investigación. El 18.2 % piensa que el método experimental es el único que permite abordar el conocimiento de los seres vivos. El resto (9.1 %) considera que es resultado de un proceso histórico.

Los estudiantes están concientes de la temporalidad del conocimiento. Un 54.5 % de los alumnos opina que los conocimientos científicos están en constante evolución por lo que sólo pueden considerarse en su validez temporal. El 45.5 % piensa que son objetivos pero que pueden ser rechazados o modificados según el avance del conocimiento. Ninguno piensa que sean verdades acabadas y absolutas.

Un gran porcentaje de los estudiantes (75 %) piensa que la historia de la ciencia debe describir y explicar los errores y aciertos que han influido el avance del conocimiento. El 16.7 % considera que se reconstruye de manera distinta de acuerdo a la posición de historiador. La minoría (8.3 %) responde que puede ser un depósito de anécdotas y cronologías.

Las categorías determinadas a partir del análisis de los puntos anteriores se presentan en el siguiente cuadro:

CATEGORIAS	ESTUDIANTES GRUPO D
1	Temporalidad del conocimiento científico
2	Internalismo
3	Objetividad de la ciencia
4	Continuidad en el desarrollo científico
5	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos
6	No hay un método general para hacer ciencia

Al igual que en todos los grupos la mayoría de los estudiantes sostiene que la ciencia es objetiva y se caracteriza por un desarrollo continuo (que correspondería más a un enfoque positivista). Tienen una visión clara acerca de la temporalidad del conocimiento y de la inexistencia de un método general y absoluto para hacer ciencia. Estos aspectos rechazan las tesis fundamentales del positivismo, lo que los coloca en una postura equilibrada a este respecto.

La mayor parte de los estudiantes mantiene una postura internalista, pese a la insistencia del profesor de destacar la naturaleza social de la ciencia.

Su posición con relación a la historia de la ciencia muestra su rechazo a la historia de avance y progreso que señala el positivismo.

## **2.2. Problemática.**

El 72.7 % considera que la historia de la ciencia en la enseñanza nos ofrece una explicación de como ha sido el proceso de construcción del conocimiento científico. El 18.2 % opina que señala los obstáculos que se han presentado en el avance de dicho conocimiento. El resto (9.1 %) piensa que generalmente se enseña a manera de cronologías de personajes famosos.

Un alto porcentaje (63.6 %) opina que los profesores tienen una formación histórico-filosófica adecuada. El 36.4 % piensa que tienen deficiencias formativas en este campo. Ninguno considera que carezcan de formación en esta rama del conocimiento.

## **2.3. Importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral de los científicos.**

La gran mayoría de los estudiantes (81.8 %) considera que la historia es un elemento fundamental en la formación integral de los científicos. El 18.2 % opina que es importante sólo como cultura general. Ninguno opina que la historia no sea necesaria. Esto refuerza lo

planteado anteriormente, en el sentido de la importancia que los estudiantes le dan a la necesidad de una formación más humanística y corresponde con la óptica que ofrece el profesor.

La mayor parte de los estudiantes (54.5 %) piensa que la formación histórico-filosófica de los profesores es importante como cultura general. El 45.4 % considera que es fundamental. Ninguno opina que no sea importante.

### 3. ANALISIS COMPARATIVO.

#### 3.1. Enfoque histórico.

En el siguiente cuadro se presenta una comparación entre las categorías determinadas para el profesor y los estudiantes.

	PROFESOR 6		ESTUDIANTES
CAT.	OBSERVACION EN EL AULA	CUESTIONARIOS	CUESTIONARIOS
1	Subjetividad de la Ciencia		
2	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico
3	Naturaleza social de la ciencia		
4	No neutralidad de la ciencia	No neutralidad de la ciencia	
5	Paradigma		
6	Ciencia Normal		
7	Anomalías		
8	Ciencia Extraordinaria		

9	Revoluciones Científicas		
10	Inconmensurabilidad de Paradigmas		
11	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos
12		Discontinuidad en el desarrollo científico	
13		Equilibrio Internalismo/Externalismo	
14			Objetividad de la ciencia
15			Continuidad del desarrollo científico
16			Internalismo

Del cuadro comparativo entre las categorías que maneja el profesor y los estudiantes, se detectan coincidencias sólo en lo referente a la temporalidad del conocimiento; y en relación con la necesidad de que la historia de la ciencia debe reconstruirse señalando errores y aciertos.

Es importante destacar que aunque el profesor hace hincapie en la naturaleza social de la ciencia y su no neutralidad, éstos elementos no se reflejan en ninguna de las categorías de sus estudiantes; incluso cerca del 50 % mantiene una posición internalista.

A pesar de que el marco de referencia que retoma principalmente es la concepción historiográfica de Kuhn -donde se desprenden la mayor parte de las categorías del discurso-, más del 50 % de los estudiantes consideran que el desarrollo de la ciencia es continuo y el científico explica objetivamente lo que ve. Esto habla de la poca repercusión del enfoque del profesor en la postura de los estudiantes.

## E. ANALISIS Y SINTESIS INTEGRAL.

Con base en la información global obtenida en el trabajo empírico, se presenta el análisis comparativo de los profesores y estudiantes, organizados con base en los criterios que se han mostrado en las secciones anteriores.

### 1. PROFESORES.

#### 1.1. Enfoque Histórico.

En el siguiente cuadro se presenta un análisis comparativo de las categorías definidas en el discurso de todos los profesores.

OBSERVACION EN EL AULA						
	GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C	GRUPO D
CAT.	Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3	Profesor 4	Profesor 5	Profesor 6
1	Naturaleza social de la ciencia					Naturaleza social de la ciencia
2	Crítica al Externalismo					
3	Subjetividad de la historia de la ciencia					
4		Temporalidad del conocimiento científico		Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico
5		Paradigma				Paradigma
6		Discontinuidad en el desarrollo científico				

7		Equilibrio Internacionalismo/Internacionalismo				
8		Tensión entre paradigmas				
9				Externalismo		
10				No neutralidad de la ciencia		No neutralidad de la ciencia
11					Continuidad en el desarrollo científico	
12						Subjetividad de la ciencia
13						Ciencia Normal
14						Anomalías
15						Ciencia Extrordinaria
16						Revoluciones Científicas
17						Incommensurabilidad de paradigmas

Un análisis comparativo de las categorías que surgen del discurso de los profesores, muestra que el profesor 6 es quien maneja una mayor número de elementos relacionados con la filosofía y la historia de la ciencia, además de que existe coherencia entre ellos.

El enfoque de enseñanza de la historia del evolucionismo del profesor 2, al igual que el profesor 6, se adapta en varios aspectos al modelo historiográfico de Kuhn.

Los dos profesores antes mencionados son los únicos que tienen un marco de referencia para abordar la historia del evolucionismo. El resto de los profesores maneja un número de categorías muy limitado (2 ó 3) que no expresan una orientación teórica definida.

El cuadro que se presenta a continuación muestra las categorías obtenidas a partir de los cuestionarios aplicados a los profesores.

CUESTIONARIOS						
	GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C	GRUPO D
CAT.	Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3	Profesor 4	Profesor 5	Profesor 6
1	Objetividad de la ciencia		Objetividad de la ciencia		Objetividad de la ciencia	
2	Discontinuidad del desarrollo científico					Discontinuidad en el desarrollo científico
3	Neutralidad de la ciencia					
4		Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico
5		Equilibrio Interrealismo/Exterrealismo		Equilibrio Interrealismo/Exterrealismo		Equilibrio Interrealismo/Exterrealismo
6		No neutralidad de la ciencia		No neutralidad de la ciencia	No neutralidad de la ciencia	No neutralidad de la ciencia
7		Continuidad en el desarrollo científico				
8		La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos		La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos
9				Discontinuidad/Continuidad en el desarrollo científico	Discontinuidad/Continuidad en el desarrollo científico	
10				Exterrealismo		
11						

De las categorías que se presentan en el cuadro anterior, se detecta como posición dominante (en la que coinciden 5 profesores), la temporalidad del conocimiento.

En las categorías relacionadas con la no neutralidad de la ciencia y el que la historia deba mostrar los errores y aciertos en la construcción de las teorías científicas, coinciden 4 de los 6 profesores. Dos profesores opinan que puede haber períodos de continuidad y discontinuidad en el desarrollo científico; dos piensan que éste se caracteriza por ser discontinuo y un profesor considera que es continuo. Sólo un profesor sostiene que la ciencia es neutra.

Tres de los profesores están de acuerdo en la objetividad de la ciencia y la adopción de una postura equilibrada con respecto a los factores "internos" y "externos" que intervienen en el ámbito científico. Uno mantiene una postura externalista.

## 1.2. Problemática.

De acuerdo con las opiniones de los profesores, los principales problemas en la enseñanza de la historia del evolucionismo son:

- La falta de una formación adecuada en este campo.
- La amplitud del temario.
- La falta de una cultura histórica en los estudiantes, que les permita comprender integralmente esta temática.
- La falta de apoyo institucional para fortalecer su formación, ya que ésta es totalmente autodidáctica.

### **1.3. Importancia de la Historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral del biólogo.**

Existen opiniones diversas de los profesores con respecto a la importancia de la historia como recurso pedagógico dentro del curso; desde aquellas que señalan que es fundamental como eje conductor, hasta las que la consideran importante como cultura general, pero destacan a los temas estrictamente evolutivos como primordiales para el curso. Pese a ello, ninguno considera que no sea necesaria para de la formación integral de los biólogos.

## **2. ALUMNOS.**

### **2.1. Enfoque Histórico.**

Los resultados obtenidos a partir del cuestionario aplicado a los alumnos, permiten señalar lo siguiente:

En primer lugar, no se observan diferencias notables en los resultados obtenidos de los distintos grupos a los que se aplicó el cuestionario, a pesar de las diferencias en cuanto al enfoque y la formación de los profesores.

Las tendencias generales nos indican que existe acuerdo en los siguientes puntos :

- La ciencia es una observación desapasionada de la naturaleza y se constituye en un conjunto de conocimientos sistematizados y verdaderos.
- El desarrollo científico es un proceso continuo que conduce a una mayor comprensión de la naturaleza.
- Los conocimientos científicos son temporales e históricos.
- La historia de la ciencia debe describir y explicar los errores y aciertos que han influido en el avance del conocimiento.

La información global se presenta en el siguiente cuadro.

E S T U D I A N T E S				
CAT.	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	GRUPO D
1	Objetividad del conocimiento científico	Objetividad del conocimiento científico	Objetividad del conocimiento científico	Objetividad de la ciencia
2	Continuidad en el desarrollo científico	Continuidad en el desarrollo científico	Continuidad en el desarrollo científico	Continuidad en el desarrollo científico
3	Equilibrio Internalismo/Extrenalismo	Equilibrio Internalismo/Extrenalismo	Equilibrio Internalismo/Extrenalismo  Internalismo	
4	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico	Temporalidad del conocimiento científico
5	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historin de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos
6	No existe un método general de la ciencia	No existe un método general de la ciencia	No existe un método general de la ciencia  El método experimental es el único que permite el estudio de los seres vivos	No existe un método general de la ciencia
7				Internalismo

Los puntos en los que se observan divergencias son los siguientes:

- El conocimiento científico se ve influido tanto por factores internos como externos. Por lo tanto la naturaleza de la ciencia es social (Grupos A, B y C).

El conocimiento científico tiene sus propias reglas y sólo se explica a través de la ciencia misma. (Grupos D y C).

- El método científico está en función del objeto de estudio por lo que no puede hablarse de un sólo método general y absoluto para hacer ciencia. (Grupos A, B, C y D).

El método experimental es el único que permite abordar el estudio de los fenómenos biológicos. (Grupo C).

Los resultados obtenidos nos permiten plantear las siguientes consideraciones :

La formación histórico-filosófica de los alumnos, en términos generales es homogénea.

Se observa coincidencia absoluta en 5 de las 7 categorías definidas para los estudiantes, a pesar de la heterogeneidad de enfoques y tiempos destinados a ésta temática, por los profesores de los diferentes grupos.

La mayor parte de los estudiantes coinciden en que la ciencia es una observación objetiva, que tiende hacia una mayor comprensión de la naturaleza. Sin embargo, están concientes de la temporalidad de los conocimientos científicos.

Un punto en el que no hay acuerdo es la influencia de factores "internos" y "externos" en el desarrollo del conocimiento científico. La mayoría de los grupos consideran que la naturaleza de la ciencia es social y para comprender su desarrollo deben considerarse aspectos que están "fuera de la ciencia". Tres de los cuatro grupos tienen una posición de equilibrio entre los factores "internos" y "externos". La mitad de los estudiantes del grupo C, y el grupo D tienen una concepción internalista.

Es interesante destacar que éste último grupo, es el que fue atendido por el profesor 6, que posee una sólida formación filosófica e histórica, otorga gran importancia a dichos aspectos, y en las clases insistió en la necesidad de considerar la influencia de factores sociales en la construcción de las disciplinas científicas.

Otro punto en el que hay desacuerdo, es donde se sostiene que el método científico está en función del objeto de estudio. Pese a ello, algunos estudiantes del grupo C siguen considerando que el método experimental es el único que permite abordar el estudio de los seres vivos, óptica que evidencia un enfoque positivista.

En el siguiente cuadro se muestra globalmente la comparación de las categorías definidas para profesores (incluye el total de categorías que surgen del análisis del discurso de las clases observadas y de los cuestionarios aplicados) y de los estudiantes.

CUADRO COMPARATIVO DE PROFESORES Y ESTUDIANTES							
	GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C	GRUPO D	ESTUDIAN.
CAT.	PROFESOR 1	PROFESOR 2	PROFESOR 3	PROFESOR 4	PROFESOR 5	PROFESOR 6	A-B-C-D
1	Objetividad de la ciencia		Objetividad de la ciencia		Objetividad de la ciencia		Objetividad de la ciencia
2	Discontinuidad del desarrollo científico						
3	Neutralidad de la ciencia						
4	Naturaleza social de la ciencia					Naturaleza social de la ciencia	
5	Crítica al Externalismo						
6	Subjetividad de la historia de la ciencia						
7		Temporalidad del conocimiento científico					
8		Paradigma				Paradigma	

9						Discontinuidad del desarrollo científico	
10		Equilibrio Internalismo/ Externalismo		Equilibrio Internalismo/ Externalismo		Equilibrio Internalismo/ Externalismo	Equilibrio Internalismo/ Externalismo
11		Tensión entre paradigmas					
12		No neutralidad de la ciencia		No neutralidad de la ciencia	No neutralidad de la ciencia	No neutralidad de la ciencia	
13		La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos		La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos	La historia de la ciencia debe mostrar errores y aciertos
14				Externalismo			
15		Discontinuidad /Continuidad del desarrollo científico		Discontinuidad /Continuidad del desarrollo científico	Discontinuidad /Continuidad del desarrollo científico		
16					Continuidad en el desarrollo científico		Continuidad en el desarrollo científico
17						Subjetividad de la ciencia	
18						Ciencia normal	
19						Anomalías	
20						Ciencia Extraordinaria	
21						Revoluciones Científicas	
22						Incomensurabilidad de paradigmas	
23							Internalismo
24							No hay un método general de la ciencia

## **2.2. Problemática.**

Los principales problemas en la enseñanza de la historia del evolucionismo y de la historia de la ciencia en general, señalados por los alumnos son:

- La historia de la ciencia en la enseñanza generalmente se presenta a manera de cronologías de personajes famosos.
- Los profesores, generalmente, tienen deficiencias formativas en torno a la historia de su disciplina.

## **2.3. Importancia de la Historia de la ciencia en la enseñanza del evolucionismo y en la formación integral del biólogo.**

Los estudiantes de todos los grupos consideran que la historia de la ciencia es fundamental para lograr una formación integral de los biólogos.

Con respecto a la importancia de la formación formación histórico-filosófica de los profesores, los grupos A y D sostienen que es importante como cultura general, pero que es primordial que conozcan con profundidad su campo de especialidad; mientras que los grupos B y C opinan que es fundamental para transmitir una sólida concepción del desarrollo teórico y metodológico de su disciplina.

## VII. CONSIDERACIONES FINALES.

### A. SOBRE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION.

En primer lugar, se puede afirmar que la temática de la historia del evolucionismo que se aborda en los cursos de Biología General II, se enseña de muy diversas formas, lo que manifiesta la heterogeneidad de concepciones, intenciones, intereses, estrategias y formación de los profesores, que se reflejan con claridad en el papel que imprimen al abordar diferentes aspectos, en el tiempo que destinan para ello, en los temas que desarrollan con mayor profundidad y en la bibliografía utilizada, entre otros.

El enfoque histórico de los profesores es diverso. La mitad de los profesores, por ejemplo, consideran que la ciencia tiene un carácter objetivo; otros no toman una posición clara a éste respecto; sólo uno considera que la ciencia es subjetiva. Esto habla de la diversidad de concepciones con respecto a éste punto, que también se ven reforzadas por las categorías relacionadas con la no neutralidad de la ciencia.

La temporalidad de los conocimientos científicos es aceptada por la mayor parte de los profesores, sólo uno no acepta dicho carácter del conocimiento.

Con respecto a categorías establecidas a partir de la controversia continuidad-discontinuidad en el desarrollo científico, los profesores manifiestan posiciones divergentes. Algunos sostienen la noción de continuidad, mientras que otros consideran que en el desarrollo de la ciencia puede haber tanto períodos de continuidad como de discontinuidad. Esto último es consecuente con la postura historiográfica de Kuhn (1982): ya que plantea que la "Ciencia Normal" se caracteriza por un desarrollo continuo y acumulativo, sin embargo, existen también, etapas de cambio radical que transforman los modos de hacer ciencia (lo que él denomina "Ciencia Extraordinaria"), que conducen a la existencia de "Revoluciones Científicas".

La controversia Internalismo-Externalismo se encuentra perfilada en algunos profesores. La mayor parte de ellos consideran que el desarrollo de la ciencia se ve influenciado por factores "internos" como "externos". Esto habla de cierta consistencia con los planteamientos de Mikulinski (1989) en el sentido de que sostiene que el trabajo científico se origina por necesidades sociales y está condicionado por su capacidad de satisfacerlas. Así aún cuando el trabajo científico es fundamentalmente intelectual y creativo requiere de ciertas capacidades, técnicas, medios de investigación, etc., que han resultado del esfuerzo de muchas personas. Además, considera, en el desarrollo científico lo que cambia en las distintas épocas no es sólo el contenido de la ciencia, sino también, su enfoque de la naturaleza, su método, el concepto mismo de ciencia y la percepción de ella por parte de la sociedad. Esto habla de la importancia de considerar el carácter social de la ciencia.

Los resultados obtenidos muestran la dificultad de ubicar a los profesores dentro de una corriente historiográfica definida. Por un lado, existen categorías que son compartidas por las diferentes posturas historiográficas presentadas (temporalidad del conocimiento, continuidad-discontinuidad, internalismo-externalismo, naturaleza social de la ciencia, etc.). Por otra parte, la mayor parte de los profesores, tanto en el discurso como en los cuestionarios, manifiestan un limitado número de conceptos y una concepción histórica poco integrada.

En términos generales, se puede señalar que de las categorías determinadas a partir del marco teórico, un profesor mantiene una postura tradicional, en sentido de que sostiene aspectos centrales del positivismo (objetividad, neutralidad de la ciencia, etc.). El resto de los profesores pone en duda algunas de sus tesis fundamentales (temporalidad del conocimiento y los métodos de la ciencia, equilibrio continuidad-discontinuidad, equilibrio internalismo-externalismo, no neutralidad del conocimiento científico, etc.). Sin embargo, varios de ellos carecen de un marco histórico definido. Sólo dos presentan una orientación que se adapta en varios aspectos a la postura historiográfica de Kuhn (paradigma, tensión entre paradigmas, ciencia normal, anomalías, revoluciones científicas, etc.). La mayor parte de los profesores, de esta manera, carecen de un marco teórico para analizar el desarrollo histórico del evolucionismo.

Con respecto a los estudiantes, aún cuando el cuestionario aplicado no permite hacer conclusiones contundentes, sí permitió detectar que mantienen una postura homogénea (independientemente del enfoque del profesor). Si bien sostienen un enfoque positivista en ciertos aspectos (objetividad y continuidad), varias tesis fundamentales lo ponen en duda.

En cuanto a la problemática de la enseñanza de la historia del evolucionismo, la falta de formación de los profesores, es quizá uno de los problemas fundamentales. En general los profesores tienen poco apoyo institucional para formarse en éstos aspectos, y en prácticamente el resto de los puntos del programa. Esta situación hace que la temática de la historia del evolucionismo sea difícil de impartir.

Otro problema detectado fue la amplitud del temario. Como se señaló, el programa de la materia de Biología General II es muy amplio, incluso existen puntos que podrían transformarse en cursos independientes. Esto, aunado a que es prioritario que los estudiantes comprendan los aspectos generales del evolucionismo; la falta de formación de los profesores y la necesidad de priorizar ciertos temas para alcanzar a cubrir lo que el profesor considera relevante del programa, hace que los temas relacionados con la historia de las teorías evolutivas se vean limitados en tiempo y disposición por parte de los profesores.

Además, como se señaló en el análisis del programa, se le da un peso muy importante al papel de los griegos, romanos, etc., cuando en dichos periodos no hubo una concepción clara con respecto a la transformación de los seres vivos, ni mucho menos una teoría más o menos coherente que explicara el hecho de la evolución. Como se ha planteado, esto lleva a búsquedas forzadas de precursores y a restringir el limitado tiempo para analizar estos temas, en un programa tan amplio. En un grupo, por ejemplo, se destinó el mismo tiempo (una clase) para presentar las aportaciones anteriores a la primera teoría evolutiva, que el que se empleó para analizar el período comprendido entre el nacimiento de Darwin y el planteamiento de la Síntesis Moderna. Tal vez en cuanto a la cantidad de años, el primer período es mucho más largo, pero es indiscutible que a partir de Darwin, y antes de él, a partir de Lamarck, es la etapa más importante para el evolucionismo, y representa uno de los períodos más ricos para el análisis histórico; además de que conocerla con profundidad permite comprender muchas de las controversias actuales, que entonces surgieron.

Por otra parte, la obra de Lamarck, fundador y figura central de la Biología; primer proponente de una teoría evolutiva coherente, que explica el hecho y las causas de la transformación de las especies, se aborda limitadamente y se le da poca importancia. Se consideran sus aportaciones generales, sus famosas "leyes" del uso y desuso y la tendencia a la perfección, pero nunca se consideran de manera global los verdaderos alcances de su obra, no sólo en el ámbito de la Biología, sino también en el terreno filosófico.

La parte histórica del desarrollo del evolucionismo, en la mayoría de los grupos termina con la Síntesis Moderna y, al menos eso muestra el temario, en ninguna otra etapa del curso se presentan de manera integrada los problemas y replanteamientos derivados de ella.

En algunos casos, se imparten los temas del contexto histórico porque están planteados en el programa oficial del curso a manera introductoria, y no porque los profesores tengan una noción clara sobre los posibles alcances que puede tener el empleo de un enfoque histórico amplio y adecuado dentro de su materia. La historia del evolucionismo, de esta manera, sólo se presenta como un antecedente. En las observaciones realizadas en el aula, en etapas posteriores a la impartición de éstos temas, no se hizo algún tipo de referencia histórica.

Estas consideraciones, sin embargo, no pueden generalizarse, ya que existen profesores -dos- con una mayor interés en estos aspectos, que se manifiesta en el valor, profundidad y tiempo que otorgan a estos temas dentro de su clase, la manera de abordarlos y, en su insistencia permanente ante los demás profesores de la materia, de profundizar y revalorar estos aspectos.

Con respecto a la importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza, un profesor opina que la historia del evolucionismo debe ser el eje del curso de Biología General II (Evolución); otros piensan que es primordial que los estudiantes comprendan la situación actual del evolucionismo, por lo que la historia de ésta disciplina debiera abordarse en un curso más general sobre Historia de la Biología. Todos los profesores coinciden en que la historia de la ciencia es importante para lograr una formación integral de los biólogos. Es importante destacar que el profesor con una formación histórico-filosófica más amplia es quien considera que la historia de la ciencia puede tener un gran potencial en la enseñanza.

En cuanto a los estudiantes, el cuestionario aplicado nos revela que existe un gran interés de su parte por incorporar aspectos históricos y filosóficos en su formación. Las tendencias más claras encontradas en el total de los puntos analizados, se enfocaron en este sentido.

De acuerdo con los resultados del trabajo se pueden plantear una serie de conclusiones:

- \* La historia del evolucionismo se enseña de muy diversas formas dependiendo del interés y formación del profesor.
- \* Pocos profesores presentan un marco teórico para analizar el desarrollo histórico del evolucionismo. La mayoría no muestra alguna postura historiográfica definida.
- \* El enfoque histórico de los estudiantes es muy homogéneo, independientemente del enfoque y formación de los profesores.
- \* Los conocimientos de los profesores en el campo de la historia del evolucionismo, son resultado de un proceso de autoformación, ya que no existen programas institucionales que se aboquen a estos aspectos.
- \* No existen antecedentes históricos y filosóficos en el curriculum del biólogo que le permita a los estudiantes comprender de manera más amplia e integral, el desarrollo histórico del evolucionismo.
- \* Las deficiencias en la formación de los profesores y la gran cantidad de temas que deben cubrirse, limita el análisis del desarrollo histórico del evolucionismo en el aula.
- \* La motivación de los alumnos ante los temas históricos dependen de la exposición que haga el profesor.
- \* La historia del evolucionismo, constituye un tema difícil de impartir.

\* Pocos profesores consideran que la historia es fundamental para la enseñanza del evolucionismo. La mayoría opina que es prioritario que conozcan la situación actual de las teorías evolutivas.

\* Los profesores y estudiantes del curso de Biología General II consideran que la historia de la ciencia es importante para lograr una formación integral de los biólogos.

## **B. SOBRE EL ENFOQUE METODOLOGICO.**

En este estudio se perfiló el enfoque histórico de los profesores; se pudo analizar la problemática de la enseñanza de la historia del evolucionismo en sus aspectos generales y se conocieron las opiniones de profesores y estudiantes con respecto a la importancia de una formación histórica en los biólogos.

Mediante este trabajo, también se pudo conocer, la problemática que se deriva de los estudios en el aula; se pudieron detectar las bondades, las desventajas y los problemas metodológicos derivados de la utilización de un enfoque etnográfico; se evidenciaron los aspectos deficientes; se determinaron posibles trabajos posteriores y, por tanto, nuevos puntos de partida.

Dado que cada objeto de investigación implica la construcción de herramientas y criterios de análisis, este enfoque metodológico, es en momentos complejo, debido a la gran cantidad de información que se genera y la posibilidad de ser analizada de muy diversas formas. Esto lleva a la necesidad de priorizar ciertos aspectos, y, por tanto, a dar menos importancia a otros. En este sentido, un aspecto poco analizado fue el conocimiento de los profesores acerca de la historia del evolucionismo.

Las herramientas metodológicas utilizadas (observación en el aula, entrevistas y cuestionarios) en términos generales, fueron adecuadas para lograr los objetivos planteados en el trabajo. Sin embargo, en el proceso de análisis se evidenciaron aspectos poco operativos, principalmente en lo referente a los cuestionarios.

La observación en el aula permitió conocer el enfoque histórico de los profesores en la enseñanza del evolucionismo. Sin embargo, ésto no significa que se haya agotado el análisis de las concepciones historiográficas de los profesores. El estudio consideró sólo aquellos aspectos que se evidenciaron en el aula y en los cuestionarios.

Es importante destacar que las categorías se establecieron a partir del marco teórico que se presenta. En el caso de los profesores con una mayor formación histórico-filosófica se encontraron elementos en el discurso que están fuera de dicho marco, y que pudieran retomarse en trabajos posteriores.

En el caso de los profesores, el cuestionario fue limitado para aquellos que tenían una formación más amplia en el campo de la historia y la filosofía de la ciencia. Para los profesores con escasa formación, ofreció elementos para conceptualizar sus puntos de vista. Por otra parte, la opción de respuesta "Medianamente de Acuerdo" fue difícil de evaluar.

El cuestionario de los estudiantes permitió establecer algunas generalizaciones; sin embargo, no fue suficiente para analizar integralmente la concepción histórico-filosófica de los alumnos. Aunque el análisis de estos aspectos no se estableció como objetivo del trabajo, sí puede representar un tema de investigación posterior.

Un aspecto importante del enfoque etnográfico es que permitió analizar un ámbito poco estudiado en el Departamento de Biología, que revela condiciones particulares en que se lleva a cabo el proceso educativo. Posibilitó una relación más estrecha con los profesores y ayudó a enmarcar los supuestos teóricos de los que se partieron.

Con el objeto de buscar una mayor retroalimentación entre la investigación y los docentes, es necesario analizar y discutir los resultados obtenidos, en conjunto con los profesores. En este sentido, el enfoque etnográfico tiene un enorme potencial, ya que puede ayudar a que los profesores reflexionen sobre su actividad en el aula.

Finalmente, el trabajo permitió ubicar las implicaciones que se derivan del planteamiento de nuevas orientaciones educativas. En diferentes estudios, normalmente se presentan propuestas

novedosas que muchas veces quedan en el papel porque son insostenibles en la práctica o porque aportan enfoques muy parciales, orientados por la intención del investigador. Como se ha señalado, la historia de la ciencia puede ser un elemento fundamental para lograr la formación integral de los biólogos; sin embargo, es necesario contemplar que la definición de un nuevo enfoque de enseñanza requiere, además, de la estimación de diversos elementos. El trabajo, en este sentido, abordó un aspecto específico.

Con el propósito de conocer el potencial de la historia de la ciencia en la enseñanza, es necesario que se evalúe y se pruebe como enfoque didáctico. Además deben desarrollarse investigaciones, tanto teóricas como empíricas, que busquen a analizar la problemática de la enseñanza y aprendizaje de las diversas disciplinas que conforman la estructura teórica y curricular de la Biología. En este contexto deberá incluirse a la historia de la ciencia, dentro del marco general de las necesidades de formación de los biólogos.

### **C. SOBRE EL MARCO TEORICO.**

En el marco teórico se analizaron las posibilidades que ofrece la incorporación de un enfoque histórico en la enseñanza de la ciencia, en términos de la formación teórica y metodológica de los estudiantes. Se ha planteado que el conocimiento de la historia puede favorecer la construcción de currícula más coherentes con lo que es la ciencia y cómo se construye el conocimiento científico. Se ha señalado también que puede ayudar a desmitificar la imagen de la actividad científica que tradicionalmente se presenta en la escuela; y que puede favorecer la toma de conciencia de la dimensión social de la ciencia.

Sin embargo, pese a este gran potencial, debemos estar conscientes de que no basta con argumentar la importancia de plantear un enfoque histórico en la enseñanza. Es importante considerar las condiciones y el personal académico con que se cuenta para lograr tal propósito.

Con base en ello, la ubicación de este estudio, implicó una redefinición y confrontación de varios aspectos que al inicio de la investigación estaban planteados de manera general. Este

proceso condujo a precisar el objeto de investigación, y así se llegó al aula, por el interés de conocer lo que sucede en la práctica.

El trabajo dió cuenta de las condiciones en las que se lleva a cabo la enseñanza de la historia del evolucionismo; permitió conocer el enfoque histórico de los profesores, las dificultades que implica la enseñanza de estos temas en el contexto de un currículum tradicional y dió la posibilidad de conocer una realidad concreta, para posteriormente analizarla.

En el caso de la materia de Biología General II, los temas relacionados con la historia del evolucionismo y la manera de abordarlos en clase depende fundamentalmente de la autoformación del profesor; ya que, institucionalmente no existen las condiciones que favorezcan una mejor formación en esta disciplina.

Como se ha señalado, la impartición de estos temas es en general limitada. Esto refleja las deficiencias formativas de los profesores en este campo, y sobre todo, la concepción de ciencia que subyace en este tipo de orientación educativa, que se manifiesta en la poca valoración institucional que se le ha dado a estos aspectos.

La enseñanza tradicional se ha caracterizado por un acentuado enciclopedismo y por una visión fragmentada, acabada y legitimada del conocimiento. Se ha supuesto, en consecuencia con la filosofía positivista que subyace en dicho enfoque de enseñanza, que la ciencia es objetiva y que debe conducir a formular leyes universales y verdaderas. Esta filosofía ha definido la concepción de enseñanza y aprendizaje que sigue dominando hasta nuestros días; a pesar de que las discusiones recientes en torno a la filosofía de la ciencia han descartado varios de sus supuestos básicos. Como señala Novak (1982), aunque en los círculos filosóficos el empirismo y el positivismo pueden estar muertos, en los currícula de ciencia siguen demasiado vivos.

Esta situación ha conducido a que la historia y la epistemología de la ciencia, no sean considerados en la definición de los currícula, o sólo sean contemplados como antecedentes, pero siempre planteados dentro de dicha filosofía de enseñanza. De esta manera, la historia

de la ciencia ha sido poco valorada, además de que poco se han considerado sus alcances de manera formal.

Dado lo anterior, no puede pedírsele a los profesores que impartan "excelentes" clases de historia del evolucionismo, si nunca se ha contemplado de manera institucional, su formación en esta disciplina.

A pesar de lo anterior, se pudo constatar en la investigación, la gran diversidad de concepciones e intenciones, tanto de profesores como de estudiantes, que indican la necesidad de un cambio en la orientación de la enseñanza de la ciencia.

Se ha planteado en el trabajo, que a pesar de la poca formación que existe en torno a esta disciplina, tanto profesores como estudiantes, mantienen enfoques que ponen en duda tesis fundamentales del positivismo; además de que sostienen que la historia de la ciencia es fundamental para lograr una formación integral de los biólogos. Sin embargo, estos aspectos no son considerados dentro de las prioridades institucionales.

En el caso de los estudiantes, por ejemplo, los resultados del trabajo indican que su concepción histórico-filosófica no la obtienen en este curso, ni es resultado de la existencia de antecedentes en el curriculum del biólogo. No se observa una conexión directa entre la orientación que el profesor dió a estos temas y los resultados obtenidos en los cuestionarios; ni existe curso o actividad académica en el plan de estudios que se aboque a analizar estos aspectos. Más bien puede considerarse que es resultado de una "educación no formal".

Con respecto a los profesores, es claro que su debil o fuerte formación en esta disciplina, es resultado de su interés y no de la existencia de condiciones que le permitan mejorarla.

Esta problemática, además, no se resuelve con sólo ofrecer a los profesores instrucciones más detalladas a través de cursos aislados o manuales; o ampliando el tiempo para analizar el contexto histórico del evolucionismo; o incorporando materias en el plan de estudios sobre Historia del Evolucionismo (o de Biología en general). Es necesario hacer una profunda evaluación de la filosofía del proceso de enseñanza-aprendizaje que sustenta la práctica

educativa institucional. Esto debe conducir a replantear el programa del curso; y, finalmente, a transformar el plan de estudios en un contexto más amplio (En el apéndice 1 se muestra una propuesta general en este sentido).

Cuando se ha hablado del papel de la historia de la ciencia en la enseñanza, la principal intención, no es sólo mostrar la bondades de la historia como recurso didáctico: se pretende resaltar la importancia de que todo biólogo -y con mayor razón aquel que se dedica a la docencia- comprenda lo que es la ciencia y cómo se construye. Esto implica replantear las concepciones de ciencia, del método científico, de la verdad y el progreso de la ciencia, que subyacen en la enseñanza tradicional permeada por el positivismo, para construir una nueva filosofía de la educación, que haga más coherente la relación entre la ciencia que se hace y la que se enseña.

La definición de un nuevo enfoque de enseñanza implica, además, la estimación de diversos elementos que también inciden en su formulación. Así, aspectos relacionados con los objetivos del plan, con la estructura teórica de la disciplina, con los métodos generados para construirla, con el proceso de aprendizaje de los estudiantes, con el perfil de biólogo que se desea formar, entre muchos otros, son fundamentales. Sólo de una manera integrada se podrá dar una dimensión distinta a la historia de la ciencia en la enseñanza de la Biología y del evolucionismo en particular.

En este contexto, la formación de los estudiantes deberá centrarse en favorecer la visión de la evolución de los sistemas conceptuales que le posibilite un mejor conocimiento; ésto no significa que los contenidos de aprendizaje tomen un segundo plano, sino que sean ubicados dentro de un nuevo enfoque de enseñanza, que involucre una visión histórica de la ciencia, tanto en los aspectos meramente científicos como en los sociales, políticos e ideológicos.

### VIII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Alucema, A. 1986. **Reflexiones en torno a la evolución de la carrera de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM.** Documento Interno.
- Alucema M. Angélica, C. Hernández. La Investigación Educativa en el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM: origen, desarrollo y perspectivas. En las Memorias del Ier. Coloquio de Investigación Educativa ENEP-Iztacala, UNAM., 1992.
- Anderson, G. " Critical ethnography in education : origins, current status, and new directions ", *Rev. of Educational Research*, 1989, 59(3). 249-270 pp.
- Arca, M. et al. 1990. **Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base**, Paidós Educador, Barcelona. 207 pp.
- Ausubel, D. 1972. Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento, en S. Elam, **Educación y estructura del conocimiento**, Buenos Aires, Ed. Ateneo, 211-238.
- Bachelard, G. 1975. **La actividad racionalista de la física contemporánea**, Ed. Siglo Veinte, Buenos Aires. 7-61 pp.
- Bachelard, G. 1987. **La formación del espíritu científico**, Ed. Siglo XXI, México. 302 pp.
- Barnes, B. 1982. **Kuhn y las ciencias sociales**, Ed. Siglo XXI, México. 246 pp.
- Bellack, A. " La estructura del conocimiento y el curriculum ", en **La educación y la estructura del conocimiento**. Buenos Aires, Ed. Ateneo. 1989. 253-267.
- Bensaude-Vincent B. " Paul Langevin: un alegato en favor de la historia de la ciencias ", **Mundo Científico**, 1982. 22:3. 184-186 pp.
- Bernal, J.D. 1981. **La ciencia en la historia**, Ed. Nueva Imagen, México. 693 pp.
- Blanc, M. " Las teorías de la evolución hoy ", **Mundo Científico**, 1982, La Recherche, 3(12). 288-304.
- Blome, D. 1992. " Interacción e intertextualidad en el estudio de la lectoescritura en las aulas : el microanálisis como una tarea teórica ", en **La Investigación Etnográfica en Educación**, Rueda, M., Campos, M.A. Coord. UNAM, México.
- Bowler, P. 1989. **Evolution, The History of an Idea**, University of California Press, California. 432 pp.

- Brody, T. " La historia de la ciencia en la enseñanza ", *Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología Quipu*, 1984, 1 (2). 195-204 pp.
- Brackenridge, B., " Education in science, history of science, and textbook - Necessary vs. sufficient conditions ", *Intechange*, 1989, 20 (2).71-80 pp.
- Campos, M.A., 1979. " La estructura didáctica ", en Furlán et al., *Aportaciones a la didáctica de la educación Superior*, México, UNAM-ENEP Iztacala, pp. 18-34.
- Campos, M. et al. " Procesos microeducativos en la formación del biólogo ", ponencia presentada en el Foro de Investigación Educativa, ENEP-Zaragoza, UNAM, 1992.
- Campos, M.A. 1989. " La problemática del aprendizaje cognitivo en el aula ", en M. Rueda y M. Escobar, *La investigación educativa sobre el salón de clases universitario*, CISE, UNAM.
- Campos, M.A., Gaspar, S y López, C. 1992. " Oferta y asimilación de valores científicos en la enseñanza de la Biología ", en M. Rueda y M. Escobar, en *La Investigación Etnográfica en Educación*, Rueda, M., Campos, M.A. Coord. UNAM, México.
- Candela, A. " Investigación etnográfica en el aula : el razonamiento de los alumnos en una clase de Ciencias Naturales en la escuela primaria ", *Investigación en la Escuela*, 1991, 11. 13-23 pp.
- Catalan F. A. y Catany E. M., " Contra el mito de la neutralidad de la ciencia: el papel de la historia ", *Enseñanza de la Ciencias*, 1986, 4 (2). 163-166 pp.
- Cifuentes, J. " La Biología en la Facultad de Ciencias ", *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 1975, vol. 36. 7-19 pp.
- Cordero, A. 1987. " La verdad científica y la lectura esceptica de la historia ", en *Filosoffa del lenguaje, de la ciencia, de los derechos humanos y problemas de su enseñanza*, Valdivia, L. y Villanueva, E. comp., UNAM, México. 95-112 pp.
- Díaz P., H. 1983. *Las teorías antropológicas*, Ed. Línea, México. 206 pp.
- Donmoyer, R. " Generalizability and the single-case study ", in Eisner, E.W. and Peshkin, A. 1990. *Teacher College Press*, New York. 175-200 pp.
- Durán, N. " Formación docente por medio de la observación compartida ", *Perfiles Educativos*, 1994, No. 63. 23-30 pp.

- Flores, F. y Gallegos, L. " Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de la ciencia ", **Perfiles Educativos**, 1993 No. 62. 24-30 pp.
- Gagliardi, R. y Giordan A. " La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza ", **Enseñanza de las Ciencias**, 1986, 4 (3). 253-258 pp.
- Gagliardi, R. " Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias ", **Enseñanza de las Ciencias**, 1988, 6 (3). 291-296 pp.
- Gail, J. 1992. " Etnografía en el salón de clase : estudio comparativo de educación superior " en **La Investigación Etnográfica en Educación**, Rueda, M., Campos, M.A. Coord. UNAM, México.
- Gallagher, J. " Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science ", **Science Education**, 1991, 75(1). 121-133 pp.
- García, S., Vanella, L. et al. 1992. **Normas y valores en el salón de clase**, Siglo XXI ed., México.
- Garza T. E. de la. 1988. **Hacia una metodología de la reconstrucción. Fundamentos, críticas y alternativas a la metodología y técnicas de la investigación social**, Ed. Porrúa, UNAM, México.
- Gauld, C. " Wilberforce, Huxley & the use of history in teaching about evolution ", **The American Biology Teacher**, 1992, 54(7). 406-410 pp.
- Gil, D. y Pessoa, A. " Tendencias y experiencias innovadoras en la formación del profesorado en ciencias ". I Taller Subregional sobre formación y capacitación docente en Matemáticas y Ciencias. 1992.
- Gil P., D. " La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas ", **Enseñanza de las Ciencias**, 1986, 4 (2). 111-121 pp.
- Giordan, A. 1982. **La enseñanza de las ciencias**, Ed. Siglo XXI. Madrid. 221 pp.
- Giordan, A. " Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje ", **Enseñanza de las Ciencias**, 1987, 5 (2). 105-110 pp.
- Gómez, R. 1969. **La enseñanza de las ciencias : su enfoque histórico-evolutivo**, Angel Estrada y Cía. Ed. Buenos Aires. 237 pp.

- González G., J. " Fundamentos para una teoría procesual del conocimiento biológico: los procesos transformados y los procesos alterados ", **Uroborus**, 1991, vol 1, No. 2. 1-40 pp.
- González G. Jorge, C. Hernández, et al. Elementos teóricos para una concepción de Biología Integral. En la Memorias del Ier. Coloquio de Investigación Educativa ENEP-Iztacala, UNAM, 1992a.
- González G. Jorge, C. Hernández et al. La formación integral del biólogo: el marco institucional. En las Memorias para el I Taller Iberoamericano sobre la Enseñanza de las Ciencias Biológicas en la Educación Superior. La Habana, Cuba. 1992b.
- González G. Jorge, C. Hernández et al. La Biología Integral: un marco conceptual. En las Memorias para el I Taller Iberoamericano sobre la Enseñanza de las Ciencias Biológicas en la Educación Superior. La Habana, Cuba. 1992.
- González, J. et al. Diagnóstico de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias. UNAM. Documento Interno. 1994.
- Hacking, I., 1985. **Revoluciones Científicas**. Fondo de Cultura Económica. México. 333 pp.
- Hendrick, R. " Biology, History & Louis Pasteur ", **The American Biology Teacher**, 1991, 53(8). 467-478 pp.
- Hernández C. La historia como una alternativa a la enseñanza de la Biología a nivel Superior. I Taller Iberoamericano sobre la Enseñanza de las Ciencias Biológicas en la Educación Superior. La Habana, Cuba. 1992
- Hernández, C. Ruíz, R. y Alucema, A. La enseñanza de la ciencia y sus implicaciones epistemológicas, históricas y cognoscitivas. II Conferencia Internacional para profesores de Ciencias NSTA-OEA. Oaxtepec, Mor. México. 1993.
- Islas, S. " Pasado y presente en la formación profesional del biólogo ", **Perfiles Educativos**, 1993. 45-54 pp.
- Jiménez, B. " Epistemología y métodos de la ciencia ", **Perfiles Educativos**, 1994, No. 63. 59-71 pp.
- Jiménez M. y Fernández J. " El "desconocido" artículo de Mendel y su empleo en el aula ", **Enseñanza de las Ciencias**, 1987, 5 (3). 239-246 pp.

- Koyre, A. 1989. "Perspectivas en la Historia de las Ciencias", **Introducción a la Teoría de la Historia de las Ciencias**, Antología, J.J. Saldaña, compilador, 2a. edición, México, UNAM. 147-156 pp.
- King, B. "Beginning teachers knowledge of and attitudes toward history and philosophy of science ", **Science Education**, 1991, 75 (1). 135-141 pp.
- Kinnear, J. " Using an historical perspective to enrich the teaching og linkage in genetics ", **Science Education**, 1991. 75 (1). 69-85 pp.
- Kuhn, T. 1982. **La estructura de las revoluciones científicas**, F. C.E., México. 319 pp.
- Kuhn, T. 1987. **La tensión esencial**, F. C.E., México. 377 pp.
- Lakatos, I. 1983. **La metodología de los programas de investigación científica**, Alianza Ed., México. 16-133 pp.
- Laudan, L. 1981. " Un enfoque de solución de problemas al progreso científico ", en **Revoluciones Científicas**, Fondo de Cultura Económica, México.
- LeCompte, M. " Bias in the biography : bias and subjectivity in ethnographic research ", II Interamerican Symposium on Classroom Ethnographic Research: 1992.
- Limoges, C. 1976. **La selección natural**, Siglo XXI Ed., México. 183 pp.
- Lorea, F. et al. " Acerca de la reestructuración de la licenciatura en el Departamento de Biología ". Seminarios de Diagnóstico, Facultad de Ciencias, UNAM. 1987.
- Macleod, R. " Cambio de perspectiva en la historia social de la ciencia ", **Introducción a la Teoría de la Historia de las Ciencias**, Antología, J.J. Saldaña, compilador, 1989, 2a. edición, México, UNAM. 195-214 pp.
- Manuel, D. " History and philosophy of science with special reference to biology: what can it offer teachers? ", **Journal of Biological Education**, 1986, 20 (3):195-200.
- Martín, B. et al. " Authentic Science: A diversity of meanings ", **Science Education**, 1990, 74 (5). 541-554 pp.
- Mathews, M. " A role for history and philosophy in science teaching ", **Interchange**, 1989, 20 (2). 3-15 pp.
- Mayr, E. 1987. **Algunas ideas sobre la historia de la Síntesis Evolutiva**. Trad. Adolfo Olea, UNAM, México. 50 pp.

- Mayr, E. 1983. **The growth of biological thought : diversity, evolution and inheritance.** Cambridge, Massachusetts. Harvard University Press. 974 pp.
- Mendoza, E. 1992. " La construcción del conocimiento en la investigación educativa de la enseñanza de la ciencia ", CISE, UNAM, mecanoescrito.
- Mendoza, E., Rojo, A. 1992. " La investigación educativa en la construcción del conocimiento en la enseñanza de la ciencia ", CISE, UNAM, mecanoescrito.
- Mikulinsky, S. R. " La controversia internalismo-externalismo como falso problema ", **Introducción a la Teoría de la Historia de las Ciencias**, Antología, J.J. Saldaña, compilador, 1989, 2a. edición, México. UNAM. 195-214 pp.
- Moreno M. " Ciencia y construcción del pensamiento ", **Enseñanza de las Ciencias**, 1986, 4 (1), 57-63 pp.
- Novak, J. " El proceso de aprendizaje y la efectividad de los métodos de enseñanza ", **Perfiles Educativos**, 1978, 1. 10-31 pp.
- Novak, J. 1982. **Teoría y Práctica de la Educación**, Alianza Editorial, Madrid. 275 pp.
- Novak, J. " Learning science and the science of learning ", **Studies in Science Education**, 1988a, 15. 77-101 pp.
- Novak, J. 1988b. **Aprendiendo a aprender**, Ed. Martínez Roca S.A., Barcelona. 233 pp.
- Otero, J. 1986. " La producción y la comprensión de la ciencia: la elaboración en el aprendizaje de la ciencia escolar ", mecanoescrito.
- Peñalver, C. " El pensamiento sistémico: del constructivismo a la complejidad ", **Investigación en la Escuela**, 1988, No. 5, 11-16 pp.
- Polo C. F. y López, J. A. " Los científicos y sus actitudes políticas ante los problemas de nuestro tiempo ", **Enseñanza de las Ciencias**, 1987, 5 (2). 149-156 pp.
- Ray, C. " Breaking free from dogma: philosophical prejudice in science education ", **Science Education**, 1991, 75 (1). 87-93 pp.
- Revilla, C. et al. Informe del Consejo de Licenciatura del CDB correspondiente a 1991-1993. Facultad de Ciencias, UNAM. 1993.
- Rodríguez, J. M. 1987. **La Educación Superior de la Biología en México**. Fac. de Ciencias, U.N.A.M. 226 pp.

- Rueda, M., Campos, M.A. Coord. 1992. **La Investigación Etnográfica en Educación**, UNAM, México.
- Ruíz, R. 1987a. " Jean Baptiste Lamarck : la primera teoría evolutiva ", UNAM.
- Ruíz, R. 1987b. " Charles Darwin: la teoría moderna de la evolución ", UNAM.
- Ruíz, R. " La metodología de la investigación científica y la enseñanza de la ciencia ". II Conferencia Internacional para profesores de Ciencias NSTA-OEA. Oaxtepec, Mor. México. 1993.
- Ruíz, R., Hernández, C. et al. La enseñanza de la ciencia : una aproximación histórico - filosófica. II Conferencia Internacional para profesores de Ciencias NSTA-OEA. Oaxtepec, Mor. México. 1993.
- Russell, N. " Teaching biology in a wider context: the history of the discipline as a method: I ". *Journal of Education*, 1988, 22 (1). 45-49 pp.
- Saldaña, J.J., " Las fases principales de la evolución de la historia de las ciencias ", **Introducción a la Teoría de la Historia de las Ciencias**, Antología, J.J. Saldaña, compilador, 1989, 2a. edición, México, UNAM. 21-78 pp.
- Sarton, G. 1950. **Bases científicas de la historia de la ciencia**.
- Selley, N. " The philosophy of school science ", *Interchange*, 1989, 20(2):24-32.
- Shapere, D. " Significado y cambio científico ", en **Revoluciones Científicas**, Fondo de Cultura Económica, México. 1981.
- Stebbins G. & Ayala F. "La evolución del Darwinismo", *Investigación y Ciencia*, Sci. Am., 1988.
- Stewart, J. & R. Hafner. " Extending the conception of "problem" in problem-solving research ", *Science Education*, 1991, 75(1):105-120.
- Struss, A. 1987. **Qualitative analysis for social scientist**, Cambridge University Press, USA.
- Suárez, L. Hernández, C. et al. La historia de la ciencia : estrategia de enseñanza de la biología en el bachillerato. II Conferencia Internacional para profesores de Ciencias NSTA-OEA. Oaxtepec, Mor. México. 1993.
- Suárez, L. " Metodología de la Enseñanza de la Ciencias ", *Perfiles educativos*, 1993, No. 62. 31-37 pp.

- Tamir, P. " History and philosophy of science an biological education in Israel ", **Intechange**, 1989, 20 (2). 95-98 pp.
- Villani, A. " Conceptual change in science and Science Education ", **Science Education**, 1992, 76(2):223-237.
- Wandersee, J. " Can the history of science help science educators anticipate studentes' misconceptions ? ", **Journal of Research in Science Teaching**, 1985, 23(7). 581-597 pp.
- Winchester, I. " Editorial - History, Science, and Science Teaching, **Intechange**, 1989, 20 (2). i-vi pp.
- Woods, P. 1989. **La escuela por dentro. La etnografía en la investigación educativa**, Ed. Paidós, S.A., Barcelona.
- Ziman, J. 1985. **Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad**, Fondo de Cultura Económica, México. 243 pp.

## **ANEXO 1**

**PROGRAMA**  
**DE**  
**BIOLOGIA GENERAL II**

**I. RESUMEN GENERAL DEL CURSO.**

El curso consiste en proporcionar una presentación actualizada de la teoría de la evolución, centrándose en los mecanismos fundamentales del cambio evolutivo, en los avances recientes de la evolución molecular, genética de poblaciones y ecología evolutiva para la especiación y adaptación; y en sistemática, paleontología y biogeografía para el proceso de macroevolución, así como la evolución humana en sus aspectos biológicos y sus implicaciones éticas y sociales.

**II. OBJETIVOS GENERALES.**

1. Que el alumno tenga una visión actualizada de la teoría de la evolución, considerando los mecanismos fundamentales para el cambio evolutivo.
2. Que el alumno conozca los avances recientes de la evolución molecular, genética de poblaciones y ecología evolutiva para la especiación y adaptación; y en sistemática, paleontología y biogeografía para el proceso de macroevolución.
3. Que el alumno conozca la evolución humana en sus aspectos biológicos y sus implicaciones éticas y sociales.

**III. TEMARIO.**

1. CONTEXTO HISTORICO

- a) Comprensión del mundo griego: Presocráticos, Sócrates, Platón y Aristóteles; la "escala del ser".
- b) Comprensión medioeval (no naturalista): Creacionismo y Fijismo.
- c) Intentos de explicación (naturalismo mecanicista): Vesalio, Descartes, Harvey (...Cuvier).
- d) Expansión europea, "descubrimientos" geográficos (las primeras grandes clasificaciones): Linneo, Adamson.

e) Explicaciones evolucionistas

- Maupertius; Buffon; Lamarck; Erasmus; Darwin.
- Darwin y Wallace (Selección Natural)
- El impacto de la genética redescubierta.
- La síntesis de los 30's (Neodarwinismo o "síntesis moderna").

f) Situación actual: Controversias alrededor de reduccionismo; adaptaciónismo-panselccionismo; neutralismo; gradualismo- puntualismo; neolamarckismo etc...(se discute durante el curso).

## 2. CONTEXTO ECOLOGICO Y GENETICO DEL PROCESO EVOLUTIVO

a) Niveles de complejidad y propiedades emergentes.

b) Factores limitantes, nicho ecológico.

c) Poblaciones

- Mortalidad.
- Natalidad.
- Densidad.
- Estructura.

d) Genotipo

- Epistasia.
- Plasticidad.
- Pleiotropia.
- Poligenia.
- Leyes de Mendel.
- Heredabilidad.
- Epigenotipo.

e) "Dogma central"

- Regulación de la síntesis de polipeptidos.
- Concepto de umbral de reacción.

f) Gene

- Alelo.
- Locus.
- Exon.

- Intron.
- Elementos móviles.
- Familias multigénicas.
- Genes reguladores.
- Evolución concertada.

g) Variación genética

- Mutación.
- Recombinación.

h) Variación fenotípica

- Polimorfismo.
- Cuantificación de la variación en la naturaleza.

### 3. LOS GENES EN LA POBLACION: (ESTATICA)

a) Población mendeliana

- Equilibrio de Hardy-Weinberg.

b) Cálculo de frecuencias genéticas

- Alélicas.
- Genotípicas.

### 4. LOS GENES EN LA POBLACION

a) Migración

- "m"

b) Mutación

- "u"
- "v"

c) Selección Natural

- Evolución del concepto: de Darwin a "la síntesis".
- Coeficiente de selección ("s"); adecuación ("W", "w").

--Tipos de selección: Normalizante  $w=w=w$

Balanceadora  $w < w > w$

Direccional  $w < w = w$

Disruptiva  $w > w < w$

--Carga o lastre génico y el problema de tener varios loci bajo selección simultánea.

--El teorema de Selección Natural de Fisher; la topografía adaptativa de Wright; el modelo de "la reina roja" o del seguimiento ambiental de Van Valen.

--Niveles de Selección: genes, gametos, individuos, familias (kin), grupos (demos, especies). La hipótesis GAIA.

d) Deriva génica

--Concepto.

--El modelo general y su relación con  $N_e$ ,  $m$ ,  $u$ , y  $s$ .

--Efectos de la deriva génica: fijación de alelos y pérdida de heterocigotos.

--Tamaño efectivo de la población ( $N_e$ ).

--La teoría de los "equilibrios intermitentes" (shifting balance) de Wright.

--Teoría neutralista de la evolución molecular.

## 5. ADAPTACION

a) Concepto.

b) Caracter pre-evolucionista (providencialista) del concepto.

c) Darwin y la Selección Sexual.

d) Patrones y reglas ecogeográficas; estrategias adaptativas.

e) El adaptacionismo a ultranza (panseleccionismo); la contrastación y las hipótesis "Wad hoc" "W".

f) La teoría de optimización y el concepto de estrategias evolutivamente estables.

g) La circularidad en su definición a partir del concepto de selección natural; soluciones posibles (Aptaciones, exaptaciones ).

## 6. COEVOLUCION

a) Definición. Coevolución difusa.

b) Interacciones poblacionales coevolutivas: depredación, competencia, parasitismo y mutualismo.

c) Mimetismo: coevolución.

## 7. LA ESPECIE

a) Diferentes conceptos.

b) Validez y "naturalidad" del concepto biológico de especie.

c) Dificultades derivadas del concepto biológico de especie.

## 8. A) MANTENIMIENTO DE LAS ESPECIES

a) Fuerzas cohesivas.

b) Mecanismos de aislamiento reproductivo y su evolución.

c) Efecto de Wallace.

d) Desplazamiento de carácter; exclusión competitiva.

## B) MODOS DE ESPECIACION

a) Simpátrico, alopátrico, cuántico, parapátrico, etc.

b) Hibridación (introgresiva) y Poliploidía.

## 9. LA MACROEVOLUCION

a) Definición de algunos términos: paralelismo, convergencia, radiación adaptativa, tendencia evolutiva, tasa de evolución, etc.

b) Registro fósil; eras y períodos; extinciones y revoluciones.

c) Interpretación tradicional (desde "la síntesis"): gradualismo.

d) "El equilibrio puntuado" de Eldredge-Gould: una teoría paleontológica

- Estasis y cambio "instantáneo".
- Selección de especies.
- La interpretación jerárquica.

e) Niveles de cambio evolutivo y sus relaciones; evolución en mosaico.

f) Ontogenia y Filogenia: una nueva evaluación.

## 10. SISTEMÁTICA

a) Objetivos y características de un sistema de clasificación.

b) Efecto del darwinismo en las clasificaciones de los seres vivos.

c) Conceptos de nomenclatura, taxonomía y sistemática.

d) Análisis comparativo de algunas escuelas de clasificación

- Esencialista.
- Fenética.
- Evolucionista.
- Filogenética (Cladista).

## 11. BIOGEOGRAFÍA

a) Descripción de los patrones de distribución espacial de la variación.

b) Regiones biogeográficas y su clasificación objetiva.

c) Intentos de explicación basados en la posibilidad de dispersión y de establecimiento y sus modificaciones en el tiempo.

- Deriva continental.
- Refugios biogeográficos.
- Centro de origen y Vicarianza.

d) Eventos más importantes para la biogeografía de México.

## 12. EVOLUCION DEL HOMBRE

- a) Origen y Filogenia. Nuestros parientes más cercanos; pruebas bioquímicas. Registro fósil.
- b) Evolución cultural.
- c) El "Determinismo Biológico" y el "Determinismo Social". Sociobiología humana?

## **IV. BIBLIOGRAFIA**

### GENERAL

- 1. DARWIN, C. 1859. **El Origen de las Especies**. CONACyT y Ed. Brugerá.
- 2. DOBZHANSKY, TH., F.J. AYALA, G.L. STEBBINS & J.W. VALENTINE. 1978. **Evolución**. Omega.
- 3. DOBZHANSKY, TH. 1975. **Genética del proceso evolutivo**. Extemporaneos.
- 4. FUTUYMA, D. 1979. **Evolutionary Biology**. Sinauer.
- 5. GRANT, V. 1963. **The origen of adaptations**. Columbia Univ. Press.
- 6. -----, 1977. **Organismic Evolution**. W.H. Freeman & Company.
- 7. MAYNARD SMITH, J. 1975. **The theory of evolution**. Penguin.
- 8. MAYR, E. 1968. **Especies animales y evolución**. Uthea.
- 9. SOLBRIG, O. & D. SOLBRIG. 1979. **Population Biology and Evolution**. Addison Wesley Publ. Comp.
- 10. STEBBINS, G.L. 1978. **Procesos de la evolución orgánica**. Prentice Hall.

### COMPLEMENTARIA

- 1. AYALA, F. 1976. **Molecular evolution**. Sinauer.

2. BARNETT, S.A. 1959. **Un siglo después de Darwin**. Vol I y II. Ed. Alianza
3. BENDALL, S.D. 1983. **Evolution from molecules to men**. Cambridge University Press.
4. COX, B. & P. MOORE. 1985. **Biogeography. An ecological and evolutionary approach**. Blackwell.
5. DAWKINS, R. 1976. **The selfish gene**. Oxford.
6. -----, 1982. **The extended phenotype**. Oxford.
7. ELDREDGE, N. 1985. **Unfinished Synthesis. Biological hierarchies and modern evolutionary thought**. Oxford University Press.
8. -----, & I. TATTERSALL. 1982. **The myths of human evolution**. Columbia.
9. ENDLER, A.J. 1977. **Geographic variation, speciation and clines**. Princeton University Press.
10. -----, 1986. **Natural selection in the wild**. Princeton University Press.
11. FALCONER, D.S. 1978. **Introducción a la genética cuantitativa**. CECSA.
12. FUTUYMA, D. & SLATKIN, M. 1983. **Coevolution**. Sinauer.
13. GRANT, V. 1971. **Plant Speciation**. Columbia Univ. Press.
14. GONICK, L. & WHEELIS M. 1983. **The cartoon guide to genetics**. Barnes & Noble book.
15. GOULD, S.J. 1977. **Ontogeny and phylogeny**. Harvard Belknap.
16. -----, 1980. **Ever since Darwin**. Penguin Books.
17. -----, 1983. **The panda's Thumb**. Penguin Books.
18. -----, 1983. **Hen's teeth and horse s toes**. Penguin Books.
19. GREENWOOD, P.H. 1981. **The evolving biosphere. Change, chance and challenge**. Nat. Hist. Mus. Cambridge Univ. Preess.
20. HARTL, D.L. 1980. **Principles of population genetics**. Sinauer.

21. KING'S COLLEGE SOCIOBIOLOGY GROUP. 1982. **Current problems in Sociobiology.** Cambridge.
22. KOESTLER, A. 1959. **Los Sonámbulos.** CONACyT.
23. KURTEN, B. 1969. **Continental drift and evolution.** Sci. Am.
24. HUXLEY, J. 1965. **La evolución, síntesis moderna.** Lozada.
25. MAYR, E. 1942. **Systematics and the origin of species.** Columbia.
26. -----, 1964. **Principles of systematic zoology.** MacGraw- Hill.
27. -----, 1982. **The growth of biological thought.** Belknap.
28. ----- & W.B. PROVINE. 1980. **The evolutionary synthesis.** Harvard Univ. Press.
29. MERREL, D. 1981. **Ecological genetics.** Longman.
30. METTLER, L.E. & GREEG, T.G. 1969. **Genética de las poblaciones y evolución.** Uthea.
31. MILKMAN, R. 1982. **Perspectives on Evolution.** Sinauer.
32. NITECKI, M. 1984. **Extinctions.** Chicago.
33. PIELOU, E. 1979. **Biogeography.** John Wiley & Sons.
34. POLLARD, W.J. 1985. **Evolutionary theory. Paths into the future** John Wiley & Sons.
35. ROUGHGARDEN, J. 1979. **Theory of population genetics and evolutionary ecology. An introduction.** Macmillan.
36. RUSE, M. 1979. **La filosofía de la biología.** Alianza Unida.
37. SCHUSSHEIM, V. & SALAS, E. 1985. **El guardian de los herbarios del rey. J. B. Lamarck.** Gatopardo-CONACyT.
38. SIMPSON, G.G. 1965. **El sentido de la evolución.** Eudeba.
39. SMITH, C.U. 1977. **El problema de la vida.** Alianza Univ.
40. SOBER, E. 1984. **Conceptual issues in evolutionary biology.** A Bradford book. Mit. Press. Cambridge.

41. STANLEY, S. 1979. **Macroevolution. Patterns and process.** Freeman.
42. -----, 1983. **The new evolutionary timetable.** Basic books Inc, Publ.
43. TEMPLADO, J. 1974. **Historia de las teorías evolucionistas.** Alhambra.
44. WADDINGTON, C.H. 1975. **Hacia una biología teórica.** Ed. Alianza.
45. WICKLER, W. 1968. **Mimicry in plants and animals.** W. Univ. Lib.
46. WILEY, E.O. 1981. **Phylogenetics. The theory and practice of phylogenetic systematics.** John Wiley & Sons.
47. WILSON, E.O. 1975. **Sociobiology. The new synthesis.** Belknap.
48. -----, 1978. **Sobre la naturaleza humana.** FCE.

#### **V. CRITERIOS GENERALES DE EVALUACION.**

Exámenes, seminarios, tareas y prácticas.

## **A P E N D I C E 1**

## PROPUESTA GENERAL.

Se ha planteado que el actual plan de estudios de la carrera de Biología fue creado desde 1966; y, a pesar de los diversos problemas que presenta y del gran número de intentos de transformación, no ha podido ser modificado (ver Cap. III). En la última propuesta de reestructuración (marzo de 1994), la historia y filosofía no fueron contempladas dentro del nuevo currículum, siendo ésta carencia, uno de los puntos que causaron descontento entre algunos estudiantes y profesores.

A pesar de que los objetivos del plan de estudios no es la formación de profesores, no es posible soslayar que un gran número de egresados de la carrera, tienen a la docencia como su principal actividad profesional, razón por la que es importante que el currículum ofrezca algún tipo de formación en el área, que permita al biólogo un mejor desempeño profesional.

Con base en lo anterior y dada la estrecha relación entre la enseñanza de la ciencia y la historia, es necesario dar el mismo estatus a estas disciplinas, en relación a las otras áreas de estudio de la Biología. Por ello, además de la formación básica y general (en la cual también deberían estar consideradas asignaturas donde se analicen aspectos relacionados con la historia y epistemología de la Biología), es necesario contemplar como una orientación formal una línea en Enseñanza e Historia de la Biología. Esto, permitiría, además, establecer un vínculo entre la licenciatura y el plan de estudios de la maestría en Enseñanza e Historia que actualmente existe en el Departamento de Biología.

Estas actividades, como señalan Gil y Pessoa (1992) deberían estar reforzadas por programas de formación permanente, donde no sólo se contemple la impartición de cursos de actualización o regularización, sino que se fortalezca una formación basada en la investigación y la innovación, destinada a profundizar en diversos aspectos (científicos, históricos, epistemológicos, didácticos y psico-socio-pedagógicos), en estrecha relación con la problemática del aula. Según estos autores, la posibilidad de transformación del modelo educativo vigente basado en la "transmisión-recepción", sólo podrá llevarse a cabo si está

teóricamente fundamentado, si es el fruto de una vivencia reiterada de nuevos planteamientos, además de un período de formación básica inicial. De esta manera, la preparación docente debe quedar asociada a una tarea de investigación e innovación permanentes, donde la didáctica de la disciplina sea el núcleo vertebrador.

Con base en estas consideraciones es necesario hacer trabajos de investigación de muchos tipos. Aunque ninguno está desligado, se presentan por separado para facilitar su comprensión.

En el ámbito de los procesos microeducativos:

- \* Es necesario que se evalúe y se pruebe el valor de la historia de la ciencia como recurso didáctico. Para ello, es fundamental que al interior de los centros educativos se generen condiciones que posibiliten el desarrollo de investigaciones que tiendan a analizar la problemática de la enseñanza de las diversas disciplinas que conforman la estructura teórica y curricular de la Biología. En este contexto deberá ubicarse el papel de la historia de la ciencia dentro del marco general de las necesidades de formación de los biólogos.

- \* Es importante fortalecer la formación de investigadores en educación que sean capaces de analizar profesionalmente la problemática en torno a la enseñanza y aprendizaje de la Biología.

- \* Es necesario incorporar a los docentes en las actividades de investigación con el propósito de generar didácticas específicas, que les hagan involucrarse más en el diseño didáctico y lo conduzcan a apropiarse de las posibles modificaciones.

- \* Es importante la incorporación de expertos disciplinarios en el desarrollo de este tipo de investigaciones, a fin de plantear propuestas más coherentes y consistentes.

**En el ámbito curricular:**

En el caso específico de la licenciatura en Biología de la Fac. de Ciencias, es necesario modificar el plan de estudios, y, como se ha señalado, dar el mismo estatus a la historia de la Biología, en relación con las otras áreas de estudio de la Biología.

A continuación se presenta un esquema general de las posibilidades de formación de los biólogos, donde se ubica el papel de la historia y la enseñanza. En el cuadro 1, se muestra un esbozo de una posible estructuración de un nuevo plan de estudios para la licenciatura en Biología. En el cuadro 2, se señalan los principales objetivos de la Maestría en Enseñanza e Historia de la Biología, que actualmente ofrece la Facultad de Ciencias. Finalmente, en el cuadro 3, se menciona la orientación general que deberían tener los programas de formación permanentes de los profesores.

---

## Licenciatura

### Primer Nivel. General - Integrativo

Destinado al análisis de :

- \* Los conceptos y las teorías integradoras de la Biología (evolución, ecología, taxonomía, biogeografía, etc.)
- \* Conceptos auxiliares de otras ciencias (matemáticas, física, química, etc.).
- \* La historia y Epistemología de la Biología.

### Segundo Nivel. Sectorial.

Destinado al análisis de :

- \* Diversos objetos de estudio de la Biología (Microbiología, Biología Animal, Biología Vegetal, Biología Acuática o Terrestre, etc.).
- \* Diversos enfoques de estudio de los seres vivos (morfofisiología, biología molecular, genética, etc.).

### Tercer Nivel. Especializado e Integral.

Destinado a profundizar en diferentes áreas de estudio de la Biología (Biología Animal, Biología Vegetal, Biología Molecular, Biología Acuática, Ecología, Enseñanza e Historia de la Biología, etc.), sin perder de vista un enfoque integrativo.

---

Cuadro 1.

---

**Maestría en Ciencias en Enseñanza e Historia  
de la Biología**

Destinada a formar investigadores en el área de la Enseñanza e Historia de la Biología, que sean capaces de generar estudios sobre diversos tópicos relacionados con estas disciplinas, y a participar en la docencia a nivel superior.

---

**Cuadro 2**

---

**Programas de Formación Permanente**

Concebido como un trabajo de investigación e innovación.

Destinados a organizar actividades que tiendan a la profundización de diversos aspectos (científicos, históricos, epistemológicos, didácticos y psico-sociopedagógicos), en estrecho vínculo con la problemática del aula.

---

**Cuadro 3**

Finalmente, otro ámbito de trabajo es el político. Por desgracia en nuestro país, muchas decisiones en educación son resultado de políticas que no siempre tienen que ver con lo académico. Por ello, también es necesario hacer un trabajo de convencimiento. Sin embargo, éste deberá estar basado en una concepción clara y fundamentada de lo que debe ser la enseñanza y de lo que deben ser los biólogos.